

AU CŒUR DE LA MACHINERIE DU LANGAGE

LE PÔLE DE RECHERCHE NATIONAL «EVOLVING LANGUAGE», LANCÉ EN JANVIER DE CETTE ANNÉE, S'EST FIXÉ COMME OBJECTIF DE DÉCORTIQUER LE LANGAGE, DE PLONGER DANS LA STRUCTURE LA PLUS INTIME DES LANGUES, D'EN COMPRENDRE L'ORIGINE ÉVOLUTIVE ET LES FONDEMENTS BIOLOGIQUES. PRÉSENTATION

Dossier réalisé par Vincent Monnet et Anton Vos



WHAT?!



0101 1 001 11
010 1 0?



BLA
BLA BLA
BLA





OK!



PSSST...!



BLA BLA
A BLA BLA BLA
A BLA ???



ARGH !!!

Mots d'amour, dialogues de sourds, brèves de comptoir, propos de boudoir, négociations, alexandrins, discours... L'une des adaptations les plus spectaculaires apparues au cours de l'évolution de l'être humain est sans doute sa capacité à s'exprimer et à communiquer par le langage oral. Cette caractéristique d'*Homo sapiens*, portée à un niveau de complexité sans égal dans le règne animal, peut être considérée comme un succès évolutif majeur si l'on se réfère au nombre de sons différents que notre espèce arrive à produire, aux combinaisons presque infinies de syllabes et de mots que ceux-ci peuvent former, à la quantité ahurissante de concepts (utiles autant que futiles) qu'ils permettent d'exposer dans des centaines d'idiomes distincts ou encore au rôle de la parole en tant que lubrifiant et organisateur social.

En même temps, il est frappant de constater à quel point le langage, que l'on utilise pourtant tous les jours, même pour ne rien dire, est, au fond, une faculté méconnue, en particulier du point de vue de son origine évolutive ou des conditions biologiques et neurologiques qui sont nécessaires à sa mise en application. Le Pôle de recherche national (PRN) *Evolving Language*, qui démarre officiellement le 1^{er} juin de cette année, compte bien combler un certain nombre de ces lacunes. Codirigé par les universités de Genève et de Zurich, ce vaste programme scientifique, financé pour quatre, et probablement huit ans par le Fonds national de la recherche scientifique (FNS), rassemblera des groupes de recherche actifs dans des domaines aussi divers que la linguistique, la philosophie, l'éthique, la biologie, les neurosciences, la psychologie ou l'informatique.



Anne-Lise Giraud

Professeure au Département des neurosciences fondamentales (Faculté de médecine) et codirectrice du PRN «Evolving Language»

1997 : Obtient son doctorat en neurosciences à l'Université de Lyon.

2001 : Fonde son propre groupe de recherche au Brain Imaging Centre de Francfort.

2004 : Nommée chargée de recherche au CNRS, en France.

2007 : Nommée directrice de recherche au CNRS.

2013 : Nommée professeure à la Faculté de médecine de l'UNIGE.

Entretien avec Anne-Lise Giraud, professeure au Département des neurosciences fondamentales (Faculté de médecine) et codirectrice du PRN avec Balthasar Bickel, professeur à l'Université de Zurich.

Campus : Qu'est-ce que les sciences du langage ?

Anne-Lise Giraud : L'étude du langage a longtemps été restreinte aux sciences humaines, essentiellement à la linguistique et à la philosophie. Ces disciplines se sont surtout intéressées à la structure (syntaxique, grammaticale...) et à l'évolution des langues les unes par rapport aux autres. À partir des années 1990, les progrès réalisés en neurosciences, en biologie et en psychologie ont commencé à offrir de nouveaux éclairages sur l'évolution biologique du langage et sur ses rouages fondamentaux, présents dans le cerveau, le cortex, les synapses ou encore les gènes. Encore plus récemment, l'informatique et l'intelligence artificielle ont ouvert de tout nouveaux champs de recherche dans les sciences du langage, que ce soit dans la reconnaissance vocale, la traduction automatique, la production de parole par les ordinateurs ou encore la mise au point de prothèses neurologiques (c'est-à-dire reliées au système nerveux) pour traiter les maladies du langage.

Les sciences du langage sont-elles une tradition à l'Université de Genève ?

Historiquement, l'UNIGE compte dans ses rangs le précurseur du structuralisme en linguistique, à savoir Ferdinand de Saussure (1857-1913), souvent présenté comme le fondateur de la discipline. Aujourd'hui, l'institution compte un nombre impressionnant de chercheuses et de chercheurs toujours actifs dans les sciences du langage au sens large. L'idée de concevoir un pôle de recherche national à Genève avait d'ailleurs déjà germé au début des années 2010. Elle ne s'était pas réalisée mais avait abouti à la création du réseau «communication et langage» fédérant des scientifiques provenant des Facultés de lettres, de médecine et de psychologie et sciences de l'éducation. Par la suite, le projet d'un PRN sur le langage a refait surface dans la perspective du nouvel appel d'offres émanant du FNS en 2018. Il se trouve que l'Université de Zurich avait alors un projet similaire. Au lieu de jouer la concurrence, nous nous sommes alliés. Un choix qui s'est avéré bénéfique car nos compétences sont complémentaires et nos objectifs alignés.

Quel est l'objectif principal du PRN «Evolving Language» ?

Le pôle cherche à comprendre pourquoi l'être humain est la seule espèce à maîtriser la communication interindividuelle à un tel niveau de complexité symbolique et syntaxique. Nous pensons que cette particularité est due à une convergence unique de traits (biologiques, neurologiques, cognitifs et sociaux...) qui sont par ailleurs largement distribués dans le règne animal. Pour atteindre notre but, nous avons décidé de créer des synergies transdisciplinaires et de donner un coup d'accélérateur à l'ensemble des champs de recherche en se concentrant, bien sûr, sur un nombre limité de thèmes précis. Pour résumer, on peut décliner le pôle *Evolving Language* selon trois axes majeurs.

Lesquels ?

Le premier est l'étude de la structure du langage, de la syntaxe, de la grammaire, etc. C'est le domaine traditionnel de la linguistique mais il est traité dans le cadre des nouvelles technologies et des moyens de communication. Par exemple, Paola Merlo, professeure associée au Département de linguistique (Faculté des lettres), dirige un projet portant sur l'évolution de la complexité linguistique et plus particulièrement de la «compositionnalité», un terme qui désigne une propriété du langage selon laquelle le sens d'une combinaison de mots (une phrase) dérive du sens des parties (les mots). Elle utilisera notamment des techniques de *deep learning* pour étudier comment la structure du langage naturel a progressivement évolué à partir d'une simple juxtaposition de chaînes.

Le deuxième axe de recherche du PRN est l'étude des mécanismes neurologiques qui rendent cette faculté possible. Nous allons consacrer des projets (*work-packages*) aux mécanismes de perception et de production du langage ainsi qu'à certaines pathologies qui touchent la fonction de la parole. Dans nos expériences, nous allons, entre autres, utiliser le chien comme modèle de recherche.

Quel est le deuxième axe de recherche du PRN ?

Il s'agit de déterminer les fondations biologiques du langage et l'étude des mécanismes neurologiques qui rendent cette faculté possible. Nous allons consacrer des projets (*work-packages*) aux mécanismes de perception et de production du langage ainsi qu'à certaines pathologies qui touchent la fonction de la parole. Dans nos expériences, nous allons, entre autres, utiliser le chien comme modèle de recherche.

Pourquoi ?

C'est le seul animal qui ait vraiment envie de nous parler. Les grands singes sont certes plus proches du point de vue évolutif mais ils ne montrent en général aucune volonté de communiquer avec l'humain.

« LE CHIEN EST LE SEUL ANIMAL QUI AIT VRAIMENT ENVIE DE NOUS PARLER. LES GRANDS SINGES NE MONTRENT AUCUNE VOLONTÉ DE COMMUNIQUER AVEC L'HUMAIN »

C'MON EVERYBODY!



On dit d'ailleurs du chien qu'il ne lui manque que la parole...

Le chien est bien sûr biologiquement incapable d'articuler des sons bien qu'on ait observé des tentatives d'imiter nos vocalises. Ce que nous voulons investiguer, c'est sa faculté à répondre aux ordres, voire tout simplement comprendre ce que nous lui disons sans exiger une action. Nous aimerions savoir jusqu'à quel point il utilise ou distingue des éléments de syntaxe comme la place du verbe dans une phrase. Selon certaines théories, notre cerveau posséderait, imprimé dans ses circuits d'une façon qui est encore un mystère, les structures syntaxiques que nous utilisons pour parler. Avec des linguistes de l'Université de Zurich, nous cherchons à reconstruire les liens abstraits qui existent entre les différents éléments d'une phrase et la manière dont ils seraient codés (entendre) puis décodés (parler) dans le cerveau. C'est un des plus grands défis scientifiques du pôle.

Comment allez-vous vous y prendre pour réaliser des expériences sur les chiens?

Nous n'allons pas implanter d'électrodes dans leur cerveau. Notre pôle de recherche va dans le sens d'une expérimentation animale uniquement basée sur la volonté de l'animal d'interagir avec nous et les machines, et donc totalement non invasive. Chez le chien, nous allons utiliser l'électroencéphalographie (EEG) pour mesurer les

oscillations neuronales, leur amplitude, leur localisation, leur fréquence, etc. Chez l'humain, ces mêmes oscillations neuronales peuvent être encore mieux appréhendées grâce à la magnétoencéphalographie (MEG). L'achat d'un appareil de magnétoencéphalographie est d'ailleurs prévu en synergie avec un projet de PRN. Ce sera le premier instrument de ce type en Suisse.

