



## **Production de la parole en présence de perturbations fonctionnelles, pathologiques ou artificielles.**

Christian Abry, Pascal Perrier

### **► To cite this version:**

Christian Abry, Pascal Perrier. Production de la parole en présence de perturbations fonctionnelles, pathologiques ou artificielles.. 2005. <hal-00003563>

**HAL Id: hal-00003563**

**<https://hal.science/hal-00003563v1>**

Preprint submitted on 20 Jan 2005

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

# Production de la parole en présence de perturbations fonctionnelles, pathologiques ou artificielles.

Étude des mécanismes de ré-apprentissage et de récupération

Responsables scientifiques : Ch. ABRY & P. PERRIER

Christian ABRY & Pascal PERRIER

Institut de la Communication Parlée

Université Stendhal - Domaine Universitaire

BP 25

38040 Grenoble Cedex

Tél. : 04 76 82 41 18

Fax : 04 76 82 43 35

E-mail : abry@icp.inpg.fr, perrier@icp.inpg.fr.

Sous-thèmes dont relève ce projet :  
Troubles de l'articulation associés à des  
modifications de l'appareil périphérique  
de production de la parole.

## Équipes partenaires :

- INSERM U438 (RMN Bioclinique), CHU Grenoble – Pav. B, BP 217, 38043 Grenoble Cedex 09, Tél. : 04 76 76 57 48, fax : 04 76 76 58 96.
- LPE – UMR CNRS 5105, Université Pierre Mendès France, BP 47, 38040 Grenoble Cedex 09, Tél. : 04 76 82 78 07, fax : 04 76 82 78 34.
- Université Joseph Fourier & Service de Chirurgie Plastique et Maxillo-Faciale, CHU Grenoble, BP 217 - 38043 Grenoble Cedex 09, Tél. : 04 76 76 56 41.

## Résumé

Le travail effectué dans le cadre de ce projet a eu pour objectif l'étude des mécanismes d'adaptation de locuteurs français à des perturbations importantes de leur capacité d'articulation de la parole. Plus précisément, nous nous sommes intéressés, d'une part, à une mesure quantitative de l'impact des perturbations sur les propriétés acoustiques du signal de parole et à la mise en relation de nos observations avec la nature de la perturbation, et, d'autre part, à l'observation de l'activité cérébrale associée aux mécanismes de compensation et de réapprentissage de la parole en condition perturbée. Deux types de perturbations ont été pris en considération : des perturbations artificielles, appliquées à des locuteurs normaux, et des perturbations pathologiques sur des locuteurs souffrant de cancers de la langue ou de la mandibule. La perturbation artificielle a consisté à empêcher le geste de protrusion/fermeture labiale au cours de la production du son [u] grâce à un tube de 2 cm de diamètre inséré entre les lèvres du locuteur. Les perturbations pathologiques consistaient en des modifications importantes de la géométrie du conduit vocal consécutives à l'apparition d'une tumeur puis aux actes chirurgicaux thérapeutiques du type mandibulectomie et glossectomie suivies de reconstruction totale ou partielle. Il convient cependant de préciser qu'au cours de ces deux dernières années, un seul patient a accepté de subir les examens d'imagerie cérébrale, et ceci n'a été possible qu'en situation pré-opératoire. C'est pourquoi, en l'état actuel d'avancement du projet et pour les perturbations pathologiques, seule l'analyse des données acoustiques est disponible.

Cette analyse a été centrée sur la production des voyelles et des consonnes plosives. Au total une trentaine de patients a pu être enregistrée en condition pré-opératoire et à deux reprises en condition post-opératoire. L'analyse complète de 12 d'entre eux a pu être menée à bien en condition pré-opératoire et pour le premier enregistrement post-opératoire. Nous avons extrait les paramètres suivants : valeurs des fréquences des 3 premiers formants pour les voyelles ; spectre du burst, durée de la tenue, durée du burst et VOT pour les plosives. Les conclusions sont les suivantes : (1) lorsque les insertions des muscles de la langue n'ont pas été dramatiquement affectées par l'acte chirurgical, on observe une compensation efficace de la perturbation lors de la production des voyelles, sans réorganisation importante du geste articulatoire, même si le volume lingual a été significativement modifié ; ces patients articulent aussi les consonnes de manière satisfaisante (spectre du burst correct), mais il arrive qu'un long bruit de friction soit observé consécutivement au relâchement de la consonne ; (2) lorsque les insertions musculaires sont détériorées (c'est le cas pour la plupart des opérations du plancher de la bouche et des hémiglossectomies et pour les glossectomies totales), toutes les voyelles sont très centralisées, et aucune compensation n'est observée ; la production des consonnes est aussi extrêmement dégradée, mais on observe parfois au niveau de la coordination source vocal-conduit vocal (durée de la tenue et VOT) des tentatives de compensation permettant une distinction entre plosives vélaires et plosives alvéolaires, et entre plosives sourdes et plosives voisées.

