

Trouble du contrôle de la parole intérieure : cas des hallucinations auditives verbales

Lucile Rapin¹, Marion Dohen², Hélène Lævenbruck², Mircea Polosan³,
Pascal Perrier²

(1) DEP, Université du Québec à Montréal

(2) DPC, GIPSA-lab, UMR 5216, CNRS, Université de Grenoble

(3) Pôle de Psychiatrie et de Neurologie du CHU de Grenoble

lucilerapin@gmail.com, marion.dohen@gipsa-lab.grenoble-inp.fr,

helene.loevenbruck@gipsa-lab.grenoble-inp.fr, mpolosan@chu-grenoble.fr,

pascal.perrier@gipsa-lab.grenoble-inp.fr

RESUME

Les hallucinations auditives verbales (HAVs) sont des perceptions de parole en l'absence de stimulus externe. Certaines théories proposent qu'un dysfonctionnement dans le contrôle de la parole intérieure entraîne l'attribution des propres pensées verbales du patient à un agent externe. Ces théories peuvent être interprétées dans le cadre d'un modèle du contrôle moteur de la parole mettant en jeu une simulation interne du processus de production de parole. Pour examiner cet éventuel dysfonctionnement, l'étude présentée a pour but de mesurer l'activité musculaire des muscles oro-faciaux, lors des HAVs, de la lecture à voix haute et du repos. L'électromyographie de surface a été utilisée sur 11 patients schizophrènes. Les résultats montrent une augmentation de l'activité musculaire de l'orbiculaire inférieur de la bouche lors des HAVs (sans subvocalisation) par rapport au repos. Ce résultat, qui suggère que les HAVs sont de la parole intérieure auto-générée, est discuté dans le cadre du modèle de contrôle moteur.

ABSTRACT

Inner speech monitoring deficit : a study of auditory verbal hallucinations

Auditory verbal hallucinations (AVHs) are speech perceptions in the absence of relevant external stimuli. Some accounts of AVHs claim that a deficit in inner speech monitoring causes the own verbal thoughts of the patient to be perceived as external voices. These theories have been developed using a classical speech motor control model, in which self-monitoring can be implemented. In order to examine the inner speech monitoring deficit account, the present study aimed at collecting speech muscle activity during AVHs, overt speech and rest. Surface electromyography (sEMG) was used on eleven schizophrenia patients. Our results show an increase in muscular activity in the orbicularis oris inferior muscle during non-subvocalized AVHs, as compared with rest. This evidence that AVHs are self-generated inner speech is discussed in the framework of a speech motor control model.

MOTS-CLES: orbiculaires de la bouche, contrôle moteur de la parole, hallucinations auditives verbales, parole intérieure, agentivité, sEMG, schizophrénie

KEYWORDS: Orbicularis oris, speech motor control, auditory verbal hallucinations, inner speech, agentivity, sEMG, schizophrenia

1. Introduction

Les hallucinations auditives verbales (HAVs) sont un des symptômes les plus invalidants de la schizophrénie, touchant entre 50% et 80% des patients. Elles ont été définies comme «*a sensory experience which occurs in the absence of corresponding external stimulation of the relevant sensory organ, has a sufficient sense of reality to resemble a veridical perception over which the subject does not feel s/he has direct and voluntary control, and which occurs in the awake state*»¹ (David, 2004). Certaines théories expliquent les HAVs comme résultant d'une perturbation dans la production de la parole intérieure (PI) de telle sorte que les pensées verbales du patient sont perçues comme des voix externes (Frith, 1992 ; Jones & Fernyhough, 2007). Ces théories peuvent être implémentées dans le contexte d'un modèle de contrôle moteur de la parole (Wolpert, 1997). Ce modèle, décrit sur la Figure 1, peut être appliqué à la parole intérieure (Blakemore, 2003). Il comprend deux modèles internes. Le premier, le modèle *inverse*, permet de générer les commandes motrices adaptées à la réalisation de l'état désiré. Parallèlement, ce modèle inverse envoie une copie des commandes motrices générées (copie d'efférence) à un deuxième modèle interne, le modèle *direct*, qui génère une prédiction des conséquences sensorielles des commandes motrices. La comparaison entre les conséquences prédites de l'action et celles qui sont effectivement réalisées (notée 3 sur la Figure 1) entraîne l'agentivité, qui permet de savoir qui est l'auteur d'une action (Blakemore, 2003). Selon ces théories, la production de PI ne serait pas déficiente en tant que telle, chez les patients schizophrènes, mais des anomalies surviendraient dans le système de prédiction-comparaison, ce qui perturberait l'agentivité. Les patients ne seraient plus conscients d'être à l'origine de la PI produite et la percevraient alors comme venant d'un agent externe, transformant cette pensée verbale en hallucination.