Quel est son avantage par rapport à l'EEG?

Les deux techniques sont complémentaires. Elles ne mesurent pas exactement les mêmes choses. L'EEG mesure les variations du champ électrique tandis que le MEG capte celles du champ magnétique. Le MEG se présente comme une sorte de casque, semblable à celui que l'on trouve chez le coiffeur. Il fonctionne sans contact direct. Il n'y a donc pas besoin de fixer des électrodes sur le crâne. Il est plus adapté que l'EEG pour mesurer les signaux de très haute fréquence et permet une reconstruction dynamique des activités neuronales à l'aide de modèles plus simples. Il est toutefois plus cher à l'achat et à l'utilisation.

Servira-t-il aussi à la recherche sur la production de la parole?

Oui. Cette partie de la recherche est essentiellement traitée par Marina Laganaro, professeure associée au laboratoire de neuro-psycho-linguistique (Faculté de psychologie et

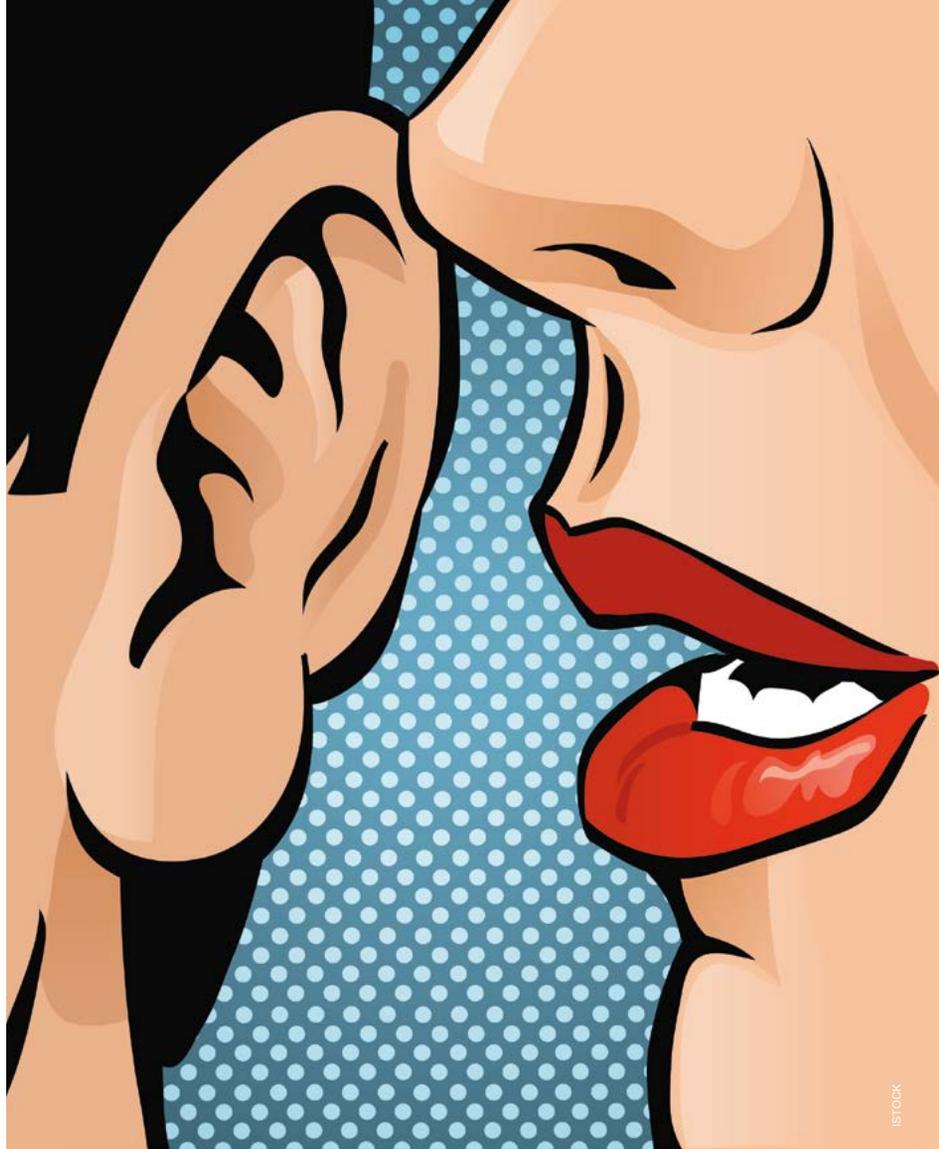
des sciences de l'éducation). Les fondations neurologiques de la production du langage recouvrent un domaine qui va de l'aire de Broca (une des principales zones du cerveau humain responsables du traitement du langage) aux articulateurs (mâchoire, langue, larynx, appareil respiratoire...), en passant par le cortex moteur, responsable des mouvements. On s'intéressera à toutes ces étapes séparément puis de manière un peu plus globale dans le cadre de certaines pathologies.

Lesquelles ?

Nous allons nous intéresser en particulier à l'aphasie (absence de voix) acquise, par exemple à la suite d'un accident vasculaire cérébral, et à la dyslexie phonologique, un trouble neuro-développemental qui provoque des difficultés dans la lecture. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la dyslexie est un problème plus auditif que visuel. En effet, l'apprentissage de la lecture passe par une association entre un graphème et un son que le cerveau peut isoler. Le problème, c'est que chez les dyslexiques, certaines des oscillations qui émergent du cortex auditif n'ont pas la bonne fréquence. Ces patients échantillonnent les sons autrement. Ils découpent la parole en davantage de morceaux plus petits que les personnes normales. Cela pose ensuite le problème d'une surcharge au niveau de la mémoire de travail, qui doit gérer plus d'informations à la fois, et, surtout, d'une distorsion du format représentationnel qui fait correspondre les sons aux graphèmes. Nous avons un article actuellement en phase de publication qui montre qu'une stimulation électrique transcrânienne (par courant alternatif) du cortex auditif chez des adultes dyslexiques à l'aide d'un signal réglé à la bonne fréquence permet d'obtenir de meilleures performances de perception des phonèmes et de lecture. Pour l'instant, l'effet est limité dans le temps. Mais il est possible qu'avec les enfants, qui ont des circuits neuronaux plus plastiques, les résultats soient meilleurs, voire durables. Cela dit, il est pour l'instant exclu de placer des électrodes électriques sur leur crâne. Nous réfléchissons à des expériences alternatives.

La dyslexie a-t-elle des causes génétiques ?

Oui, plusieurs gènes sont impliqués dans ce trouble du langage. Certains d'entre eux produisent des défauts dans la migration neuronale qui a lieu au cours du développement de l'enfant. Il en résulte que les cellules n'occupent pas leur place normale mais vont un peu trop loin et forment des sortes de petites bulles (des ectopies) à la surface du cortex. Nous pensons – ce n'est encore qu'une spéculation – que cette malformation est à l'origine de la fréquence trop rapide des oscillations neuronales.



ISTOCK

Combien de gènes sont impliqués dans le langage ?

Il y en a des centaines mais la génétique du langage reste un domaine peu exploré dans le monde. D'ailleurs j'aimerais développer cette direction de recherche à Genève durant la deuxième phase du PRN *Evolving Language* qui commencerait en 2024. Je compare souvent le langage humain à la tour Eiffel. C'est un édifice complexe composé de très nombreux éléments qui assurent sa stabilité. Il est aussi robuste car même si on dévisse un certain nombre de boulons, il reste debout. Mais si on en enlève un peu trop, l'ensemble finit par s'effondrer. L'idée consiste à comprendre comment est agencé ce mécano géant qu'est la tour Eiffel du langage, sorte de tour de Babel de l'ère génétique.

Comment cela se fait-il que l'être humain soit le seul à avoir développé un langage aussi sophistiqué ?

Cette question est celle qu'aborde le troisième axe du pôle, à savoir les conditions sociocognitives du langage. *Homo sapiens* est une espèce sociale au sein de laquelle la collaboration joue un rôle très important. Il est probable qu'une très grande pression sociale, ajoutée à des traits cognitifs favorables ont rendu possible l'apparition du langage. Mais nous considérons que, même pour cette faculté en apparence unique, l'être humain n'est pas si éloigné des autres animaux. C'est pourquoi le PRN compte de nombreux biologistes qui étudient d'autres espèces animales sur le terrain.

Lesquelles ?

L'objectif est de construire une sorte d'arbre phylogénétique de l'évolution du langage, sur l'exemple de celui qui existe pour l'évolution des espèces. Cet arbre comprendrait les nombreuses espèces animales qui ont développé des formes de communication par vocalisation. On a par exemple identifié chez certains singes des prémices de « compositionnalité ». Certains individus émettent en effet des vocalises différentes, chacune chargée d'un sens

« IL Y A DES CENTAINES DE GÈNES IMPLIQUÉS DANS LE LANGAGE. MAIS CELA RESTE UN DOMAINE PEU EXPLORÉ DANS LE MONDE »

spécifique, et qu'ils combinent pour faire passer un message à leurs congénères. On sait aussi que les oiseaux chanteurs sont capables de produire des sons qui sont en apparence combinés. Cependant, ils le font moins pour communiquer que pour imiter ou séduire. Les suricates possèdent, quant à eux, un certain nombre de pépiements, trilles, grognements et autres aboiements dans leur répertoire vocal pour informer les autres membres de leur groupe d'un éventuel danger ou autre. Nous pensons aussi à développer une expérience pour les chiens domestiques. On leur proposerait une série de buzzers, chacun correspondant à un mot différent, qui leur permettrait de former éventuellement des embryons de phrases avec des prémices de syntaxes en évitant, bien sûr, de tomber dans le travers du conditionnement, qui n'est pas du tout le but recherché. Bref, les exemples sont légion et sont tous intéressants car ils nous montrent la large palette des traits cognitifs nécessaires à la communication.

