

DOCUMENT

Le cerveau et le langage

D'après ANTONIO DAMASIO & ANNA DAMASIO

POUR LA SCIENCE N°181 NOVEMBRE 1992

Antonio DAMASIO et Hanna DAMASIO sont professeurs de neurologie à l'Université de l'Iowa.

Des structures essentielles de médiation coordonnent l'activité des centres cérébraux de traitement des concepts et ceux de traitement des mots et des phrases.

Les neuropsychologues qui étudient le langage cherchent à comprendre comment nous utilisons et combinons des mots (ou des signes, dans le cas d'un langage gestuel comme celui des mal-entendants) pour former des phrases, de façon à transmettre des concepts élaborés par notre cerveau. Ils examinent également le mécanisme de la compréhension du langage : comment comprenons-nous les mots exprimés par autrui et comment notre cerveau les transforme-t-il en concepts?

Le langage est apparu et s'est maintenu au cours de l'Évolution parce qu'il constitue un moyen de communication très efficace, notamment pour les concepts abstraits. Le langage nous aide également à découper le monde en concepts et à réduire la complexité des structures abstraites afin de pouvoir les appréhender : c'est la propriété de «compression cognitive».

Le mot «tournevis», par exemple, évoque plusieurs représentations de cet outil : les descriptions visuelles de son apparence et de son utilisation, les conditions spécifiques de son emploi, la sensation qu'il exerce dans la main ou le mouvement de celle-ci lorsqu'elle l'actionne. L'«économie cognitive» qu'autorise le langage, en regroupant de nombreuses notions sous un même symbole, nous permet d'élaborer des concepts très complexes et d'accéder à des niveaux d'abstraction élevés.

À l'aube de l'humanité, le mot n'existait pas. Le langage n'est apparu que lorsque l'Homme et les espèces qui l'ont précédé ont su concevoir et ordonner des actions, élaborer et classifier les représentations mentales des objets, des événements et des relations. De même, les très jeunes enfants conçoivent et manipulent les concepts et commandent d'innombrables actions bien avant de prononcer leurs premiers mots et leurs premières phrases. Cependant la maturation du langage ne dépend pas toujours de celle des concepts : on a observé certains enfants qui, souffrant d'une déficience des systèmes conceptuels, possédaient une syntaxe correcte. Les centres neuronaux assurant certaines opérations syntaxiques semblent donc se développer de façon autonome.

Le langage apparaît à la fois comme une production humaine dans le monde extérieur (un ensemble de symboles correctement ordonnés, émis à l'extérieur de l'organisme) et comme la représentation intracérébrale de ces symboles et des règles de leurs associations. Le cerveau utilise les mêmes mécanismes pour représenter le langage que pour représenter tout autre objet. En étudiant les bases neuronales de la représentation cérébrale des objets, des événements et de leurs relations, les neurobiologistes espèrent découvrir les mécanismes de la représentation du langage et les relations entre ces deux représentations.

Trois ensembles de structures pour le traitement du langage

On pense que le cerveau traite le langage grâce à l'interaction de trois ensembles de structures neuronales.

Le premier ensemble, composé de nombreux systèmes neuronaux des deux hémisphères cérébraux, représente les interactions non linguistiques entre le corps et son environnement, perçu par divers systèmes sensoriels et moteurs ; il forge ainsi une représentation de tout ce qu'une personne fait, perçoit, pense ou ressent. Non seulement le cerveau découpe ces représentations non linguistiques (forme, couleur, succession dans le temps ou importance émotionnelle), mais il crée aussi des représentations à un niveau supérieur, où il gère les résultats de cette classification. C'est ainsi que nous ordonnons intellectuellement les objets, les événements et les relations. Les niveaux successifs de catégories et de représentations symboliques produites par notre cerveau sont à la base de nos capacités d'abstraction et de métaphore.