Pour des locuteurs non pathologiques, nous avons observé par IRM fonctionnelle les activations cérébrales associées à la production du [u] en condition normale et perturbée, et ceci pour 7 sujets préalablement entraînés. Nous avons pu montrer que dans la condition de production normale, c'était l'hémisphère gauche qui était activé essentiellement dans la zone périsylvienne, avec dans le gyrus frontal inférieur un pôle prémoteur (BA 6, mais pas l'aire de Broca, ni BA 44, 45, 47), et dans les aires non frontales, un pôle intégrant les informations polysensorielles en format somatotopique élaboré en fonction du but phonologique de l'action : c'est le gyrus supramarginal (BA 40). Dans la condition perturbée, nous observons clairement une dominance de l'hémisphère droit, avec un recrutement des homologues de Broca et du carrefour pariéto-occipito-temporal (POT) comprenant le gyrus supramarginal et Wernicke. Nous émettons l'hypothèse que cette activité accrue dans l'hémisphère droit pourrait être la manifestation de l'élaboration d'une nouvelle organisation articulatoire du [u] réclamant une nouvelle hiérarchie de ses composantes : le geste dominant des lèvres n'étant plus la tête du segment, et ce sont les composantes langue (recul) et larynx (abaissement) qui doivent prendre le relais, pour obtenir le même but acoustique (BA 40, contrôlé par BA 22). La dominance droite s'expliquerait par la mise en place d'une variante phonétique du [u], la perception des variantes inter et intralangue faisant appel à cet hémisphère, contrairement au traitement rapide dans l'hémisphère gauche des prototypes de la langue.

**Mots-clés :** Perturbations de production de la parole • Circuits neuronaux de la parole • Contrôle de la parole • Exérèse carcinologique • IRM Fonctionnelle.

**Nombre de participants :** Sciences du langage : 1 ; Traitement du Signal et de l'Information : 4 ; Imagerie cérébrale : 2 ; Chirurgie Maxillo-faciale : 1

**Nombre total d'hommes-mois :** 27

## Rappel des enjeux et objectifs fixés à l'origine

Le projet de recherche proposé visait à contribuer à une meilleure caractérisation des représentations de la parole chez le locuteur, en vue de mieux comprendre et de modéliser le contrôle, l'apprentissage et le ré-apprentissage de la production de parole, à des fins à la fois technologiques et d'aide à la rééducation fonctionnelle de patients atteints de troubles de l'articulation.

Pour cela nous avons choisi une démarche expérimentale classique qui s'appuie sur le paradigme des perturbations pour comprendre à la fois la parole non perturbée et certains aspects de la parole pathologique (pathologies de l'appareil périphérique de production uniquement). La justification de cette démarche expérimentale réside dans l'hypothèse que c'est en déstabilisant le système de production de la parole, dont les domaines physiques de réalisation sont multiples, que l'on pourra déterminer quels sont ses points d'appui, ses invariants, et quelles sont ses stratégies d'évolution et de réorganisation autour de ces points d'appui. Une telle démarche est à l'origine de nombreux travaux qui, en simplifiant, s'organisent autour de deux grands axes : (1) perturbations du système de production de la parole *versus* perturbations du système sensoriel (incluant l'audition) ; (2) perturbations artificielles (locuteurs normaux) *versus* perturbations pathologiques.

Nous avons comme objectif de travailler d'une part sur un ensemble de locuteurs normaux à qui nous devons appliquer

une perturbation labiale artificielle, et d'autre part sur un ensemble de patients atteints d'un cancer endobuccal et ayant subi une opération chirurgicale de leur appareil vocal, suivie éventuellement d'une reconstruction.

Nous avons proposé d'étudier les stratégies de compensation élaborées par les locuteurs à la fois à la lumière d'une analyse acoustique du signal de parole s'appuyant sur la mesure des caractéristiques spectrales et temporelles du signal de parole, et à travers des mesures par IRMf de l'activité cérébrale associée à la production de parole en condition normale et en condition perturbée. Pour tous les sujets nous avons comme objectif de procéder à une étude longitudinale fondée sur des enregistrements avant intervention puis à 3 mois, et 12 mois après pour les sujets pathologiques et pour les patients normaux, immédiatement après l'insertion du tube labial, puis 3 mois et 12 mois après. Nous avons proposé d'étudier 5 locuteurs normaux et 3 pathologiques.

## Résumé des résultats effectivement atteints

Dans le cadre de ce projet nous nous sommes intéressés d'une part, à une étude quantitative de l'impact des perturbations sur les propriétés acoustiques du signal de parole et à la mise en relation de nos observations avec la nature de la perturbation, et, d'autre part, à l'observation de l'activité cérébrale associée aux mécanismes de compensation et de ré-apprentissage de la parole en condition perturbée. Deux types de perturbations ont ainsi été pris en considération : des perturbations artificielles, qui ont consisté à empêcher le geste de protrusion/fermeture labiale au cours de la production du son [u], et des perturbations pathologiques sous la forme de modifications importantes de la géométrie du conduit vocal consécutives à des actes chirurgicaux thérapeutiques du type mandibulectomie et glossectomie suivies de reconstruction totale ou partielle.