Comment se divise le travail entre les deux principaux contributeurs du PRN, les universités de Genève et de Zurich ?

En gros, l'Université de Genève s'occupe principalement des aspects neuroscientifiques, psychologiques et informatiques. Celle de Zurich est plus active dans les domaines

de la linguistique et de la biologie animale, avec l'Université de Neuchâtel. Cela dit, les frontières dans le PRN sont grandes ouvertes et d'autres institutions y participent : c'est le cas pour l'instant des universités de Bâle, à Fribourg et à Lausanne, les écoles polytechniques fédérales de Lausanne et de Zurich, ainsi que l'Institut d'intelligence artificielle perceptive de Martigny (Idiap).

Combien de personnes sont impliquées dans Evolving Language ?

Nous sommes une trentaine de chercheuses et de chercheurs principaux, accompagnés de leurs équipes, ce qui fait d'emblée plus d'une centaine de personnes. Pour la première phase allant de 2020 à 2023, le PRN bénéficie d'un budget de 34,6 millions de francs (dont 17 millions provenant du Fonds national pour la recherche scientifique). Tous nos projets de recherche sont collaboratifs, c'est-à-dire qu'ils sont supervisés par deux chercheurs issus de deux institutions différentes et bénéficient de la collaboration de plusieurs autres membres du PRN.

Quelles sont les plateformes que vous allez mettre en place ?

Nous allons concevoir un cursus doctoral visant à aider les étudiantes et les étudiants à choisir un parcours intelligent à travers l'offre existante en matière de sciences du langage dans toutes les universités suisses. Nous allons aussi organiser une école d'été annuelle dont la première aura lieu début septembre. Par ailleurs, le PRN fonctionnera avec des *task forces* transversales destinées à éviter les doublons et à créer une culture commune. Dans ce cadre, nous utiliserons et enrichirons une plateforme technologique déjà existante (*La Brain Computer Interface* du Campus Biotech). Nous offrirons l'accès à des bases de données (il existe entre autres des collections considérables d'enregistrements de conversations de toutes sortes à l'Université de Zurich qui doivent pouvoir être exploitées de manière optimale) et à des outils statistiques pour les traiter. Il y aura aussi des *task forces* plus théoriques qui aborderont des sujets comme celui des concepts, afin que tous les participants partagent un répertoire de notions communes, ou celui de l'éthique, une notion cruciale pour aborder des problèmes liés à l'intelligence artificielle ainsi qu'au traitement des troubles du langage par des moyens de neuro-ingénierie.

Pensez-vous déjà à la postérité du PRN ?

Notre but à long terme est de créer un institut national pour l'étude interdisciplinaire de l'évolution du langage, qui permettra non seulement de pérenniser les activités du pôle, mais de les faire évoluer. Il entrera en fonction après la seconde phase du pôle qui se déroulera de 2024 à 2027.



APPRENTISSAGE

« JE SUIS NUL EN LANGUES ! » UNE ÉTUDE SE PENCHE SUR LES DIFFÉRENCES ENTRE INDIVIDUS

TOUT LE MONDE N'EST PAS ÉGAL FACE AU LANGAGE. CERTAINS ONT PLUS D'APTITUDES QUE D'AUTRES POUR L'APPRENTISSAGE D'UN NOUVEL IDIOME. D'OÙ VIENNENT CES DIFFÉRENCES INTERINDIVIDUELLES ? NARLY GOLESTANI, CODIRECTRICE D'UN PROJET AU SEIN DU PRN « EVOLVING LANGUAGE », MÈNE L'ENQUÊTE.



Narly Golestani

Professeure associée à la Section de psychologie (Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation)

2002: Thèse de doctorat en psychologie clinique à l'Université McGill au Canada.

2009: Boursière d'excellence à l'Université de Genève.

2012: Professeure assistante au Département des neurosciences cliniques.

On peut être doué pour la prononciation de mots en langue étrangère tout en faisant beaucoup de fautes de grammaire. À l'inverse, on peut maîtriser parfaitement une nouvelle syntaxe mais, en même temps, être affligé d'un terrible accent ou avoir de la peine à apprendre de nouveaux mots dans un autre idiome que le sien. Plus radicalement, on peut être globalement mauvais dans l'apprentissage de langues ou, au contraire, jouir de toutes les aptitudes à la fois dans ce domaine. Bref, la nature distribue ses largesses un peu au hasard et les différences interindividuelles en matière de linguistique sont nombreuses.

Comprendre pourquoi ces variations existent, déterminer leurs causes, les dissocier, voire même les prédire: ce sont précisément les objectifs d'un des projets du Pôle de recherche national (PRN) *Evolving Language* qui devrait démarrer le 1^{er} juin. Codirigée par Narly Golestani, professeure associée à la Section de psychologie (Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation), et Raphael Berthele, professeur à l'Institut de plurilinguisme de l'Université de Fribourg, cette étude, qui durera quatre ans, prévoit d'enrôler quelque 150 participants. Ils seront soumis à une batterie de tests permettant d'évaluer leurs aptitudes linguistiques comme des fonctions cognitives plus générales, ainsi qu'à de l'imagerie cérébrale.

« Dans le premier volet, nous nous intéresserons à une cinquantaine d'adultes sains – c'est-à-dire ne présentant aucun trouble du langage, explique Narly Golestani. Dans le second, nous aimerions comparer deux groupes d'une cinquantaine

d'adolescents (entre 13 et 16 ans) dont l'un est composé de personnes souffrant de dyslexie. La difficulté de notre recherche, c'est qu'il va falloir trier parmi le très grand nombre de variables qui entrent en jeu dans l'apprentissage du langage et qui peuvent expliquer les différences d'aptitude constatées. »

L'idée du projet consiste à mesurer et à tisser des liens entre ces variables, dont certaines sont directement associées à la linguistique tandis que d'autres pourraient, à première vue, en paraître éloignées. Les personnes dont le cortex auditif est capable d'un traitement plus fin que la moyenne ont-elles plus d'aisance dans l'apprentissage

LA NATURE DISTRIBUE SES LARGESSES UN PEU AU HASARD ET LES DIFFÉRENCES INTERINDIVIDUELLES EN MATIÈRE DE LINGUISTIQUE SONT NOMBREUSES

des sons? Les individus plus doués pour les fonctions exécutives, telles que la planification ou la mémoire de travail, maîtrisent-ils mieux la grammaire? Et ceux qui sont gratifiés d'un contrôle moteur manuel particulièrement bon sont-ils aussi meilleurs dans la prononciation de mots d'une langue étrangère?

Les chercheurs comptent soumettre les participants à des tests linguistiques classiques permettant d'évaluer les capacités grammaticales, syntaxiques, lexicales (par exemple, de vocabulaire), phonétiques (tant dans la production que dans la perception des sons) et aussi d'écriture et de lecture. Ils mesureront également des facultés plus

générales comme les facultés attentionnelles, exécutives, auditives, ainsi que la capacité d'extraire les règles d'une nouvelle grammaire, la liste n'est pas exhaustive.

Que des monolingues Les chercheurs prendront soin de n'enrôler que des personnes monolingues, c'est-à-dire qui ne parlent couramment qu'une seule langue (tout en

acceptant le fait que la plupart des gens ont forcément une expérience, même limitée, dans au moins une deuxième langue). Chez les individus parfaitement bilingues, trilingues ou plus, il est considérablement plus compliqué d'isoler l'aptitude innée à apprendre une nouvelle langue de leurs compétences, améliorées par l'entraînement considérable que représente la pratique courante de plusieurs langues.

« Cela dit, on ne peut pas exclure que certains de nos monolingues soient musiciens, ce qui peut aussi créer des biais, souligne Narly Golestani. Les musiciens ont en effet une expérience auditive en moyenne plus développée que les autres, ce qui améliore certaines des aptitudes nécessaires au langage. Dans le même registre, certains monolingues manient davantage leur langue quotidiennement, pour leur travail par exemple, que d'autres, ce qui augmente aussi leur expérience dans ce domaine et peut masquer les variations interindividuelles que nous aimerions détecter. »

Les participants passeront certains de ces tests par ordinateur et d'autres allongés dans un appareil d'imagerie par résonance magnétique (IRM). L'IRM fonctionnelle permettra de visualiser quelles régions sont activées durant quelles tâches, tandis que l'IRM structurelle fournira des informations sur l'anatomie du cerveau, telles que le volume de régions bien spécifiques, l'épaisseur du cortex, la connexion entre les zones, etc.

