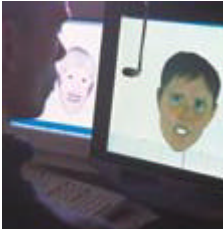




Sciences du langage



© E.Perrin/CNRS

La parole est à... la recherche

À Grenoble, des chercheurs issus de toutes les disciplines explorent un phénomène, aux frontières de l'intime et du social, dont on oublie parfois la complexité : la parole.

Promenade scientifique dans l'univers onirique du langage humain.

Le langage au CNRS

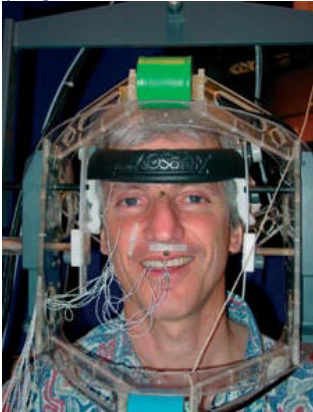
Les sciences du langage sont un axe fort des recherches menées au CNRS. Le 26 novembre dernier, les acteurs de cette thématique se sont réunis au siège de l'organisme pour un état des lieux de leurs travaux. Retrouvez la liste des 40 laboratoires concernés, les actes et les photos de cette journée sur [le site du CNRS](#).

On pourrait les écouter pendant des heures. Eux, ce sont les chercheurs de l'Institut de la communication parlée (ICP) de Grenoble. Et de quoi parlent-ils ? De la parole, tout simplement, mais avec une aisance que l'on prêterait volontiers à certains comédiens... Oui, la parole est une formidable énigme humaine. Dans leur centre de recherche blotti entre les montagnes, les chercheurs de l'ICP s'en font l'écho depuis plus de vingt ans. Bavards ? Peut-être. Mais passionnés. Leur laboratoire décortique la parole par toutes les voies possibles. De l'étude du conduit vocal à l'analyse des émotions, de la phonétique à la linguistique via la phylogenèse (quand avons-nous acquis la faculté de parler ?) ou l'étude des processus cérébraux, la liste est longue... Sans oublier les applications développées à l'ICP, de la robotique aux télécommunications en passant par le traitement des pathologies ! Dispersion ? Au contraire, répond Jean-Luc Schwartz, physicien de formation et directeur de ce laboratoire CNRS¹ : « *Aborder ainsi cette thématique est le seul moyen de réaliser notre rêve : comprendre un jour comment "fonctionne" la parole !* »

Premier obstacle, cette question simple en apparence : comment l'air se transforme-t-il dans notre corps pour produire un son, puis un mot ? Pour y répondre, une équipe de l'ICP a reproduit² le conduit vocal, des poumons – en fait une boîte d'environ 1 m³ qui distille de l'air comprimé – aux cordes vocales – deux petites pièces en métal. « *Si ce prototype unique au monde peut paraître naïf, il permet de reproduire un geste de parole mécanique basé sur le modèle humain, modifiable et reproductible à l'infini*, explique Xavier Pelorson,

qui dirige l'équipe Acoustique de l'ICP. *Grâce à lui, nous avons mis en évidence des phénomènes de tourbillons et de turbulences encore mal connus à la sortie du larynx.* » En outre, nos chercheurs sont parvenus à reproduire les phénomènes d'auto-oscillation des cordes vocales qui aboutissent à la voix... et, grande première, à mesurer les déplacements de ces cordes grâce à un laser. La médecine a déjà commencé à exploiter ces connaissances, pour le traitement des voix pathologiques par exemple. Plus inattendu : l'apnée du sommeil est aussi concernée. *« Dans ce trouble, l'arrêt de la respiration est dû à une occlusion partielle des voies aériennes supérieures »,* justifie Annemie Van Hirtum, chercheuse de l'équipe Acoustique. Jackpot !