Si ces théories sont correctes, *i.e.* si les HAVs correspondent à de la PI non identifiée comme auto-produite à cause d'une déficience du modèle direct, alors les HAVs devraient correspondre à de la production de parole intérieure. Or il a été suggéré que la production de parole intérieure est associée à l'émission de commandes motrices. En effet de rares études d'électromyographie (EMG) invasive et d'EMG de surface (sEMG) ont permis de mesurer des activations musculaires minimales, chez le sujet sain, en parole silencieuse (avec articulation), en PI, en imagerie mentale verbale et en récitation mentale (Jacobson, 1931 ; Livesay *et al.*, 1996).

Par conséquent, si les HAVs correspondent bien à de la production de parole elles devraient être associées elles aussi à l'émission de commandes motrices. L'observation de la présence de ces commandes durant les HAVs pourraient alors confirmer que les HAVs sont bien de la PI auto-générée et mal attribuée. Si elles existent, ces commandes motrices résulteraient en une activité très faible et non détectable visuellement des muscles oro-faciaux de la parole.

¹ « Une expérience sensorielle qui apparaît en l'absence d'une stimulation externe correspondante de l'organe sensoriel impliqué, qui s'accompagne d'un sentiment de réalité suffisant pour s'apparenter à une véritable perception que le sujet n'a pas l'impression de contrôler directement et volontairement et qui survient en état d'éveil. »

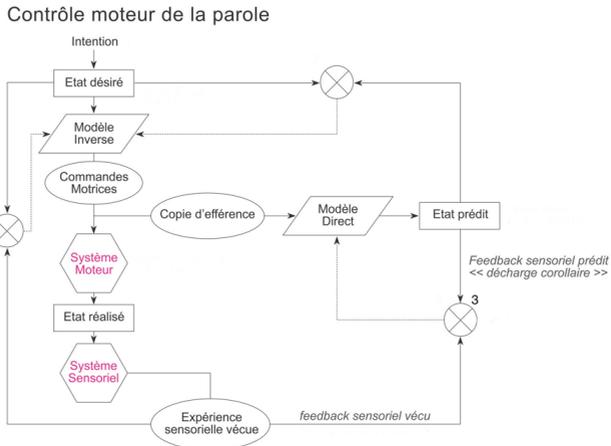


FIGURE 1 – Modèle de contrôle moteur exploitant des modèles internes applicable à la parole intérieure tiré de Blakemore (2003).

Un certain nombre d'études a mis en avant une activité musculaire lors des HAVs (Gould, 1948, 1949 ; Inouye & Shimizu, 1970). Ces résultats n'ont cependant pas été systématiquement répliqués (Junginger & Rauscher, 1987) et il est donc impossible de conclure avec certitude que les muscles de la parole sont activés pendant les HAVs. Un certain nombre de problèmes techniques et méthodologiques ont notamment probablement contribué à ce manque de consensus. De plus, la plupart des études qui concluent positivement à l'existence d'une activité musculaire associée aux hallucinations montraient aussi la présence d'une activité subvocale ou d'un murmure peu audible. Il semble donc qu'aucune étude n'ait montré une activité EMG pendant des HAV sans subvocalisation ni articulation. La question de savoir si l'HAV sans subvocalisation (cas le plus fréquent) peut donner lieu à des activités EMG reste donc entière. L'objectif de cette étude était de montrer une activité musculaire oro-faciale pendant l'occurrence d'HAVs chez des patients schizophrènes à l'aide de l'sEMG. Cette étude visait à apporter des éléments de réponse à l'hypothèse d'une auto-génération d'HAVs résultant d'un dysfonctionnement du réseau cérébral sous-tendant la production de la parole intérieure.