« Nous savons déjà un certain nombre de choses dans ce domaine, note Narly Golestani. Des études assez anciennes ont par exemple montré que les individus doués dans l'apprentissage de sons utilisés dans des langues étrangères possèdent aussi une région du cortex auditif qui est plus volumineuse. Des recherches plus récentes, y compris les miennes, se sont concentrées sur des aspects particuliers du langage et leur ancrage dans le cerveau, comme la perception ou la production phonétique, des capacités syntaxiques, etc. Notre projet au sein du PRN a cela de nouveau qu'il va, pour la première fois, mesurer un grand nombre de variables différentes, toujours chez les mêmes personnes. »

Pour pouvoir tisser des liens entre ces données, qui promettent d'être très abondantes, l'équipe de chercheurs compte s'appuyer sur la puissance informatique et en particulier sur des techniques très pointues d'analyse des données, dont le *machine learning*, ou l'apprentissage automatique. C'est grâce à ces méthodes de pointe que les chercheurs espèrent faire ressortir des relations cachées entre des variables auxquelles ils n'auraient pas pensé intuitivement. Et ainsi identifier les causes possibles – et inédites, qui sait – responsables des différences interindividuelles dans les aptitudes linguistiques.

« LES MUSICIENS ONT UNE EXPÉRIENCE AUDITIVE EN MOYENNE PLUS DÉVELOPPÉE QUE LES AUTRES, CE QUI AMÉLIORE CERTAINES DES APTITUDES NÉCESSAIRES AU LANGAGE »

Les résultats de ce projet pourraient permettre le développement de nouvelles approches thérapeutiques pour soigner les personnes souffrant de troubles du langage, qu'il s'agisse de difficultés de lecture, de traitements phonologiques ou autres. Il est trop tôt pour évoquer des pistes plus précises, le projet ayant à peine démarré, mais elles pourraient ressembler à des solutions qui existent déjà dans la littérature scientifique. L'une d'elles, par exemple, cible les patients dyslexiques et vise à améliorer leur traitement défaillant des sons rapides. On leur fait entendre des sons brefs, tels que les consonnes t, p ou k, mais de manière ralentie, afin qu'ils puissent être correctement assimilés et associés aux symboles correspondants. Par la suite, on repasse les sons progressivement à la vitesse normale.

Bases de données « Bien que cette partie du travail ne fasse pas formellement partie du PRN, nous prévoyons également des collaborations avec des équipes européennes dans le but d'exploiter des bases de données similaires mais produites par des études de grande envergure menées sur des milliers de participants, ajoute Narly Golestani. Elles comprennent des résultats de nombreux tests, dont certains évaluent les capacités linguistiques comme la production de mots, l'apprentissage associatif. Ces bases de données, notamment une britannique qui s'appelle UK Biobank, contiennent aussi des informations cérébrales et même génétiques sur les participants. »

La dimension génétique du langage permettrait d'ailleurs d'identifier parmi les aptitudes – ou les lacunes – linguistiques celles qui seraient innées. Elle compléterait ainsi le tableau des causes liées à l'apprentissage, à l'expérience ou encore à la plasticité cérébrale.



LE SENS EST (AUSSI) DANS LE RYTHME

La prosodie donne du sens aux paroles. Une question, par exemple, n'a pas la même mélodie qu'une affirmation ou qu'un ordre.

L'intonation et le rythme que l'on donne à ses paroles aident aussi au traitement du langage par le cerveau. C'est à cet aspect paralinguistique que va s'intéresser le second projet (pour le premier, lire l'article principal) de Narly Golestani, professeure associée à la Section de psychologie (Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation), au sein du Pôle de recherche national (PRN) *Evolving Language*.

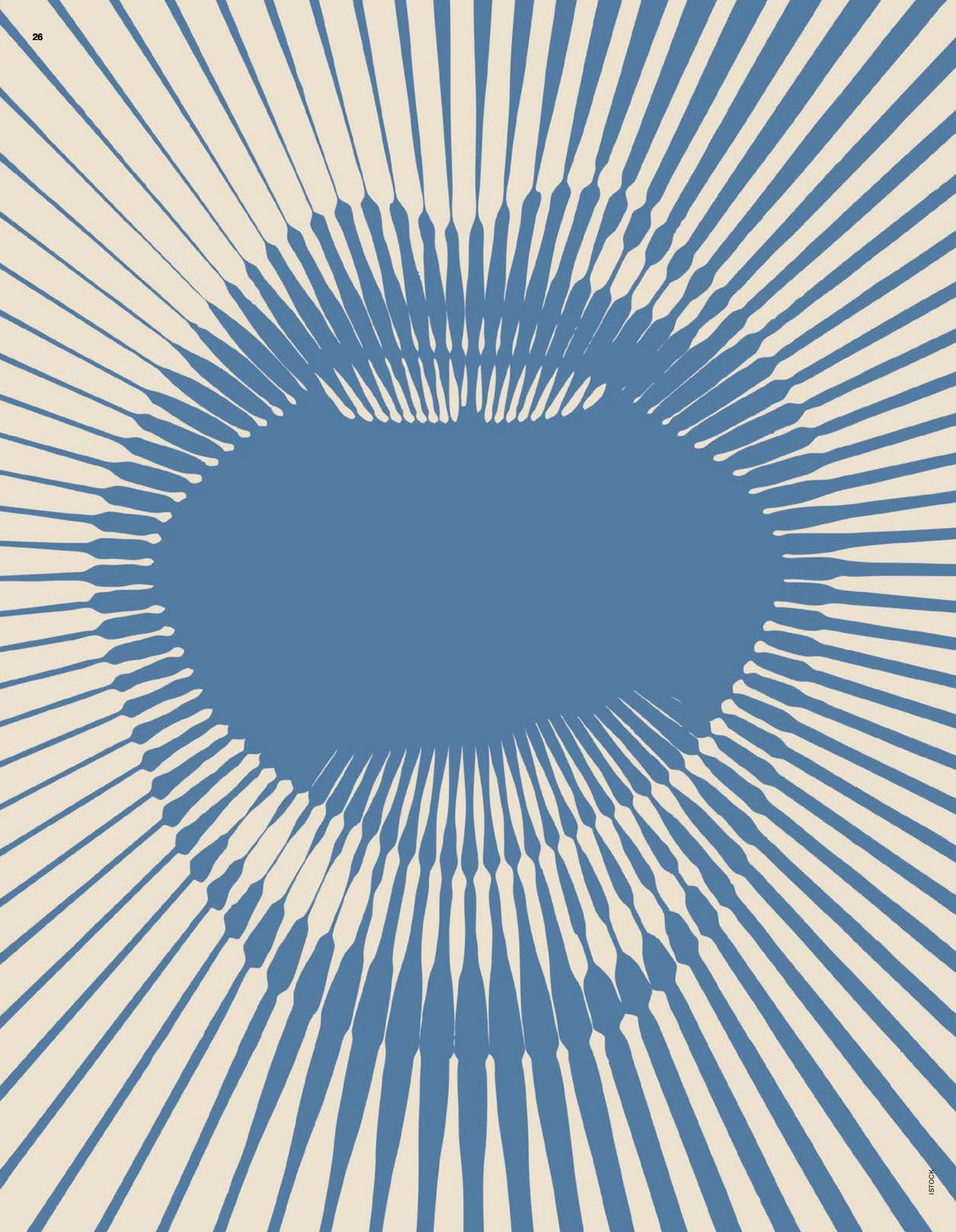
« On sait grâce aux travaux du psychologue français Jacques Mehler (décédé le 11 février dernier à l'âge de 83 ans) que les bébés,

dès la naissance, arrivent à distinguer des langues les unes des autres ou, du moins, à reconnaître celles qui n'appartiennent pas à la même classe rythmique que la langue maternelle, explique Narly Golestani. Ils y parviennent grâce à la prosodie. Les bébés perçoivent en effet la prosodie linguistique quand ils sont encore dans le ventre de la maman. Leur cortex auditif est déjà en place dans les dernières semaines de la grossesse. Ils ne distinguent pas les sons individuels, filtrés par le liquide amniotique, mais bien leur mélodie. Après la naissance, on pense que la prosodie aide à séparer le flot de paroles en mots distincts et, plus tard, à faire le lien entre ces mots et donc à donner du sens aux phrases. »

L'étude de « la prosodie au sens », que la chercheuse genevoise codirige avec Martin Meyer, professeur au Linguistik Zentrum de l'Université de Zurich, consistera à mesurer l'activité cérébrale de volontaires adultes grâce à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) alors qu'ils sont soumis à des phrases normales ou filtrées de manière à en cacher le sens mais pas le rythme et les intonations. Le but est de déterminer à quel point la prosodie aide à comprendre le sens du langage et comment le cerveau traite les sons qui lui parviennent dans ces différentes conditions.

Dans un deuxième volet, les chercheurs envisagent de réaliser

du « neurofeedback IRMf en temps réel ». Toujours installés dans l'IRMf, les participants seront cette fois-ci invités à activer une zone particulière du cerveau (impliquée justement dans le traitement de la prosodie), rien qu'en regardant un curseur indiquant en direct le niveau d'activité de la région en question. « Nous aimerions mesurer si cet entraînement très spécifique améliore leurs capacités dans le traitement prosodique », expose Narly Golestani. Cela pourrait s'avérer utile pour les personnes qui ont des difficultés dans ce domaine. Il existe en effet des gens, que l'on dit *aprosodiques*, qui ont plus de peine à comprendre le sens que la prosodie peut donner à la parole. »



PRODUCTION DE LANGAGE

QUAND PARLER DEVIENT UNE ROUTINE

PRONONCER UNE SYLLABE DEMANDE **UN CONTRÔLE MOTEUR D'UNE GRANDE FINESSE**. APRÈS DES ANNÉES D'ENTRAÎNEMENT, CETTE TÂCHE DEVIENT UN AUTOMATISME ET NE REQUIERT PLUS AUTANT DE RESSOURCES COGNITIVES. UN PROJET DU PRN « EVOLVING LANGUAGE » SE PENCHE SUR CETTE TRANSITION.



