

## De l'expérience sensori-motrice vers l'unité linguistique

### Contexte général

Comme le constataient Varela et al. (1993), les sciences cognitives se sont fondées sur une séparation entre l'expérience vécue, le corps et le cerveau, privilégiant une étude des fonctions cognitives centrées sur le cerveau de l'individu (voir Figure 1). Si l'hypothèse d'une détermination du langage par les contraintes corporelles et environnementales n'est pas nouvelle (Liljencrants et Lindblom, 1972 ; Vygotski, 1997), le développement récent des conceptions incarnées et situées de la cognition (Clark 1997, Wilson, 2002) repositionne l'étude des phénomènes sensori-moteurs au cœur de la cognition. Dans ce cadre, la modularité entre le langage et les organes qui permettent de le percevoir et de le produire s'efface (Pulvermuller, 2013) ; la distinction entre les mécanismes de perception-compréhension et de planification-production n'est plus si claire ; et les échanges entre la recherche sur la cognition et celle sur le corps (études des systèmes sensori-moteurs et du contrôle moteur) se développent. C'est dans ces échanges inter-disciplinaires que s'ancre ce projet. En particulier, la recherche sur le contrôle moteur fournit des protocoles et des modèles pour comprendre et étudier des mécanismes d'adaptation et d'apprentissage du mouvement au contexte, qui sont des mécanismes clé pour la cognition « située ». Dans la suite de travaux antérieurs ayant adapté les résultats et les méthodes de la recherche sur le contrôle moteur des membres pour interroger la parole et ses relations au langage (Grimme et al. 2011), nous proposons d'interroger la nature des unités de production de la parole en étudiant de leur « incarnation » et « contextualisation » via les paradigmes d'apprentissage sensori-moteur.

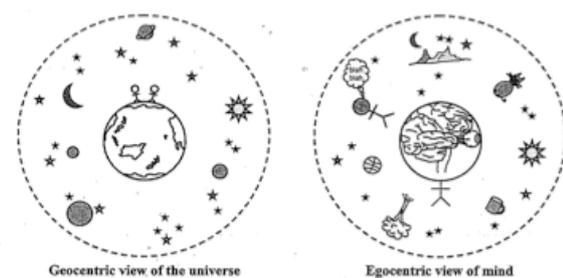


FIGURE 15.1. The geocentric view of the universe and the analogous egocentric view of the human mind.

Richardson et al. (2010). Les auteurs rapprochent les conceptions géocentriques pré-galiléennes de l'Univers des conceptions traditionnelles en psychologie et en sciences cognitives pour illustrer le fait que ces conceptions sont centrées sur le cerveau.

