

Parole, musique, mathématiques : les langages du cerveau

Stanislas Dehaene présente son cours dans la série les courTs du Collège de France



Transcription de la vidéo :

Le titre du cours de cette année est « Paroles, musique, mathématiques : les langages du cerveau ». L'idée est d'explorer ce qui fait la spécificité de l'espèce humaine. De se demander pourquoi nous sommes la seule espèce animale, la seule espèce de primates, à être capable de manipuler non seulement le langage et la communication avec les autres, mais aussi des structures mentales d'une extrême complexité, comme c'est le cas en mathématiques ou dans le domaine musical. Tous ces domaines font appel à un mode de représentation particulier à l'espace humaine, qui est une représentation sous forme d'arbre enchâssé. C'est tout à fait clair dans le domaine du langage. Lorsque nous nous exprimons sous forme de phrases, il y a un enchâssement de structures qu'on appelle les syntagmes les uns à l'intérieur des autres. Si je vous dis par exemple « les voitures, que double le camion, sont rouges », vous avez entendu à l'intérieur de cette séquence de mots « le camion sont rouge », qui serait une phrase agrammaticale. Mais pourquoi cela ne vous a pas du tout frappé ? Parce que votre cerveau a automatiquement calculé l'enchâssement des structures. Il y a évidemment une phrase relative : « ... que double le camion... » et c'est « les voitures... » qui est le sujet de « ... sont rouges ». Donc, notre cerveau calcule des enchâssements de représentations.

Dans les premiers cours, nous allons regarder les réseaux cérébraux du langage. Nous avons de nouvelles données en particulier liées au fait qu'à Neurospin nous sommes capables de regarder des images du cerveau normal, mais nous recevons aussi des données des différents hôpitaux issues de patients épileptiques qui, pour des raisons cliniques, ont des électrodes à l'intérieur de leur cerveau. Ce sont des données absolument remarquables qui nous ont permis

d'explorer des structures du langage au niveau neuronal. Et nous voyons littéralement les enchâssements de structures linguistiques se produire presque en temps réel dans les taux d'activités mesurés dans ces électrodes en fonction du temps, à l'échelle de la milliseconde, pratiquement. Nous commençons à bien comprendre quelles sont les aires cérébrales qui s'intéressent aux structures linguistiques. Il y a tout un réseau d'aires cérébrales qui est situé dans le lobe temporal gauche et bien entendu dans la région de Broca, c'est-à-dire le cortex frontal inférieur gauche.

La question pour les cours suivants sera : « Est-ce que ces mêmes réseaux du langage sont aussi mobilisés pour la musique et pour les mathématiques, qui font aussi appel à des structures enchâssées les unes dans les autres ? » Il se pourrait qu'il y ait un seul réseau qui ait changé de structure dans l'espèce humaine par rapport aux autres espèces de primates et certains font l'hypothèse que la région de Broca est vraiment quelque chose de nouveau dans l'évolution qui suffit à elle toute seule à expliquer la diversité de ces changements. Mais nous verrons que ça n'est probablement pas la bonne réponse. Nous verrons que les structures de la musique et les structures des mathématiques ne font pas appel aux mêmes réseaux que les réseaux du langage. Pour entrer un peu plus dans le détail, dans le cas de la musique, il y a effectivement un recouvrement entre structure musicale et structure linguistique dans le cerveau. La région frontale inférieure gauche en particulier peut être mobilisée par les deux types de structures (musicale et linguistique), mais il y a aussi une très forte contribution de l'hémisphère droit aux structures musicales, ce qui n'est pas le cas pour les structures linguistiques. Dans le cas des mathématiques, nous verrons que c'est un réseau très différent, pratiquement sans aucun recouvrement avec les réseaux du langage qui s'active lorsque des mathématiciens manipulent les structures mathématiques ou même lorsque des personnes qui ont appris à calculer manipulent des opérations numériques élémentaires. Nous validerons en quelque sorte l'introspection d'Albert Einstein qui s'était exprimé sur le sujet et qui avait dit : « les mots et le langage ne jouent absolument aucun rôle dans le mode de pensée que j'utilise pour faire de la physique ou des mathématiques ».

Nous en concluons donc qu'il y a plusieurs réseaux, plusieurs circuits (parallèles les uns aux autres) qui, tous, sont capables de manipuler des arbres enchâssés et peut-être quelque chose qui est tout à fait unique à l'espèce humaine, mais qui est donc distribué dans plusieurs réseaux parallèles. C'est une hypothèse qu'un collègue, Tecumseh Fitch, a appelé l'hypothèse de la dendrophilie. C'est-à-dire que nous sommes une espèce qui est capable de former des arbres (des représentations mentales sous forme d'arbre) et il semble bien que nous le fassions dans toutes sortes de domaines très différents, avec des circuits très différents les uns des autres.