Marina Laganaro

Professeure associée à la Section de psychologie (Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation)

1993: Master en logopédie à l'Université de Genève

2002: Thèse de doctorat en psychologie à l'UNIGE

2008: Professeure assistante à l'Université de Neuchâtel

2014: Professeure associée à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation.

On estime que pour maîtriser de manière « experte » un geste moteur, il faut plusieurs milliers d'heures de pratique. Il peut s'agir du mouvement sûr d'un peintre ou d'un pianiste mais aussi un de ceux – plus banals mais non moins exigeants en précision – que l'on utilise pour parler. Les spécialistes ont calculé que durant les dix premières années de sa vie, si on admet qu'il passe l'équivalent d'une heure par jour à causer sans arrêt, un enfant articule en tout environ un million de syllabes. Ce qui correspond à prononcer 2000 fois chacune des 500 syllabes les plus communément utilisées dans la langue française. Conclusion : comme il s'agit d'une valeur moyenne, il est probable qu'il faille plus de dix ans pour que l'opération consistant à émettre les séquences de sons du langage devienne ce qu'on appelle une « routine » motrice et cognitive.

Telle est en tout cas l'hypothèse de travail d'un des deux projets de recherche du Pôle de recherche national *Evolving Language* que codirige Marina Laganaro, professeure associée à la Section de psychologie (Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation).

« Nous aimerions étudier le processus cognitif qui est à l'œuvre lorsque nous parlons, explique-t-elle. Je ne m'intéresse donc pas aux aspects linguistiques du phénomène mais seulement à la planification et à l'exécution des opérations physiques nécessaires à la production de la parole, c'est-à-dire à ce qu'on appelle les gestes de parole. Plus particulièrement, on se demande à partir de quel moment dans l'évolution et dans le développement humain, ces gestes deviennent automatiques. Autrement dit, quand résultent-ils de l'activation de routines stockées dans le cortex plutôt que d'actions motrices élaborées en direct ? »

Du muscle au neurone Longtemps, les spécialistes du langage ont pensé que l'être humain était, à l'exception de certains oiseaux et quelques exemples chez les mammifères qui se comptent sur les doigts d'une main, la seule espèce capable d'articuler distinctement des séquences de sons intelligibles. En particulier, il leur semblait que les grands singes, nos plus proches cousins du point de vue évolutif, étaient dépourvus de cette faculté.

En réalité, des recherches plus récentes ont montré que ces primates disposent d'une mécanique articulatoire suffisante pour produire les sons que nous utilisons pour parler – ou du moins une partie d'entre eux. Ce qui leur manque, par contre, c'est le contrôle cognitif assez fin des gestes moteurs de la parole. C'est ainsi que le problème s'est déplacé de l'anatomie des articulateurs (mâchoire, langue, larynx, appareil respiratoire...) vers le cerveau.

« Nous n'allons pas investiguer le singe, précise tout de suite Marina Laganaro qui collabore sur ce projet avec Volker Dellwo, professeur associé à l'Institut de linguistique computationnelle de l'Université de Zurich. Le but est d'étudier la production de la parole chez l'enfant, l'adolescent et l'adulte et de mesurer les signaux corrélés dans l'activité cérébrale à l'aide de l'électroencéphalogramme (EEG). »

Produire une syllabe exige la coordination de beaucoup de muscles – il en faut près de 200 en tout pour parler. Articuler des sons intelligibles demande donc un contrôle très fin de ces séquences motrices. Ces dernières sont devenues automatiques à l'âge adulte mais pas encore chez l'enfant de 6 ans, même s'il connaît déjà l'ensemble des sons (phonèmes) et leurs combinaisons (syllabes) les plus communs de sa langue maternelle.

ON ESTIME QUE, DURANT LES DIX PREMIÈRES ANNÉES DE SA VIE, UN ENFANT ARTICULE EN TOUT ENVIRON UN MILLION DE SYLLABES

«*Nous voulons également comparer la production de syllabes avec celle de séquences qui ne font pas partie du langage parlé (le non-speech) tels que les bruits faits par un bisou, un soupir ou un claquement de langue, explique Marina Laganaro. Ces bruits mobilisent les mêmes articulateurs que les paroles. Leur intérêt dans l'expérience réside dans le fait qu'ils ne font pas appel à des routines aussi entraînées chez les adultes que la parole et demandent un degré plus important de planification.*»
Ce domaine n'est pas une nouveauté pour Marina Laganaro. Dans un article paru en avril 2020 dans la revue *Brain and Language*, le groupe de la chercheuse genevoise a en effet montré, grâce à l'EEG, que la planification motrice des mouvements *speech* et *non speech* recrute

« NOUS AVONS DÉJÀ IMAGINÉ DES SCÉNARIOS DE RÉALITÉ VIRTUELLE TELS QU'UN MARCHÉ DANS LEQUEL ON VEND DES FRUITS EXOTIQUES AUX NOMS INCONNUS »

les mêmes réseaux de neurones mais avec des dynamiques temporelles différentes. De plus, la production de syllabes existantes dans la langue mais utilisées plus rarement recourt à une dynamique de recrutement des réseaux neuronaux intermédiaire entre le *speech* et le *non-speech*.

«*L'EEG n'est pas très performant pour délimiter spatialement des aires cérébrales actives mais nous fournit des mesures temporelles très précises, note Marina Laganaro. Dans l'expérience que nous sommes en train de mettre sur pied, nous allons nous intéresser aux processus de planification et de programmation de la production de la parole et donc aux instants précédant l'émission du premier son.*»

La chercheuse souligne enfin que cette recherche est avant tout fondamentale. Il est cependant possible que certains résultats puissent un jour avoir des retombées sur le traitement de personnes souffrant de dysarthrie ou d'apraxie de la parole, c'est-à-dire de troubles de la production de la parole apparus à la suite d'une lésion cérébrale par exemple.

Aphasie Le deuxième projet que Marina Laganaro codirige au sein du PRN avec Silvia Brem, professeure au Département de psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent de l'Université de Zurich, concerne non pas la production de la parole mais le langage, c'est-à-dire cette faculté abstraite qui implique la planification aux divers niveaux linguistiques nécessaires pour parler (la syntaxe, le lexique, la phonologie...). Dans ce volet, la chercheuse genevoise, qui est aussi coresponsable du master en logopédie à l'UNIGE, s'intéressera plus particulièrement à la pathologie de l'aphasie acquise après une lésion cérébrale.

«*L'aphasie, c'est la perte du langage chez quelqu'un qui le maîtrisait, explique-t-elle. La personne est capable d'articuler tous les sons de la parole mais souffre de troubles du langage dont le plus fréquent est l'incapacité de trouver des mots. Beaucoup de thérapies tournent autour de ce point. Nous allons tester si les nouvelles technologies, et en particulier la réalité virtuelle, peuvent être des outils efficaces dans le traitement de l'aphasie, à savoir le réapprentissage ou la récupération de l'accès aux mots.*»

Dans un premier temps, l'étude n'enrôlera que des individus sains, représentatifs de la population générale. L'expérience consistera à enseigner aux volontaires des mots qui leur sont inconnus afin de simuler la perte subie par les personnes aphasiques. Aidés là encore par l'EEG, Marina Laganaro et ses collègues compareront le processus d'apprentissage mené dans des conditions de réalité virtuelle et dans celles d'une rééducation logopédique classique.

«*La réalité virtuelle permet de recréer des situations d'immersion, assure la chercheuse. Nous ne savons pas encore si cela se fera avec un masque sur les yeux ou à l'aide d'un avatar à l'écran. Mais nous avons déjà imaginé des scénarios comme un marché dans lequel on vend des fruits exotiques aux noms inconnus, des magasins d'instruments de musique anciens que plus personne ne connaît, des métiers avec des outils dont on a oublié l'existence, etc. Est-ce que l'apprentissage de nouveaux mots dans ces conditions est équivalent à celui mené dans une structure classique ? Faut-il le même nombre de répétitions (drills) avant que la nouvelle connaissance soit durablement imprimée dans la mémoire ?*»

PSSST...!