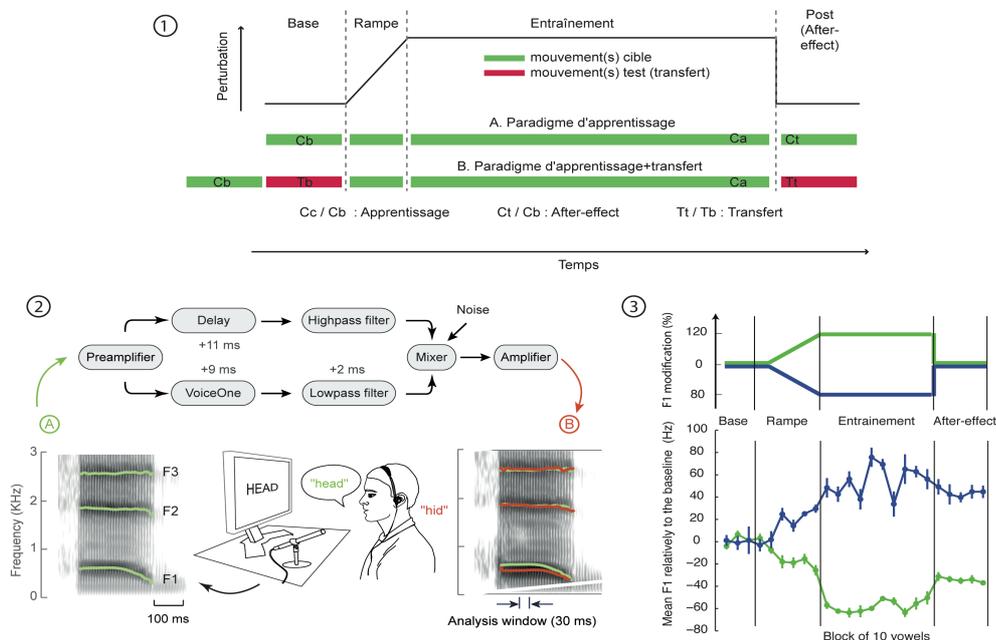
### Problématique

La relation entre les unités linguistiques décrivant la parole et les mouvements qui les véhiculent est une problématique centrale en sciences du langage. Pourtant, la nature des unités de production de la parole (phonème ? syllabes ? mot ?) reste un problème non résolu. Une manière originale et encore sous-exploitée d'aborder la question est d'étudier le transfert de l'apprentissage sensori-moteur d'une unité vers une autre (Houde et Jordan, 1998, 2002). Par exemple, si la voyelle est une unité de production, alors, on peut s'attendre à ce que la modification de la production d'une voyelle affecte la production de la même voyelle dans d'autres mots. On parle de transfert. D'autre part, si les voyelles sont produites sur la base d'un modèle interne neuro-computationnel global permettant la prédiction du retour sensoriel d'un mouvement donné du conduit vocal (Bohland et al., 2010), alors la modification de ce modèle pour une voyelle donnée devrait aussi affecter la production des autres voyelles. En revanche si l'apprentissage est « situé », c'est-à-dire lié au contexte dans lequel il prend place alors l'influence de l'apprentissage sur les actions à venir (transfert) devrait dépendre de la relation entre la phase d'apprentissage et les nouvelles actions (Mattar et Ostry, 2007 ; Krakauer et al., 2006 ; Rochet-Capellan et al, 2012).

grenoble  
images  
parole  
signal  
automatique

## Travaux antérieurs

Ces hypothèses peuvent être évaluées en situation de laboratoire en utilisant le paradigme d'apprentissage sensori-moteur (Figure 2A). Ce paradigme issu de la recherche sur le contrôle des membres permet de générer une modification du contrôle d'un ou plusieurs mouvements en entraînant les personnes à effectuer ce/ces mouvements en situation perturbée. Cette approche a été adaptée à l'étude de la parole notamment en utilisant des perturbations du feedback auditif (Figure 2B). Le principe de base est d'entraîner les locuteurs à parler en recevant un feedback auditif perturbé en temps réel (e.g. modification des fréquences des formants). Dans cette situation, les locuteurs modifient leur parole de manière à compenser la perturbation (Houde et Jordan, 1998). Parmi ces études, certaines ont analysé le transfert d'apprentissage, essentiellement entre voyelles (Houde et Jordan, 1998 ; Villacorta et al., 2007 ; Cai et al., 2011 ; Rochet-Capellan et al. 2012). Malgré des interprétations différentes, les résultats de ces différentes études vont dans le sens d'un transfert non-homogène qui pourrait dépendre de la similarité entre les voyelles. Ce résultat est cohérent avec les résultats observés pour le geste de saisie (Mattar et Ostry, 2007) et peut s'interpréter en terme d'effet de similarité entre les contextes d'apprentissage et de test, en accord avec l'idée d'une cognition « située ».



(1) Procédure d'apprentissage sensori-moteur. (2) Exemple de dispositif pour étudier l'apprentissage auditivo-moteur de la parole (Rochet-Capellan et Ostry, 2011); (3) Exemple d'apprentissage auditivo-moteur de la production de /head/ en réponse à une perturbation augmentant F1 (en bleu) ou diminuant F1 (en vert) (en haut : valeur de la perturbation et en bas : modifications de F1 dans la production, voir aussi Houde et Jordan, 1998).