2. Méthodes

2.1. Participants

Onze patients schizophrènes (âge=37,17, écart-type (ET)=12,5) ont participé à l'étude. Le groupe se composait de 6 femmes et 5 hommes. Tous étaient de langue maternelle française. Selon les critères de la CIM-10, 10 patients étaient diagnostiqués schizophrènes paranoïdes et un schizophrène indifférencié. Tous souffraient d'hallucinations auditives verbales sévères. Toutefois leurs hallucinations

étaient « intérieures » dans le sens où elles ne correspondaient pas à des articulations ou subvocalisations visibles. La plupart des patients était aussi traitée avec des anticonvulsants et des antidépresseurs. Les patients étaient recrutés au Centre Universitaire Hospitalier de Grenoble et ont fourni un consentement écrit à la participation à l'expérience. Celle-ci a été approuvée par le comité d'éthique de la recherche clinique de l'hôpital et de l'université (CPP-09-CHUG-17).

2.2. Matériel

Les enregistrements des activités musculaires par sEMG ont été réalisés grâce à un système d'acquisition MP150 de Biopac (www.biopac.com). Deux muscles de l'articulation de la parole (orbiculaire supérieur de la bouche (OS), orbiculaire inférieur de la bouche (OI) et un muscle contrôle (fléchisseur de l'avant bras (FAB)) ont été examinés. Les productions audio des sujets ont été enregistrées afin de contrôler ce qui avait été produit lors de la parole à voix haute mais aussi d'avoir des repères sur les instants de ces productions. Les sujets étaient de plus filmés pendant toute la durée de l'expérience afin de pouvoir effectuer un suivi détaillé des tests mais aussi de pouvoir détecter la présence de mouvements faciaux parasites (mimiques, bâillements, déglutition...). Un bouton poussoir (bip) a été utilisé pour le repérage temporel notamment des HAVs. L'acquisition des mesures (sEMG, audio, bip) a été réalisée de façon synchronisée via le système MP150. Les signaux étaient enregistrés aux fréquences d'échantillonnage suivantes : muscles : 3125Hz, audio : 25000Hz, bip : 3125Hz (Note : fréquence d'échantillonnage pour le patient P1 : muscles : 1562,5Hz, audio : 3125Hz, bip : 781,25Hz).

2.3. Conditions

Trois conditions ont été examinées. Dans la *condition de lecture à voix haute (VH)*, les participants devaient lire un corpus composé de syllabes, de mots isolés et de phrases tirées d'un corpus phonétiquement équilibré (Combescure, 1981). Dans la *condition de repos (SIL)*, les participants devaient rester silencieux et ne pas bouger. La troisième condition expérimentale était une condition hallucinatoire (*HAV*) pendant laquelle il était demandé aux patients de laisser libre cours à leurs HAVs et de signaler les début et fin de chaque hallucination par un appui sur le bip.

2.4. Procédure de l'expérience

Chaque participant était assis dans un fauteuil devant une table sur laquelle était disposés les appareils, l'ordinateur de présentation des stimuli et un microphone. La caméra vidéo était placée en face de lui, derrière la table. Les patients répondaient à un questionnaire pré-expérience sur la symptomatologie de leurs HAVs quotidiennes et à un questionnaire post-expérience sur les HAVs vécues durant la condition hallucinatoire. L'ordre des phases était ainsi le suivant : questionnaire pré-expérience, *SIL*, *VH*, *SIL*, *HAV*, *SIL*, questionnaire post-expérience.