Deuxièmement un ensemble plus petit de structures neuronales, généralement situées dans l'hémisphère gauche, représente les phonèmes, les combinaisons de phonèmes et les règles syntaxiques de combinaison de ces mots en phrases. Lorsque ces systèmes sont sollicités par le cerveau, ils assemblent des mots en phrases destinées à être dites ou écrites ; lorsqu'ils sont sollicités en réaction à une stimulation linguistique externe (une parole entendue ou un texte lu), ils assurent les traitements initiaux des mots et phrases perçus.

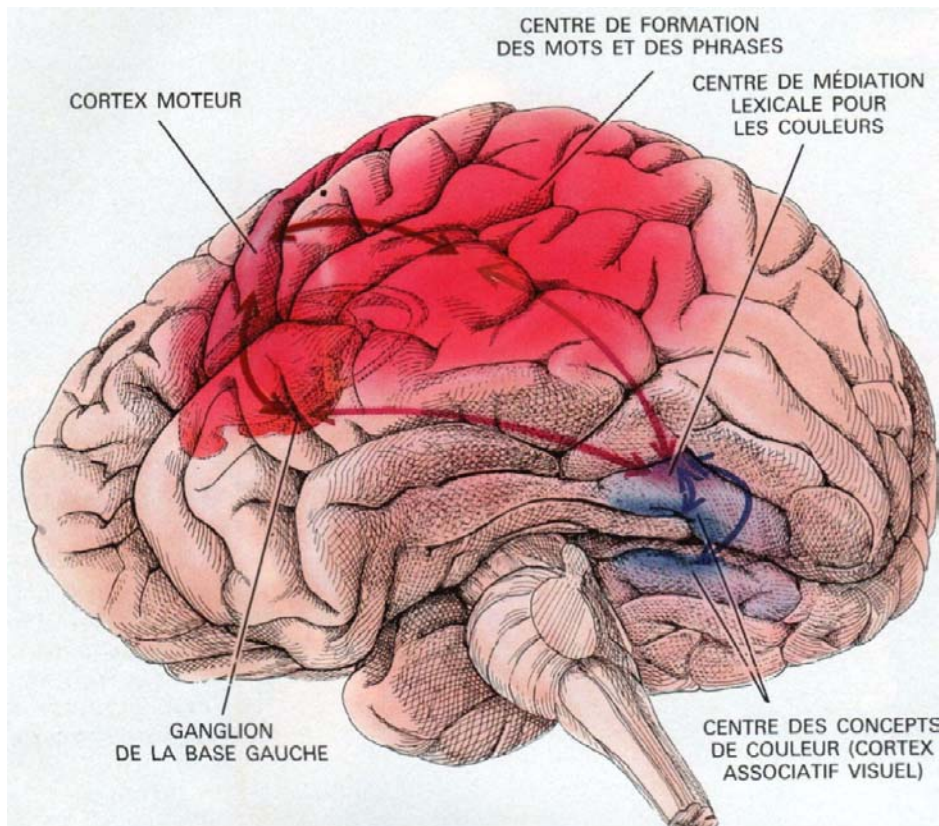
Enfin le troisième ensemble de structures, également présent dans l'hémisphère gauche, coordonne les deux premiers ensembles. Il fait produire des mots à partir d'un concept ou des concepts à partir de mots. Certains travaux psycholinguistiques

avaient déjà fait conjecturer l'existence de ces structures médiatrices : Willem Levelt, de l'Institut de psycholinguistique de Nimègue, avait proposé que les mots et les phrases soient élaborés à partir de concepts par un élément médiateur nommé «lemme».