## Objectifs et méthodes

Notre objectif est d'étendre ces études antérieures sur le transfert d'apprentissage auditivo-moteur de la parole afin d'évaluer : (1) si la modification de la production d'une voyelle donnée se transfère à la production de cette même voyelle dans d'autres mots (expérience similaire à Rochet-Capellan et al. 2012) ; (2) si une exploration plus globale du conduit vocal lors de l'apprentissage (e.g. plusieurs voyelles) augmente le transfert (Mattar et Ostry, 2007).

On définira pour cela un protocole expérimental inspiré de la recherche antérieure impliquant des sujets sans pathologie enregistrés lors de la production de voyelles isolées avec diminution ou

grenoble  
images  
parole  
signal  
automatique

augmentation du premier formant en temps réel. On testera le transfert après apprentissage. L'adaptation et le transfert seront caractérisés à partir de l'analyse des formants dans les voyelles au cours du temps. Les résultats seront interprétés relativement au cadre théorique décrit ci-dessus.

## Outils

Matlab, R, Praat

## Encadrement et contact

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), Pascal Perrier, Professeur INPG, [pascal.perrier@gipsa-lab.grenoble-inp.fr](mailto:pascal.perrier@gipsa-lab.grenoble-inp.fr).

## Lieu du stage

GIPSA-lab / Département Parole & cognition, campus universitaire de Grenoble

## Perspective

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

## Références

Bohland JW, Bullock D, Guenther FH (2010). Neural Representations and Mechanisms for the Performance of Simple Speech Sequences. *J Cogn Neurosci*. Vol. 22, No. 7, Pages 1504-1529.

Cai S, Ghosh SS, Guenther FH, Perkell JS (2010) Adaptive auditory feedback control of the production of the formant trajectories in the Mandarin triphthong /iau/ and its patterns of generalization. *J Acoust Soc Am* 128:2033-2048.

Clark, A. (1997). *Beeing There. Putting Brain, Body, and World Together Again*. Cambridge, Mass.

Grimme, B., Fuchs, S., Perrier, P. & Schöner, G. (2011). Limb versus speech motor control: A conceptual review. *Motor Control*, 15, 5-33.

Houde JF and Jordan MI (1998). Sensorimotor adaptation in speech production. *Science*. 279, 1213 – 16.

Houde JF and Jordan MI (2002). Sensorimotor adaptation of speech I: Compensation and adaptation. *Journal of Speech and Hearing Language*. 45, 295 – 310.

Krakauer JW, Mazzoni P, Ghazizadeh A, Ravindran R, Shadmehr, R. (2006) Generalization of motor learning depends on the history of prior action. *PLoS Biology* 4, e316

Liljencrants, J. Et Lindblom, B. (1972). Numerical simulations of vowel quality systems : the role of perceptual contrast. *Language*, 48:839–862.

Mattar AAG, Ostry DJ (2007) Modifiability of generalization in dynamics learning. *J Neurophysiol* 98: 3321-3329.

Pulvermueller, F. (2013). Semantic embodiment, disembodiment or misembodiment? In search of meaning in modules and neuron circuits. *Brain and language*, 127(1), 86-103.

Richardson MJ, Marsh KL, Schmidt RC (2010). Challenging the egocentric view of perceiving, acting, and knowing. In L. Feldman Barrett, B. Mesquita, & E. Smith (Eds), *The mind in context* (pp. 307-333). New York: Guilford Press.

Rochet-Capellan, A., Richer, L., & Ostry, D. J. (2012). Nonhomogeneous transfer reveals specificity in speech motor learning. *Journal of neurophysiology*, 107(6), 1711.

Varela, FJ (1993). *L'Inscription corporelle de l'esprit. Sciences cognitives et expérience humaine*. Paris : Edition du Seuil.

Villacorta VM, Perkell JS et Guenther FH (2007). Sensorimotor adaptation to feedback perturbations of vowel acoustics and its relation to perception. *J Acoust Soc Am.*;122(4):2306-19.

Vygotski, L. (1997). *Pensée et langage*. Paris, La dispute. Ré-édition (Vygotski est mort en 1934).

Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic bulletin & review*, 9(4), 625-636.