2.5. Analyse des données

Les données sEMG ont été filtrées (filtre peigne 50Hz et filtre passe-bande [10-300Hz]) et centrées. Le maximum de la valeur absolue de chaque signal sEMG (un par muscle) a été calculé sur la fenêtre temporelle correspondant à chaque essai dans chaque condition et pour chaque participant. Une ANOVA à mesures répétées a ensuite été appliquée sur les mesures d'activation pour chaque groupe et pour chaque muscle avec comme facteur intra-sujets la condition. Une correction de Greenhouse-Geisser qui ajuste les degrés de liberté en cas de violation de l'hypothèse de sphéricité, a été utilisée. Par souci de lisibilité, les degrés de liberté reportés sont non corrigés. Les tests statistiques ont été réalisés grâce au logiciel SPSS 16.0.

3. Résultats

La table 1 présente les valeurs moyennes et les écarts-types des pics d'activation pour chaque muscle et pour chaque condition pour les 11 patients schizophrènes ayant suivi le test en entier. Notons que les activations musculaires durant la condition de repos ne sont pas nulles, ce qui est dû au bruit physiologique entre autres.

	OS	OI	FAB
Voix haute	5.07 (ET=0.7)	5.52 (ET=0.8)	2.87 (ET=0.4)
HAV	3.36 (ET=1)	3.53 (ET=1)	2.82 (ET=0.4)
SIL	3.24 (ET=0.9)	3.28 (ET=0.9)	2.83 (ET=0.5)

TABLE 1- Valeurs moyennes et écarts-types des activations musculaires pour chaque muscle et pour chaque condition.

A propos du muscle orbiculaire supérieur, l'analyse a révélé un effet principal de la condition ($F(2,21)=52.75$; $p<0.001$). Les valeurs d'activation musculaire en condition *VH* étaient supérieures à celles des deux autres conditions (*SIL* et *HAV* ; $p<.001$), qui, elles, ne différaient pas ($t(10)= -1.78$; $p=0.1$). Néanmoins, nous notons que des valeurs d'activation lors des HAVs supérieures ou égales au repos pour 8 patients sur 11 (P2, P3, P4, P6, P7, P10, P11, P13) ont été observées (figure 2A). Ainsi, une tendance à l'augmentation de l'activité de l'orbiculaire supérieur dans la condition *HAV* par rapport à celle de *SIL* a été observée.

L'orbiculaire inférieur est le muscle pour lequel les plus fortes valeurs ont été mesurées, pour l'ensemble des conditions (table 1). L'analyse a révélé un effet principal de la condition ($F(2,21)=105.34$; $p<0.001$). Les valeurs d'activation musculaire pour la condition *VH* étaient plus élevées par rapport à celles en conditions *HAV* et *SIL* ($p<0.001$). Le contraste entre la condition *HAV* et la condition *SIL* était significatif ($t(10)=-2.34$; $p=0.042$). Il existerait donc une augmentation de l'activité musculaire de l'orbiculaire inférieur chez les patients schizophrènes en phase hallucinatoire (figure 2B).

Enfin, l'analyse effectuée sur le fléchisseur du bras n'a révélé aucun effet de la condition d'activation ; $F(2,21)=0.19$; $p=0.8$ (figure 2C). Ceci est cohérent avec l'hypothèse d'une augmentation de l'activité musculaire en condition *HAV* pour les muscles oro-faciaux uniquement.