Cette organisation tripartite est bien illustrée par les concepts et les mots qui représentent les couleurs. Même les individus qui souffrent d'un déficit congénital de la perception des couleurs (une achromatopsie congénitale) savent que certaines teintes sont apparentées, indépendamment de leur luminosité et de leur saturation. Les concepts de couleur sont universels même si, dans certaines langues, il n'existe pas de noms les désignant. Le traitement initial des signaux de la couleur est réalisé par les rétines et par les corps genouillés latéraux, puis la couleur est traitée par le cortex visuel primaire et par au moins deux autres aires corticales, les aires V2 et V4, qui sont à l'origine de la perception colorée. On a découvert que les lésions des zones occipitales et sous-calcarines des cinquièmes circonvolutions occipitales gauche et droite (les régions cérébrales qui contiennent les aires corticales V2 et V4) font perdre la perception des couleurs chez des patients qui avaient auparavant une vue normale . Ces patients perdent la capacité d'imaginer les couleurs et voient généralement le monde en nuances de gris. Lorsqu'ils pensent à une image précise en couleurs, ils voient des formes, des mouvements et des textures, mais aucune couleur : lorsqu'ils pensent à un pré, à du sang ou à une banane, ils ne perçoivent ni vert, ni rouge, ni jaune. Comme aucune lésion dans d'autres régions cérébrales ne produit une telle déficience, les concepts de couleur semblent donc dépendre de ces zones occipitales.

Les patients avec des lésions du cortex temporal postérieur gauche et du cortex pariétal inférieur gauche conservent la capacité d'élaborer des concepts, mais ils prononcent mal les mots. Même lorsqu'ils perçoivent correctement une couleur et qu'ils retrouvent son nom, ils le prononcent mal et disent par exemple «beuh» à la place de «bleu».

D'autres patients avec une lésion du segment temporal de la cinquième circonvolution occipitale gauche souffrent d'un trouble nommé anomie des couleurs, qui n'affecte ni les concepts de couleur ni la prononciation du nom des couleurs : ils perçoivent les couleurs normalement (ils distinguent les différentes teintes, les classent correctement selon leur saturation et connaissent la couleur d'objets photographiés en noir et blanc), mais ils ne parviennent pas à nommer correctement les couleurs perçues et reconnues. Par exemple, ils utilisent les termes «bleu» ou «rouge» pour désigner des couleurs vertes ou jaunes, mais ils placent correctement un jeton vert à côté d'une photographie en noir et blanc représentant de l'herbe, ou un jeton jaune à côté de l'image d'une banane. Inversement, lorsqu'on leur nomme une couleur, ces personnes en désignent une autre. Comme ces mêmes personnes prononcent correctement le nom - inexact - de la couleur qu'ils désignent et que leur système de conception des couleurs est intact, de même que leur système de prononciation, leur déficience semble provenir du système neuronal de médiation entre les deux systèmes de manipulation des concepts et de manipulation des mots.



LES CENTRES CÉRÉBRAUX qui traitent la couleur sont organisés comme les structures de compréhension et d'utilisation du langage. L'étude de patients souffrant de lésions cérébrales montre qu'un centre neuronal particulier gouverne les concepts des couleurs (en bleu) ; un deuxième centre commande les mots désignant les couleurs (en rouge), et un troisième centre assure la médiation entre les concepts et les mots (flèches).

LES COMPOSANTS D'UN LANGAGE ARTICULÉ

PHONÈMES	Éléments sonores dont l'enchaînement dans un ordre donné forme les morphèmes.
MORPHÈMES	Unités linguistiques minimales ayant un sens ou dont la combinaison crée des mots (dans les langages gestuels, les équivalents des morphèmes sont les signes visiomoteurs).
SYNTAXE (ou grammaire)	Arrangement des mots dans les phrases selon un ordre obéissant à des règles précises.
LEXIQUE	Ensemble des mots d'une langue. Chaque élément du lexique indique les morphèmes et la syntaxe du mot correspondant, mais ne fournit pas son sens.
SÉMANTIQUE	Sens correspondant à chaque élément du lexique et à chaque phrase possible.
PROSODIE	Intonation vocale susceptible de modifier le sens littéral des mots et des phrases.
DISCOURS	Suite de phrases formant une narration.