LA STIMULATION TRANSCRÂNIENNE DOPE L'APPRENTISSAGE. PAS CHEZ TOUT LE MONDE

La stimulation de l'activité de certaines régions du cerveau à l'aide d'un champ électrique ou magnétique extérieur n'est pas une technique nouvelle. Elle est utilisée depuis des décennies pour le diagnostic de certaines lésions neurologiques et dans la recherche médicale pour améliorer la récupération de facultés perdues (dont le langage) après un accident cérébral vasculaire, par exemple. « Le problème, c'est que ces méthodes ne fonctionnent pas avec tous les patients, explique Adrian Guggisberg, professeur associé au Département de neurosciences cliniques (Faculté de médecine). On ignore pourquoi on obtient des progrès avec certains mais pas avec d'autres. On ne sait pas non plus exactement ce qui se passe dans le cerveau lorsqu'on applique ces champs électriques ou magnétiques. Nous observons parfois des résultats paradoxaux qui rendent le processus très difficile à théoriser. En collaboration avec Marina

Laganaro, professeure associée à la Section de psychologie (Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation), nous avons donc conçu un projet expérimental, au sein du Pôle de recherche national (PRN) Evolving Language, qui devrait nous permettre d'y voir plus clair. »

La stimulation transcrânienne magnétique ne nécessite aucun contact avec la tête du patient. Le dispositif génère un champ magnétique variable assez fort pour induire dans le cerveau des courants ioniques (c'est-à-dire des courants électriques véhiculés par des ions) et activer des réseaux de neurones. En stimulant des zones cérébrales impliquées dans le contrôle moteur, il est ainsi possible de mesurer la réponse des muscles correspondants et de détecter, le cas échéant, la présence d'une pathologie neuromusculaire. Il y a une vingtaine d'années, les chercheurs se sont rendu compte qu'en appliquant des impulsions

magnétiques de moindre intensité mais à répétition, on n'active plus de muscles mais on exerce une influence sur l'activité neuronale. À un rythme d'une impulsion par seconde, on inhibe les neurones qui se situent juste sous le dispositif magnétique. À dix, on les excite. L'application de cette méthode à des fins d'apprentissage (ou de rééducation) est devenue un objectif au long cours avec des résultats toutefois mitigés.

Ni invasive ni dangereuse, la stimulation électrique passe par l'application de deux électrodes (une anode et une cathode) sur le crâne. Le contact électrique est assuré par des éponges trempées dans une solution d'eau salée. Le dispositif envoie un faible courant continu qui module le potentiel électrique de repos des neurones qu'il traverse. Sous l'anode, l'activité des cellules nerveuses est excitée, sous la cathode, elle est inhibée. La méthode est utilisée dans des traitements de récupération de

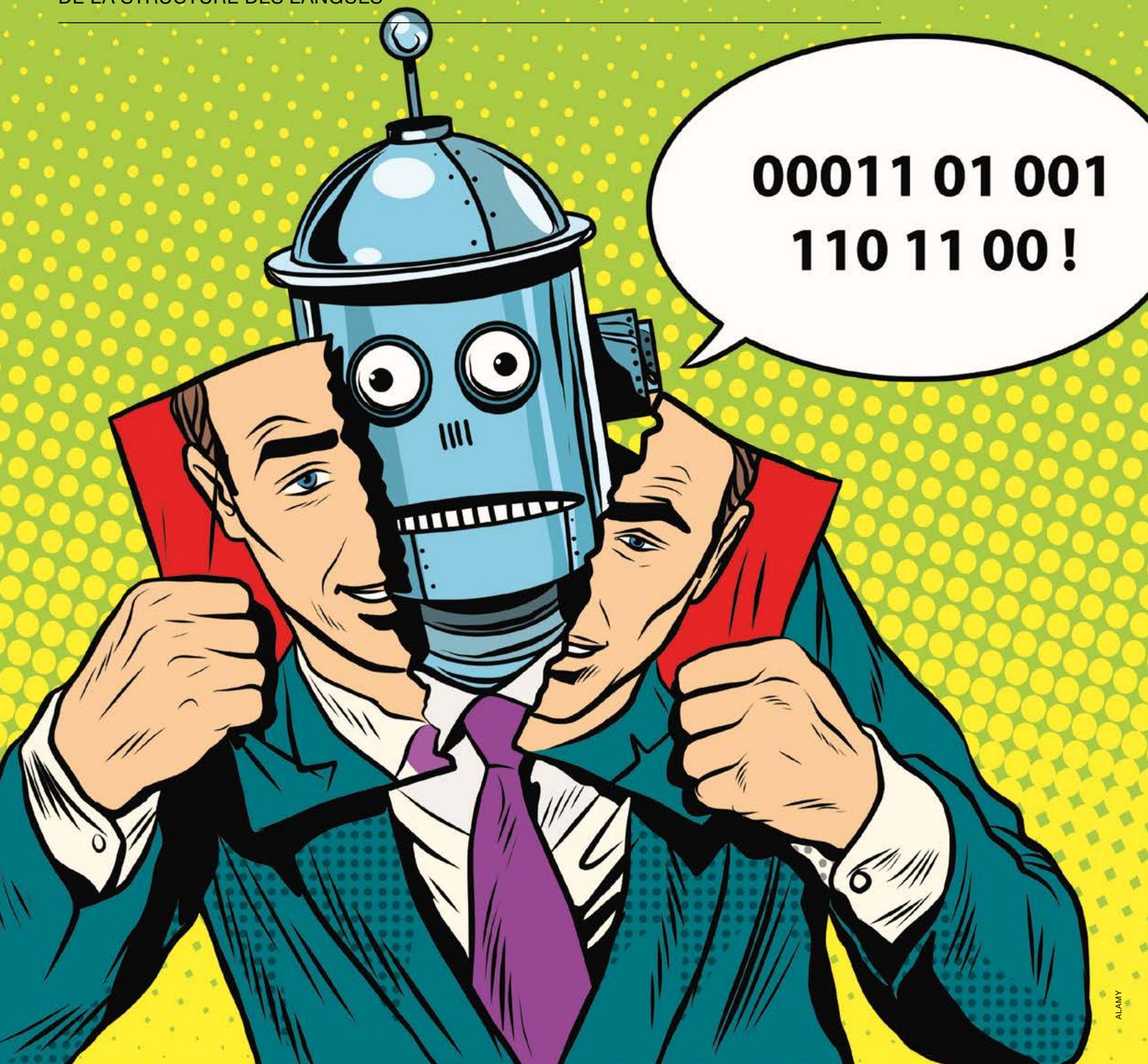
certaines facultés perdues après un AVC, dont le langage. Là aussi avec un succès limité.

« Dans un premier temps, nous allons étudier l'impact de la technique de stimulation électrique sur une vingtaine d'individus sains, explique Adrian Guggisberg. Nous allons mesurer l'activité cérébrale par imagerie médicale en même temps que l'on applique la stimulation transcrânienne. Les volontaires auront la tâche d'apprendre de nouveaux mots, des mots rares, désignant des objets anciens par exemple, que plus personne ne connaît. L'objectif consiste à mieux comprendre ce qui se passe dans le cerveau et, surtout, à identifier les personnes qui voient leurs performances augmentées. Une telle information nous permettrait, à l'avenir, de prédire quels patients seraient de bons candidats pour un tel traitement. Dans un deuxième temps, nous aimerions utiliser ces résultats sur un groupe de patients aphasiques. »

INFORMATIQUE

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DÉVOILE LA STRUCTURE DU LANGAGE

PAOLA MERLO DIRIGE DEUX PROJETS DE LINGUISTIQUE INFORMATIQUE AU SEIN DU PÔLE DE RECHERCHE NATIONAL « EVOLVING LANGUAGE ». ELLE FAIT APPEL À **L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE** POUR DÉCOUVRIR DES ROUAGES INTIMES DE LA STRUCTURE DES LANGUES





Paola Merlo

Professeure associée au Département de linguistique (Faculté des lettres) et directrice suppléante pour Genève du PRN «Evolving Language».

1992: Thèse de doctorat en linguistique informatique effectuée à l'Université du Maryland, aux États-Unis.

1996-1998: Associate research fellow à l'Institut de sciences cognitives de l'Université de Pennsylvanie.

2011: Professeure associée à la Faculté des lettres.

2011: Principale organisatrice de la conférence internationale «Empirical Methods in Natural Language Processing».

2013-2018: Responsable du journal *Computational Linguistics*, édité par les MIT Press.

2019: Nommée «Fellow» de l'Association for Computational Linguistics.

«**J**ean mange une pomme.» Même une phrase aussi élémentaire que celle-ci est susceptible de soulever des dizaines de questions chez un linguiste. Où est le mot qui exprime l'action, celui qui en est l'agent, celui qui la subit? Pourquoi sont-ils dans cet ordre? Comment est-ce que le sens des mots et leur agencement permettent de donner un sens à la phrase entière? Est-ce que les réponses à ces questions sont les mêmes dans toutes les langues actuelles et dans celles du passé? Trouve-t-on des propriétés linguistiques similaires dans le langage humain et celui de certains animaux? Mais qui est ce Jean?

Les réponses à ces questions n'ont en général rien d'évident. Le langage humain est en effet une construction complexe dont il est difficile d'extraire des règles universelles. Cela est sans doute dû au fait qu'il est le produit de l'intelligence humaine, elle-même un phénomène difficile à cerner tant il a été modelé par des millions d'années d'évolution. Pour tenter d'y voir plus clair, Paola Merlo, professeure associée au Département de linguistique (Faculté des lettres), et impliquée dans plusieurs projets de linguistique informatique au sein du Pôle de recherche national (PRN) *Evolving Language*, a choisi depuis plusieurs années de se faire seconder par une autre forme d'intelligence: l'intelligence artificielle.

Composition de phrases «*Notre travail porte sur la structure du langage*, précise Paola Merlo, qui est également la directrice suppléante du PRN pour Genève. *Nous voulons découvrir certaines propriétés subtiles des langues à l'aide de logiciels d'apprentissage automatique (machine learning), inspirés des réseaux de neurones. Les deux projets que je codirige se penchent sur des notions assez abstraites comme la syntaxe et la signification des mots.*»

Le premier s'intéressera à l'émergence et à l'évolution de ce que les linguistes appellent la «compositionnalité». Les langues sont en effet composées de mots qui ont chacun une signification et qui peuvent être combinés de façon à fabriquer des phrases qui ont elles aussi un sens. Cette combinaison doit obéir à un certain nombre de règles pour que cela fonctionne et que deux interlocuteurs puissent se comprendre. Il existe d'ailleurs une littérature scientifique abondante sur ce sujet.