Le dispositif de l'ICP permet d'étudier avec précision cette anomalie. Une collaboration avec le laboratoire TIMC³ et le CHU de Grenoble aboutira peut-être bientôt à un logiciel qui aidera le chirurgien à opérer cette pathologie – le taux de réussite n'est actuellement que de 50 % ! Mais la médecine n'est pas le seul « art » concerné : *« Les méthodes classiques de synthèse vocale donnent d'excellents résultats pour les voix parlées d'hommes, mais pas pour celles de femmes, d'enfants et les voix chantées, commente Xavier Pelorson. Et là, la modélisation physique est probablement la meilleure voie à suivre. »* Bien sûr, la route sera longue avant d'entendre une chanson sortir de la « bouche » du prototype. *« Il nous faut notamment analyser les mécanismes de contact des cordes vocales, analyse Nicolas Ruty, un doctorant de l'ICP. En effet, ce sont eux qui génèrent les hautes fréquences si caractéristiques de la voix humaine. »*

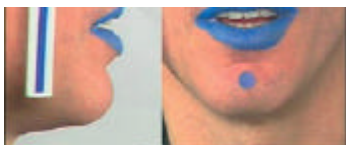


Cet appareil est capable de mesurer avec précision l'ensemble des événements articulatoires liés à la parole. Son nom ? l'articulographe.
© C.Savariaux/CNRS
Photothèque

Parole et musique sont décidément très liées... De son côté, Hélène Loevenbruck, linguiste à l'ICP, connaît bien la mélodie qui colore nos phrases : la prosodie, qui regroupe l'intonation, l'accentuation, le rythme et le phrasé. *« Une même phrase peut avoir quatre ou cinq sens : c'est la prosodie qui nous permet, en général, de percevoir le bon »,* commente la chercheuse. Chaque langue a sa prosodie, connue dès la naissance. Elle sert par exemple à hiérarchiser les informations et, plus surprenant, à gérer les tours de parole : *« Margaret Thatcher, par exemple, utilisait toujours une intonation descendante à la fin de ses phrases pour leur donner du poids, s'amuse Hélène Loevenbruck qui imite à merveille la célèbre Dame de Fer. Mais elle se faisait souvent interrompre car ses interlocuteurs pensaient qu'elle avait fini de parler après chaque phrase ! »* Au quotidien, notre linguiste travaille sur la focalisation, c'est-à-dire la manière de mettre en relief un élément d'un énoncé. Intonation, articulation, niveau de la voix : tous les moyens sont bons pour se faire comprendre. Et ça marche ! *« Une de nos études a montré que les gens reçoivent la focalisation comme une information importante et la comprennent très bien »,* détaille la chercheuse. C'est peut-être pourquoi cette aptitude n'attend pas le nombre des années : *« Le bébé pointe déjà du doigt pour désigner un objet, tout en disant "encore" »,* rappelle la linguiste. Progressivement, le larynx, la mandibule et la langue suppléent le doigt, mais ces deux types de « pointage » sont similaires. Pour preuve, nos chercheurs ont montré récemment que les zones du cerveau mobilisées étaient les mêmes dans les deux cas ! Chez l'adulte, le processus implique de nombreux mouvements faciaux. À l'ICP, tous ces « minigestes » sont analysés grâce à un « articulographe » électromagnétique.

À quelques portes de là, une équipe de chercheurs crée des « Machines parlantes ». *« Par parlantes, nous entendons deux choses, précise Gérard Bailly, qui anime cette équipe. Tout d'abord le son, bien évidemment. Mais aussi tout ce qui est visible sur le visage de deux interlocuteurs ! »* En effet, l'attention mutuelle est une actrice prépondérante dans une discussion face à face. Un exemple ? *« Quand je vous parle, je fixe vos yeux pour voir si vous me suivez, me comprenez et quel type d'émotions cela suscite en vous, décrit le chercheur. Mais quand je vous écoute, mon regard oscille entre vos yeux et vos lèvres. »* Non, votre interlocuteur ne vous fait pas remarquer un morceau de salade coincé entre vos dents. Il essaie juste de vérifier ce qu'il entend : *« Nous savons tous lire sur les lèvres, rappelle Jean-Luc Schwartz. Et nous en usons à chaque conversation ! »* Les scientifiques tentent donc de créer des personnages virtuels capables d'avoir ce type d'échanges. La démonstration faite au visiteur est éloquent : sur l'écran, un visage de femme répond à vos





Pour modéliser les mouvements des lèvres, les chercheurs ont une astuce : les maquiller en bleu. Avec un système classique de traitement d'images, on obtient ainsi une image parfaite des mouvements.