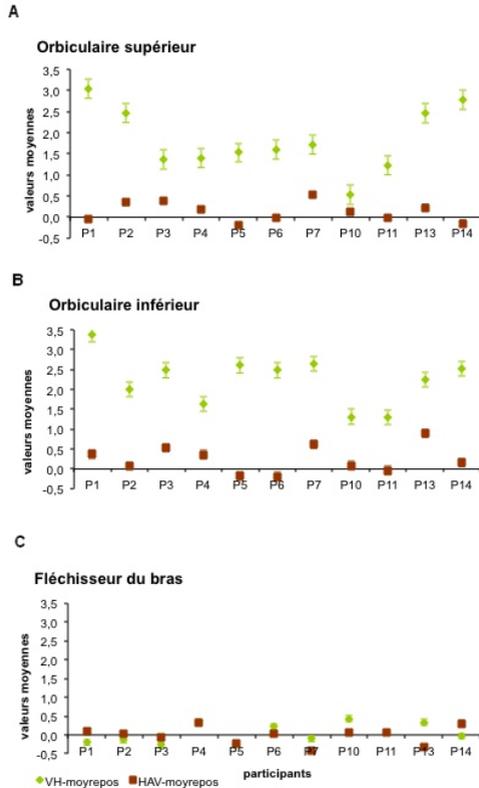


FIGURE 2 - Moyennes et erreurs standards des maxima d'activation de l'orbiculaire supérieur (A), de l'orbiculaire inférieur (B) et du fléchisseur du bras (C) pour les conditions de parole à voix haute et de HAV relativement à la moyenne de la condition silence pour les 11 patients. Le 0 représente la condition silence de chaque participant. Les valeurs positives représentent des activités supérieures au repos.

4. Discussion

Cette étude a examiné les muscles de la parole durant les HAVs non vocalisées de 11 patients schizophrènes, par sEMG. Trois conditions ont été comparées : voix haute, HAV et silence. Deux muscles ont été examinés : les orbiculaires supérieur et inférieur. Les résultats ont montré que la parole à voix haute comparée au silence et aux HAV produisait les plus fortes activations des orbiculaires. L'OI était le muscle montrant le plus d'activation. Cette supériorité pourrait s'expliquer par l'anatomie :

la mesure inclurait l'activation des fibres musculaires d'autres muscles enchevêtrés avec celles de l'OI, telles que celles du dépresseur de l'angle de la bouche (Blair & Smith, 1986). Ainsi, de par sa proximité avec d'autres muscles, ce point de mesure permettrait une bonne estimation de l'activité myoélectrique liée à la parole.

Les résultats ont montré que la crise hallucinatoire semble être liée à une augmentation de l'activité électromyographique de surface pour le muscle orbiculaire inférieur. Une tendance vers le même résultat a été reportée pour le muscle orbiculaire supérieur. La non-activité du muscle fléchisseur du bras a validé le fait que l'activité recueillie était bien propre à la parole et non à une contraction globale des muscles pendant l'HAV. Ces résultats suggèrent qu'il y aurait une activité de production de parole pendant l'HAV et corroboreraient les théories selon lesquelles les HAVs résultent d'une production de parole intérieure, mal attribuée. En effet, selon ces théories (Frith, 1992 ; Seal *et al.*, 2004) la production de PI n'est pas déficiente en tant que telle chez les patients schizophrènes, mais des anomalies surviendraient dans le modèle direct (au niveau du système de prédiction). Ainsi, l'activité de la lèvres inférieure observée durant les HAVs pourrait refléter l'émission de commandes motrices associées à la génération de parole intérieure. Ces commandes seraient correctement envoyées aux muscles mais le système d'efférence serait défaillant résultant en une parole intérieure attribuée à un agent externe.