L'équipe de Paola Merlo a notamment montré récemment que les langues ont tendance à minimiser la distance entre les mots qui sont reliés dans leur signification. Par exemple, un adjectif et le nom qu'il qualifie ne sont jamais très loin l'un de l'autre. Kristina Gulordava, jusqu'à récemment doctorante de Paola Merlo et dont la thèse lui a valu de recevoir le prix Latsis en octobre dernier, a découvert grâce à des logiciels d'apprentissage automatique que cette tendance existait dans toutes les langues et qu'elle se renforçait au cours de l'histoire. Elle est en effet moins prononcée en latin qu'elle ne l'est dans les langues romanes modernes.

Dans la même idée, Paola Merlo a réussi à extraire des propriétés linguistiques dans des phrases interrogatives ou relatives.

«*De telles propriétés ont bien dû apparaître un jour et évoluer jusqu'à l'état actuel*, explique-t-elle. *On peut trouver des exemples de compositionnalité plus simples chez les animaux (singes, suricates, oiseaux...). Ils n'ont pas de mots à proprement parler mais des sons qui sont articulés à la suite les uns des autres en fonction du message qu'ils veulent transmettre. On ignore si les primates, pour prendre cet exemple, utilisent une véritable grammaire pour leur communication. Cela reste*

à établir et c'est d'ailleurs un des objectifs du PRN. Mais la question que l'on veut poser est celle de savoir comment on est passé d'un système très linéaire, qui devait être il y a très longtemps celui de l'humain (ou de ses ancêtres), au système actuel, d'une très grande complexité, avec des contraintes de localité (la place des mots), des emboîtements multiples (comme les phrases relatives), etc.»

Laissant la partie animale du projet à Balthasar Bickel et Simon Townsend, chercheurs à l'Institut de linguistique comparée de l'Université de Zurich, Paola Merlo se chargera de modèles informatiques, en particulier ceux dont l'architecture est inspirée par les techniques d'apprentissage automatique. Ces programmes de *machine learning* sont capables de digérer de très grandes quantités de données et ont même la faculté d'apprendre de leurs propres erreurs et de s'améliorer au fur et à mesure de leur utilisation. Les premiers algorithmes de ce type ne sont pas récents. Ils ont été développés dans les années 1950, d'abord dans le domaine de la reconnaissance d'images puis, plus

LE LANGAGE EST COMPLEXE. IL EST LE PRODUIT DE L'INTELLIGENCE HUMAINE, ELLE-MÊME MODELÉE PAR DES MILLIONS D'ANNÉES D'ÉVOLUTION

tard, dans ceux de la reconnaissance vocale, de la bio-informatique, de la santé, de l'art, de la traduction, du dialogue humain-machine, etc.

Schématiquement, ces programmes comportent une entrée par laquelle ils se nourrissent d'exemples (en très grandes quantités) grâce auxquels ils pourront faire leur apprentissage. Dans le cas de la linguistique, il peut s'agir de listes interminables de vocabulaires, de phrases, de traductions, de dialogues, de commentaires, etc. La sortie, elle, est souvent une « tâche » linguistique comme une traduction, une analyse grammaticale, une prise de parole dans un dialogue. Dans les cas les plus simples, elle peut être une simple réponse binaire (vrai/faux). Par exemple, est-ce que le logiciel arrive à faire la différence entre un sujet animé (Jean) et inanimé (la pomme) dans une phrase ?

Entre les deux se trouve un certain nombre de « couches cachées » (jusqu'à 24 aujourd'hui), qui se chargent des calculs complexes, de convolutions, d'échantillonnages et d'autres opérations non linéaires. Cette partie représente une « boîte noire », invisible et inaccessible à l'utilisateur du programme. Elle a d'ailleurs donné naissance au terme d'« apprentissage profond » ou *deep learning*.

« Notre approche consiste à vérifier si de tels modèles arrivent à reproduire (ou découvrir, ce qui serait encore mieux) des propriétés de compositionnalité que l'on observe dans le langage humain, explique Paola Merlo. On aimerait également en tirer des renseignements sur la façon dont les choses auraient pu évoluer. »

L'«élément agentif» Le second projet que codirige la chercheuse genevoise se penchera sur la « signification du verbe », ou la « structure argumentale ». Les langues humaines ont tendance, par exemple, à préférer que le sujet grammatical d'une phrase soit l'« élément agentif », c'est-à-dire celui qui fait l'action et qui détermine l'accord. Dans « Jean mange une pomme », il s'agit de Jean. Cette construction – qui nous paraît évidente tant on y est habitué – a l'avantage d'être plus facile à apprendre et à mémoriser par le cerveau.

Paola Merlo vient d'ailleurs de recevoir le titre de *Fellow* de l'Association mondiale de linguistique informatique pour ses recherches pionnières sur ce sujet, à savoir le « problème fondamental de la structure prédicat-argument des verbes et l'acquisition automatique des propriétés lexicales, syntaxiques et sémantiques lexicales des verbes. »

Pour aller plus loin, l'équipe de Paola Merlo se chargera de développer des modèles informatiques permettant de révéler des propriétés du langage, aussi bien chez l'être humain que chez l'animal, qui soient impliquées dans la décomposition des événements. Les singes ont-ils des verbes, par exemple ? Mieux : des verbes de changements d'état comme fondre, brûler, etc. ?

« NOUS AIMERIONS SAVOIR QUELLES SONT LES NOTIONS PRIMITIVES QUE L'ON DOIT ÉTUDIER POUR VOIR SI LES PRIMATES ONT UNE COMPRÉHENSION SIMILAIRE À CELLE DES HUMAINS. »

« Nous aimerions savoir quelles sont les notions primitives que l'on doit étudier pour voir si les primates ont une compréhension similaire à celle des humains, précise Paola Merlo. Notre espèce dispose d'une très large palette d'outils linguistiques lui permettant de décrire les phénomènes qui l'entourent. Nous pouvons exprimer le fait qu'une action n'est pas complètement terminée, par exemple. Jusqu'à quel point est-ce le cas chez les animaux ? »

Le rôle de l'équipe genevoise consistera à étudier la partie humaine du projet et à développer des modèles capables de décrire au mieux le niveau de complexité actuel du langage en espérant qu'ils fournissent des indications utiles pour l'étude de la communication animale.

« Les systèmes de communication des animaux sont plus simples que le nôtre mais ils peuvent être plus sophistiqués qu'on ne le pense généralement, ajoute Paola Merlo. Nous avons encore beaucoup à apprendre dans ce domaine. »

ÉCRITURE INCLUSIVE

« LES GRANDES INSTITUTIONS SE DOIVENT DE MONTRER L'EXEMPLE »

L'UNIVERSITÉ S'EST DOTÉE CE PRINTEMPS **D'UNE DIRECTIVE FIXANT LES PRINCIPES DE L'ÉCRITURE INCLUSIVE** AU SEIN DE L'INSTITUTION. UNE MESURE JUSTIFIÉE SUR LE PLAN SCIENTIFIQUE MAIS QUI DEMANDE UN PEU DE SAVOIR-FAIRE ET DE CRÉATIVITÉ.

Archive ouverte N°124219

Le 26 octobre 2017, l'Académie française annonçait dans une déclaration solennelle l'imminence d'un « péril mortel ». Une terrible menace incarnée non pas par un virus grippal contagieux à l'extrême mais par la diffusion d'une « écriture inclusive » qui, érigée en norme, condamnerait irrémédiablement la langue de Molière à devenir non seulement illisible mais aussi impossible à enseigner. Faisant fi de ce sinistre présage, l'Université de Genève a décidé en mars dernier de se doter d'une directive fixant les règles à adopter en matière de rédaction non sexiste dans l'ensemble de ses communications officielles. Une démarche déjà adoptée au niveau fédéral ainsi que par plusieurs cantons dont celui de Genève et que Daniel Elmiger, professeur associé au Département de langue et littérature allemandes (Faculté des lettres) et à l'Institut universitaire de formation des enseignant-es (IUFÉ), estime parfaitement légitime sur le plan scientifique, même si sa mise en œuvre nécessite un peu de savoir-faire et de créativité. Entretien.

Campus : Que faut-il entendre par « langage inclusif » ou « non sexiste » ?

Daniel Elmiger : En théorie, l'idée est assez simple, puisqu'il s'agit d'éviter toute discrimination par le langage ou l'écriture à travers le choix des mots, l'usage de la syntaxe, de la grammaire ou de la typographie. Dans les faits, pourtant, les choses ne sont pas toujours si évidentes.

Pourquoi ?

La Loi fédérale sur les langues nationales et la compréhension entre les communautés linguistiques, qui est entrée en vigueur en 2010, ne donne pas de définition claire de ce qu'il faut entendre par « écriture non sexiste ». L'alinéa 2 mentionne toutefois des « outils », qui désignent sans doute les guides publiés par les différentes sections linguistiques de la Chancellerie fédérale. À cela s'ajoutent les nombreuses recommandations émises au niveau cantonal.

L'an dernier, vous avez publié un article qui mettait en évidence la pluralité des discours et des pratiques en Suisse en matière de langage inclusif. Quels en sont les principaux résultats ?