La représentation cérébrale des concepts

La même organisation en trois systèmes cérébraux existe pour d'autres concepts. Sous quelle forme physique ces concepts sont-ils représentés dans notre cerveau? On suppose qu'il n'existe pas de représentation «picturale» permanente des objets et des personnes, mais que le cerveau conserve une «empreinte» de l'activité neuronale qui s'exerce dans les cortex sensoriel et moteur lors de leurs interactions avec un objet. Cette empreinte correspond à un circuit de neurones et de synapses dont l'activité recrée celle qui caractérisait chaque objet ou événement mémorisé. Activée, une empreinte peut aussi susciter d'autres empreintes associées. Par exemple, lorsque nous prenons une tasse de café, notre cortex visuel réagit aux couleurs de la tasse et de son contenu, à leur forme et à leur position ; notre cortex somesthésique enregistre la forme que prend notre main en saisissant la tasse, le mouvement de la main et du bras lorsqu'ils portent la tasse à la bouche, la température du café et la modification de l'organisme que certains nomment le plaisir de boire du café. Notre cerveau enregistre non seulement les divers aspects de la réalité extérieure, mais aussi la façon dont notre corps explore l'environnement et y réagit.

Les systèmes neuronaux décrivant les interactions entre une personne et un objet enregistrent un enchaînement rapide de microperceptions et de microactions quasi simultanées. Des modifications ont lieu dans plusieurs régions spécialisées, subdivisées chacune en plusieurs centres : ainsi l'aire visuelle est-elle divisée en centres plus petits, respectivement spécialisés dans le traitement de la couleur, de la forme et du mouvement.

Où sont conservées les empreintes qui relient ces activités fragmentées? Nous pensons qu'elles se trouvent dans des groupes de neurones vers lesquels convergent les axones provenant de régions du cerveau situées en amont, et d'où partent des axones qui renvoient rétroactivement les signaux vers plusieurs régions du cerveau en aval. Une réactivation de ces zones de convergence, en activant les axones dirigés vers l'amont, excite simultanément de nombreux groupes de neurones anatomiquement séparés et dispersés dans le cerveau, qui reconstruisent alors l'activité mentale préalablement enregistrée.

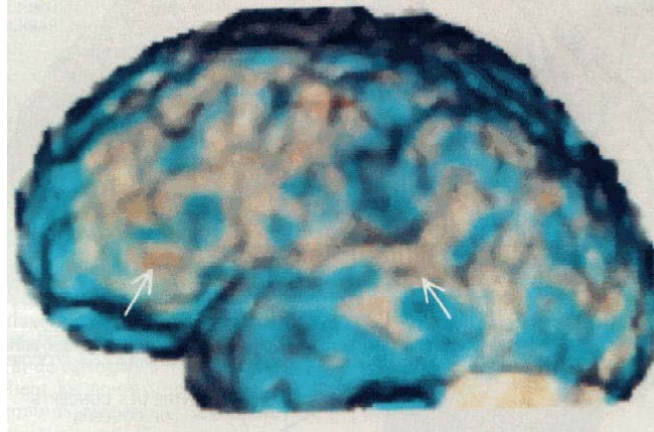
Si le cerveau stocke les informations concernant les objets et leur usage, il ordonne également ces informations, de sorte que les événements et les concepts associés (formes, couleurs, trajectoires dans l'espace et dans le temps, mouvements et réactions corporelles) puissent être réactivés simultanément. Ces informations sont classées à l'aide d'une autre empreinte située dans une autre zone de convergence. Les représentations des principales propriétés des objets et des événements sont ainsi intriquées : à propos d'une tasse de café, par exemple, le cerveau enregistre tout ensemble ses dimensions, sa forme, sa matière, son état solide, son déplacement le long d'une trajectoire précise et la sensation qu'elle exerce une fois arrivée à la bouche.