De par son statut exploratoire, cette expérience présentait des limites qui pourraient être prises en compte par la suite. La première concerne l'isolement d'un muscle. Les activations enregistrées par chaque paire d'électrodes (même très fines) pourraient ne pas forcément correspondre à un seul muscle (Blair & Smith, 1986). Notre étude s'intéressait aux différences d'activités entre conditions. L'enregistrement éventuel de plusieurs fibres ne portait donc pas à conséquence mais le fait de moyenner sur plusieurs muscles pourrait diminuer la mesure. Une deuxième limite porte sur le dialogue entre le patient et les voix qu'il entend. Dans notre expérience, la consigne était de simplement écouter les voix et de ne pas leur répondre. Les patients ont tous bien compris la consigne, qui leur était rappelée au cours de la phase hallucinatoire. Une troisième limite portait sur le fait que les patients n'ont pas passé de condition de lecture en parole intérieure. Cette condition aurait pu être comparée avec la condition *HAV* et l'éventuelle différence aurait alors d'autant plus validé l'hypothèse d'un trouble de la parole intérieure. Cependant, une expérience pilote a montré qu'il était difficile de faire chuchoter certains patients. Or en parole intérieure, aucun moyen de contrôler les productions des patients n'est possible. Enfin une quatrième limite concernait la condition *silence*. Il pouvait subsister dans cette condition des pensées verbales vagabondes, elles-mêmes associées à des activités EMG des lèvres. Certains auteurs proposent les bienfaits de la relaxation pour induire un signal myoélectrique minimale lors des phases de repos (Jacobson, 1931 ; Vanderwolf, 1998). Nous envisageons d'utiliser cette stratégie pour améliorer notre condition de repos.

Nos résultats ont montré que les HAVs semblent être associées à des augmentations de l'activité musculaire oro-faciale observée et corroborent l'hypothèse d'un déficit du contrôle de la parole intérieure à l'origine des HAVs. Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour examiner quelle partie exacte du modèle de contrôle moteur est défaillante.

Remerciements

Nous remercions Lionel Granjon, Christophe Savariaux et Coriandre Vilain pour leur aide technique ainsi que tous les participants à l'étude.

Références

- BLAKEMORE, S.-J. (2003). Deluding the motor system. *Conscious Cognition*, 12, 647-655.
- COMBESURE, P. (1981). 20 listes de 10 phrases phonétiquement équilibrées. *Revue d'Acoustique*, 56, 34-38.
- DAVID, A.S. (2004). The cognitive neuropsychiatry of auditory verbal hallucinations : an overview. *Cognitive Neuropsychiatry*, 9(1-2), 107-123.
- FRITH, C.D. (1992). The cognitive neuropsychology of schizophrenia. Erlbaum, Hillsdale.
- JONES, S.R. et FERNYHOUGH, C. (2007b). Thought as action : inner speech, self-monitoring, and auditory verbal hallucinations. *Conscious Cog.*, 16(2), 391-399.
- GOULD, L.N. (1948). Verbal hallucinations and activity of vocal musculature : an electromyographic study. *American Journal of Psychiatry*, 105, 367-372.
- GOULD, L.N. (1949). Auditory hallucinations in subvocal speech : objective study in a case of schizophrenia. *Journal of Nervous and Mental Diseases*, 109, 418-427.
- INOUYE, T. et SHIMIZU, A. (1970). The electromyographic study of verbal hallucinations. *Journal of Nervous and Mental Diseases*, 151, 415-422.
- JACOBSON, E. (1931). Electrical measurements of neuromuscular states during mental activities. VII. Imagination, recollection, and abstract thinking involving the speech musculature. *American Journal of Physiology*, 97, 200-209.
- JUNJINGER, J. et RAUSCHER, F.P. (1987). Vocal activity in verbal hallucinations. *Journal of Psychiatry Research*, 21(2), 101-109.
- LIVESAY, J., LIEBKE, A., SAMARAS, M. et STANLEY, A. (1996). Covert speech behavior during a silent language recitation task. *Perception in Motor Skills*, 83 (3 pt 2), 1355-1362.
- SEAL, M.L., ALEMAN, A. et MCGUIRE, P.K. (2004). Compelling imagery, unanticipated speech and deceptive memory: neurocognitive models of auditory verbal hallucinations in schizophrenia. *Cognitive Neuropsychiatry*, 9(1-2), 43-72.
- VANDERWOLF, C.H. (1998). Brain, behavior, and mind: what do we know and what can we know? *Neurosci Biobehav Rev*, 22, 125-142.
- WOLPERT, D.M. (1997). Computational approaches to motor control. *Trends in Cognitive Science*, 1(6), 209-216.