Pour les locuteurs pathologiques, l'analyse a été centrée sur la production des voyelles et des consonnes plosives. Au total une trentaine de patients ont été sélectionnés en collaboration avec l'équipe de Chirurgie Maxillo-faciale du CHU de Grenoble (Pr Lebeau et collaborateurs) et ont pu être enregistrés en condition pré-opératoire et à deux reprises en condition post-opératoire. L'analyse complète de 12 d'entre eux a pu être menée à bien en condition pré-opératoire et pour le premier enregistrement post-opératoire. Nous avons extrait les paramètres suivants : valeurs des fréquences des 3 premiers formants pour les voyelles ; spectre du burst, durée de la tenue, durée du burst et VOT pour les plosives. Les renseignements fournis par l'équipe de Chirurgie Maxillo-faciale quant à la nature de l'intervention chirurgicale pratiquée sur les patients (pourcentage d'ablation des différents articulateurs, muscles touchés, type de reconstruction) nous ont permis de tirer les conclusions suivantes : (1) lorsque les insertions des muscles de la langue n'ont pas été dramatiquement affectées par l'acte chirurgical, on observe une compensation efficace de la perturbation lors de la production des voyelles, sans réorganisation importante du geste articulaire, même si le volume lingual a été significativement modifié ; ces patients articulent aussi les consonnes de manière satisfaisante (spectre du burst correct), mais il arrive qu'un long bruit de friction soit observé consécutivement au relâchement de la consonne ; (2) lorsque

les insertions musculaires sont détériorées (c'est le cas pour la plupart des opérations du plancher de la bouche et des hémiglossectomies et pour les glossectomies totales), toutes les voyelles sont très centralisées, et aucune compensation n'est observée ; la production des consonnes est aussi extrêmement dégradée, mais on observe parfois au niveau de la coordination source vocal-conduit vocal (durée de la tenue et VOT) des tentatives de compensation permettant une distinction entre plosives vélaires et plosives alvéolaires, et entre plosives sourdes et plosives voisées.

Pour les locuteurs observés par IRM fonctionnelle, en collaboration avec C. Segebarth (INSERM 438) et M. Baciú (LPE, Grenoble) les activations cérébrales associées à la production du [u] en condition normale et perturbée, et ceci pour 7 sujets préalablement entraînés. Nous avons pu montrer que dans la condition de production normale, c'était l'hémisphère gauche qui était activé essentiellement dans la zone péri-sylvienne, avec dans le gyrus frontal inférieur un pôle prémoteur (BA 6, mais pas l'aire de Broca, ni BA 44, 45, 47), et dans les aires non frontales, un pôle intégrant les informations polysensorielles en format somatotopique élaboré en fonction du but phonologique de l'action : c'est le gyrus supramarginal (BA 40). Dans la condition perturbée, nous observons clairement une dominance de l'hémisphère droit, avec un recrutement des homologues de Broca et du carrefour pariéto-occipito-temporal (POT) comprenant le gyrus supramarginal et Wernicke. Nous émettons l'hypothèse que cette activité accrue dans l'hémisphère droit pourrait être la manifestation de l'élaboration d'une nouvelle organisation articulaire du [u] réclamant une nouvelle hiérarchie de ses composantes : le geste dominant des lèvres n'étant plus la tête du segment, et ce sont les composantes langue (recul) et larynx (abaissement) qui doivent prendre le relais, pour obtenir le même but acoustique (BA 40, contrôlé par BA 22). La dominance droite s'expliquerait par la mise en place d'une variante phonétique du [u], la perception des variantes inter et intralingue faisant appel à cet hémisphère, contrairement au traitement rapide dans l'hémisphère gauche des prototypes de la langue.

## Publications issues du projet

- Baciú, M., Abry, C. & Segebarth, C. (2000). Equivalence motrice et dominance hémisphérique. Le cas de la voyelle [u]. Étude IRMf. In *Actes des 23es Journées d'Étude sur la Parole*, vol., pp. 213-216. Aussois, France.
- Savariaux, C., Perrier, P., Lebeau, J., Magaña, G. & Dorange-Pattoret, C. (2000). Production de parole après traitements de cancers de la cavité buccale. In *Actes des 23es Journées d'Étude sur la Parole*, vol., pp. 433-436. Aussois, France.

- Lebeau, J., Savariaux, C., Perrier, P., Bettiga, G. & Raphael, B. (2000). Evaluation fonctionnelle des reconstitutions endobuccales. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale*, 101 (2), 60-64.
- Savariaux, C., Perrier, P., Pape, D. & Lebeau, J. (2001). Speech production after glossectomy and reconstructive lingual surgery : a longitudinal study. In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Models and Analysis of Vocal Emissions for Biomedical Applications (MAVEBA)*. Firenze, Italy.