© C.Savariaux/CNRS Phototh.

requêtes en vous suivant du regard. Son secret ? Des capteurs laser, répartis tout autour de l'écran, qui repèrent le fond de vos yeux ! Pour créer ce personnage, nos scientifiques ont recouvert le visage d'une femme, réelle cette fois, de près de 400 billes dont ils ont mesuré les déplacements pour toutes les combinaisons possibles de deux phonèmes, soit près d'un millier ! Pour les lèvres, aucun problème. L'ICP a mis au point⁴ une méthode efficace pour étudier et modéliser les mouvements labiaux (voir encadré infra).

Ce n'est pas tout : à l'ICP, un personnage est en cours de création pour la chaîne de télévision Arte⁵. Sa mission : remplacer le télétexte pour les sourds et malentendants. La présentatrice virtuelle n'utilisera pas la langue des signes mais le Langage parlé complété, où « *des gestes de la main viennent compléter les mouvements des lèvres* », comme le décrit Jean-Luc Schwartz. Pour modéliser ces gestes, rebelote : nos Pygmalions modernes ont couvert de billes le visage et la main d'une femme et lui ont fait lire environ 230 phrases, qui couvrent à peu près tous les sons, en Langage parlé complété. Actuellement, ils tentent de doter leur Galatée d'une langue virtuelle qu'on jurerait voir parler... En effet, les chercheurs ont développé, en 2002, un des modèles fonctionnels de langue les plus performants au monde ! Mais ils ont un rêve plus ambitieux encore : « *Faire communiquer deux personnes à distance grâce à des clones virtuels qui répercuteraient leur discussion* », avance Gérard Bailly, le sourire aux lèvres. Pour cela, l'ICP prépare une salle d'expérimentation bien particulière : des « cobayes » humains y seront enfermés en compagnie d'un personnage virtuel sur un écran. Derrière les vitres, les chercheurs en tireront des enseignements précieux pour améliorer leurs clones informatiques. Des résultats qu'ils feront sûrement partager à leurs collègues de l'ICP, une soixantaine environ, autour d'une boisson chaude entre deux expériences. À l'entrée du laboratoire, la salle commune résonne en permanence de discussions animées. Une certitude : dans ce lieu de recherche et de vie, la parole ne s'envolera pas de sitôt.

Matthieu Ravaud

À voir :

www.icp.inpg.fr

Quand le cerveau tient parole

Pour les sciences du langage, les progrès de l'imagerie cérébrale sont une véritable aubaine : l'observation du cerveau permet en effet de comprendre de nombreux mécanismes liés à la parole. Un exemple ? Jean-Luc Schwartz s'y colle : « Si je vous dis : life, life, life, life, life, il y a de grandes chances pour que, à un moment donné, vous ayez entendu fly, fly, fly... » Les chercheurs de l'ICP ont récemment mis en évidence les réseaux cérébraux impliqués¹ dans ce basculement du sens bien connu des spécialistes, qui l'ont baptisé « effet de transformation verbale ». Cette découverte s'inscrit dans une recherche au long cours : les relations entre les systèmes de production et de perception de la parole restent en effet largement à décrire.

1-Ces travaux, effectués dans le cadre de la thèse de Marc Sato, en collaboration avec le Laboratoire de psychologie et neurocognition et l'unité « Neuro-imagerie fonctionnelle et métabolique », ont été publiés dans la revue *Neuroimage*, vol. 23, 2004, pp. 1 143-1 151.

1. Commun à l'Institut national polytechnique et à l'université Stendhal de Grenoble.
2. En collaboration avec l'université d'Eindhoven.
3. Techniques de l'imagerie, de la modélisation et de la cognition.
4. Le prototype a été développé par Tahar Lallouache.
5. En collaboration avec l'entreprise Thalès.

CONTACT

ICP, Grenoble, Gérard Bailly, bailly@icp.inpg.fr

Hélène Loevenbruck, loeven@icp.inpg.fr
Xavier Pelorson, pelorson@icp.inpg.fr
Jean-Luc Schwartz, schwartz@icp.inpg.fr

© CNRS