L'activité de ces réseaux neuronaux convergents assure à la fois la compréhension et l'expression du langage. Activés, ces réseaux reconstituent les connaissances pour les ramener à la conscience, ou ils stimulent les centres de médiation entre les concepts et le langage et permettent la formulation correcte des mots et des structures syntaxiques associés aux concepts. Comme le cerveau enregistre simultanément des aspects très variés des perceptions et des actions, ces réseaux produisent aussi des représentations symboliques comme les métaphores.

Les lésions des régions du cerveau correspondant à ces réseaux neuronaux provoquent des déficiences cognitives qui révèlent les diverses classes de concepts traités par notre cerveau ; l'achromatopsie en est un exemple. De même, on a découvert que certains patients sont incapables de reconnaître des objets d'une classe donnée montré que des systèmes neuronaux spécifiques traitent les concepts de certains types.

Un de nos patients, par exemple, ne parvient plus à manipuler les concepts liés aux entités isolées, telles qu'une personne, un lieu ou un événement particulier, bien qu'il ait connu ces entités avant sa lésion cérébrale. Il a également perdu les concepts liés aux membres de catégories particulières : ainsi de nombreux animaux lui sont devenus complètement inconnus, bien qu'il sache encore que ces animaux sont vivants et animés ; devant l'image d'un raton laveur, il dit : «C'est un animal», mais n'a plus aucune idée de la taille, de l'habitat ou du comportement du raton laveur. Curieusement les capacités cognitives de ce patient lui permettent encore de manipuler les concepts liés à d'autres catégories comprenant plusieurs éléments. Il reconnaît et sait nommer des outils comme une clé à molette, que l'on manipule et qui servent à des opérations

particulières. Il retrouve aussi les concepts d'attributs d'objets : il sait, par exemple, ce qu'est une chose belle ou laide. Il reconnaît le sens des idées exprimant un état ou une activité, comme être amoureux, sauter ou nager, et comprend les relations abstraites entre des entités ou des événements, comme les prépositions au-dessus, au-dessous, dans, à partir de, avant, après ou pendant. Au total, si cette personne ne peut plus manipuler les concepts concernant beaucoup d'entités désignées par des noms communs ou par des noms propres, il traite normalement les concepts correspondant à des attributs, des états, des activités et des relations, et qui sont définis dans le langage par des adjectifs, des verbes, des prépositions ou des conjonctions ; les structures grammaticales ne lui posent aucun problème et la syntaxe de ses phrases est impeccable.



L'ACTIVITÉ DES CENTRES DU LANGAGE apparaît sur les images obtenues par tomographie par émission de positons (TEP). Cette image est celle du cerveau d'un sujet normal qui recherche et prononce des noms. On l'a projetée sur une reconstruction tridimensionnelle du cerveau, obtenue par résonance magnétique nucléaire. On voit dans cet hémisphère gauche de nombreuses zones activées, comme le cortex moteur et les régions antérieure et postérieure de l'aire du langage (flèches).

L'importance de l'hémisphère gauche

Alors que les lésions semblables à celles de ce patient, dans les régions antérieures et moyennes des deux lobes temporaux, détériorent le système conceptuel du cerveau, des lésions de l'hémisphère gauche, au voisinage de la scissure de Sylvius, perturbent plutôt la formation des mots et des phrases. Cette région cérébrale est la plus étudiée par les spécialistes du langage depuis que Paul Broca et Carl Wernicke ont découvert, il y a plus de 150 ans, que les structures du langage y sont localisées. Broca et Wernicke avaient également découvert le phénomène de dominance cérébrale : chez la plupart des êtres humains - près de 99 pour cent des droitiers et les deux tiers des gauchers -, les centres du langage sont dans l'hémisphère gauche.

L'étude de patients aphasiques (ayant perdu partiellement ou totalement l'usage de la parole) confirme l'importance de certaines structures de l'hémisphère gauche dans le langage. Edward Klima, de l'Université de San Diego, et Ursula Bellugi, de l'Institut des études biologiques à San Diego, ont montré que les lésions des structures cérébrales de formation des mots s'accompagnent d'aphasies du langage gestuel. Ainsi les sourds qui présentent une lésion cérébrale de l'hémisphère gauche deviennent parfois incapables de comprendre ou de produire les signes du langage gestuel. Comme leur cortex visuel est intact, leur déficience ne provient pas d'une mauvaise perception visuelle des signes, mais d'une incapacité d'interpréter ces derniers.