L'objectif de cette étude était de décrire non seulement le langage administratif et les diverses injonctions institutionnelles en matière d'écriture non sexiste, mais aussi la manière dont celles-ci étaient évaluées et mises en pratique dans un cadre plurilingue. Il en ressort que, dans la partie germanophone du pays, les recommandations fédérales ont été suivies dans une large mesure et selon une approche systématique tandis qu'en Suisse romande, l'attitude est à la fois plus pragmatique et plus diversifiée.

C'est-à-dire ?

Alors qu'en Suisse alémanique, le guide linguistique publié par la Chancellerie fédérale fonctionne comme un ouvrage de référence, son équivalent romand est rarement considéré comme un modèle à suivre, au motif que les solutions proposées n'iraient pas assez loin et ne seraient pas utiles dans le travail rédactionnel quotidien. Nous avons également constaté qu'en allemand, l'ordre féminin-masculin (par exemple Madame, Monsieur) est presque huit fois

plus élevé que l'ordre masculin-féminin (par exemple Monsieur, Madame), alors qu'en français le nombre des occurrences est presque identique pour les deux types de formulation. De manière plus globale, nos travaux révèlent aussi une augmentation significative de l'emploi de termes permettant de neutraliser le genre et qui ne nécessitent aucun changement d'ordre graphique comme « personne » ou « spécialiste ».

Dans un tel contexte, comment avez-vous accueilli la directive publiée ce printemps par l'Université ?

Je l'attendais depuis longtemps. Au sein de l'espace germanophone, l'immense majorité des institutions académiques

« IL S'AGIT DONC DE PARVENIR À UN DOSAGE ÉQUILIBRÉ DE DIFFÉRENTS ARÔMES. C'EST CE QU'ON APPELLE LA SOLUTION CRÉATIVE »



Daniel Elmiger

Professeur associé au Département de langue et littérature allemandes (Faculté des lettres) et à l'Institut universitaire de formation des enseignants

1970: Naissance à Lucerne.

1997: Licence en linguistique française à l'Université de Neuchâtel.

2006: Thèse de doctorat sur la féminisation de la langue en français et en allemand.

2018: Professeur associé à l'Université de Genève.

se sont dotées de ce genre d'outils depuis belle lurette. Il était temps que l'Université de Genève se mette au diapason. À mon sens, les grandes institutions publiques se doivent en effet de montrer l'exemple et, ce faisant, de contribuer à faire évoluer les normes.

Vous travaillez sur le sujet depuis une trentaine d'années. Qu'est-ce qui a changé depuis les années 1990?

Même s'il existe encore des résistances qui s'expriment parfois de façon ouverte, parfois de façon passive, l'acceptation sociale me semble plus grande qu'auparavant dans ce domaine. Collectivement, la société me semble aujourd'hui plus ouverte à l'idée que le langage façonne le réel ainsi que nos représentations. Par ailleurs, le débat s'est un peu déplacé. Dans la thèse que j'ai soutenue il y a quinze ans déjà, j'avais pu montrer qu'au niveau des étiquettes individuelles (madame la ministre ou madame la juge), plus la forme était connue, mieux elle était acceptée. Il y a donc un effet d'habitude et d'éducation. Aujourd'hui, la question ne se pose plus. Il est acquis que la boulangère n'est plus uniquement la femme du boulanger.

L'influence du langage sur les rapports de genre est-elle avérée scientifiquement?

Il existe de nombreuses études qui vont dans ce sens. Pascal Mark Gygax, qui est professeur de psychologie à l'Université de Fribourg, a, par exemple, mené plusieurs recherches expérimentales qui attestent de l'impact positif des formes dites inclusives sur la construction identitaire des enfants et les perceptions des chances de succès des femmes dans la société. Dans ces travaux, il n'existe pratiquement aucune controverse sur l'effet de l'utilisation du masculin comme valeur par défaut: cet usage contraint indéniablement notre cerveau à voir le monde au travers d'un prisme androcentrique, c'est-à-dire considérant les hommes comme majoritaires et constituant une norme inéluctable. Pascal Mark Gygax a par ailleurs pu montrer que les représentations liées au genre se font de manière presque automatique dans notre cerveau et qu'en cas d'ambiguïté celui-ci tranche généralement pour le masculin sans que cela soit forcément conscient.

En pratique, qu'elle est la meilleure façon d'éviter ce type de pièges?

Cela fait maintenant près de trente ans que je pratique l'écriture non sexiste. Je possède près d'un millier de guides sur le sujet dans ma bibliothèque et j'en suis arrivé à la conclusion qu'il n'existe pas de méthode toute faite. L'utilisation des doublets (étudiantes et étudiants) est la mesure qui a le plus d'impact, mais utilisée de façon systématique, elle a tendance à alourdir le propos. Il s'agit donc de parvenir à un dosage équilibré de différents arômes en utilisant tantôt des doublets, tantôt des reformulations

permettant d'éviter les mentions qui posent problème, tantôt des formulations neutres ou collectives. C'est ce qu'on appelle la « solution créative ».

L'exercice a-t-il ses limites?

Cela devient très compliqué dans le cas d'un texte déjà écrit et qu'il faut retravailler ou pour une traduction, parce que dans les deux situations, la liberté de la personne qui rédige le texte est passablement réduite. Il est également difficile de parvenir à un résultat satisfaisant sans un minimum d'adhésion et de créativité.

Certaines associations réclament l'introduction d'un pronom neutre, comme cela a été fait en Suède. Cela vous semble-t-il pertinent?

Cette innovation a effectivement été adoptée assez largement en Suède, mais il faut préciser que le suédois est une langue dont les structures se prêtent bien à ce genre d'évolution. Dans le cas du français, la difficulté, c'est que le genre est aussi déterminé par les autres mots qui entourent le pronom. Et là, ça se complique. Le pronom, type « iel », ne sert à rien tout seul. Soit on bricole avec ce dont on dispose actuellement, soit il faut refonder intégralement la grammaire, ce à quoi certains milieux militants travaillent d'ailleurs actuellement.

La littérature semble pour l'heure échapper à ce mouvement. Pour bien faire, faudrait-il réécrire Molière en langage épïcène?

Au-delà de la beauté de l'exercice, cela n'a aucun sens à mes yeux. Les œuvres de Molière s'inscrivent dans une époque qui n'est pas la nôtre et à laquelle les rapports sociaux n'étaient pas ce qu'ils sont aujourd'hui. Ce qui me semble en revanche important, c'est de remettre ces œuvres en contexte en expliquant pourquoi la langue utilisée ne reflète pas les exigences du langage inclusif. Cela dit, il est vrai que dans le discours journalistique ou littéraire, le langage inclusif a encore peu de place. Dès lors, on peut se demander si les autorités au sens large – et notamment les autorités universitaires – n'ont pas un devoir de bien faire que d'autres n'ont pas. Et, dans un sens, cela me semble assez juste dans la mesure où on ne peut raisonnablement pas avoir les mêmes exigences envers le domaine artistique qu'envers ce qui relève d'une communication officielle ou institutionnelle.

Dans quelle mesure faut-il faire du langage non sexiste une priorité?

La question fait débat, notamment parce qu'il est très difficile de quantifier l'effet de ces mesures de manière précise. Mais c'est un moyen de montrer qu'il y a de l'attention autour du sujet même si le but ultime reste bien sûr de parvenir à une réelle égalité en matière de salaires et de droits.

**<< CENT FEMMES
ET UN CHIEN
SONT REVENUS
CONTENTS DE
LA PLAGE. >>**

**BENOÎTE GROULT (1920-2016),
ÉCRIVAIN FÉMINISTE**



LES CINQ CLÉS DU LANGAGE INCLUSIF

Adoptée à l'occasion de la Semaine de l'égalité 2020, la nouvelle directive de l'UNIGE sur l'écriture inclusive traduit la volonté de s'exprimer et de rédiger en s'adressant d'emblée à un public mixte et en tenant compte de la diversité. Elle repose sur cinq principes de base qui peuvent être combinés afin de produire des textes intelligibles et fluides.

- Réintroduire systématiquement le féminin des noms de métier, titres et fonctions. Pour cela, ajouter une terminaison féminine

au radical du mot. Par exemple : rectrice, professeure, auteure, chercheuse, doyenne.

- Utiliser des mots englobants permettant d'inclure toutes les personnes. Par exemple : la classe, le groupe, l'équipe de recherche, la direction, le corps professoral, étudiantin, administratif et technique, le personnel enseignant, les membres du Rectorat.

- Utiliser l'infinitif. Par exemple : être titulaire d'un doctorat, être capable de travailler en équipe.

- Pratiquer la double flexion (doublet) en respectant l'ordre alphabétique et en adoptant l'accord de proximité (accord au plus proche), ce qui permet d'alterner dans un texte les accords au masculin ou au féminin. Par exemple : les vice-recteurs et les vice-rectrices sont nombreuses, les doyennes et doyens sont satisfaits.

- Opter pour la forme contractée avec le trait d'union. Utiliser la barre oblique quand la terminaison

du mot le requiert et seulement lorsque le doublet n'est pas possible. Par exemple : professeur-e, étudiant-e ou collaborateur/trice, administrateur/trice, chercheurs/euses, huissier/ère.

- À noter qu'afin de rendre un texte encore plus inclusif, il est possible d'ajouter un « x » comme marque de rupture avec la binarité de la langue. Par exemple : les étudiant-e-x-s, les professeur-e-x-s.

www.unige.ch/rectorat/egalite/ancrage/epicene