En revanche, les sourds qui présentent des lésions de l'hémisphère droit, loin des aires du langage, deviennent parfois incapables de voir les objets situés dans la moitié gauche de leur champ visuel ou de percevoir les relations spatiales entre les objets, mais ils conservent la capacité de comprendre et d'utiliser le langage gestuel. Par conséquent, l'hémisphère gauche contient les centres de traitement du langage, quelles que soient les voies de transmission des signaux linguistiques.

Certains neurologues ont cartographié les systèmes neuronaux du langage en localisant les lésions de patients aphasiques ; d'autres ont analysé ces systèmes en stimulant le cortex cérébral de patients épileptiques traités par chirurgie, puis en enregistrant les réponses électrophysiologiques.

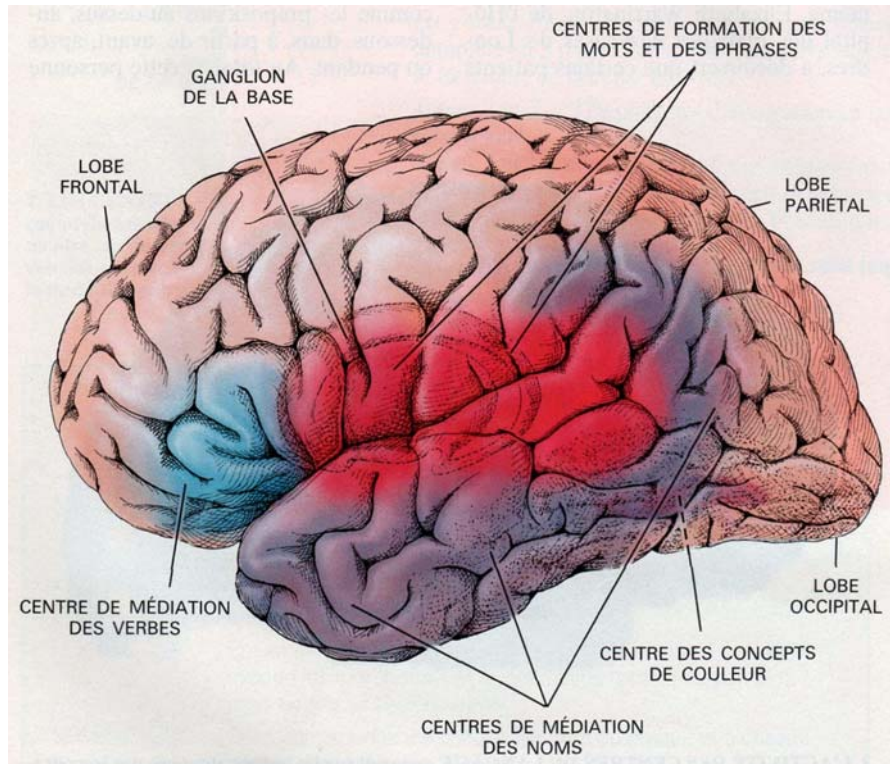
La région périsylvienne postérieure

Les lésions de la région périsylvienne postérieure, par exemple, perturbent l'assemblage des phonèmes en mots et la sélection des mots. Les patients présentant une telle lésion sont incapables de prononcer correctement certains mots (ils disent par exemple «phéléphant» à la place d'«éléphant») et ils remplacent parfois un mot qui leur manque par un autre mot de sens plus général (par exemple, «personne» au lieu de «femme») ou par un mot dont le sens est lié au concept qu'ils veulent exprimer (comme «chef» à la place de «président»).

Les lésions de la région périsylvienne postérieure ne perturbent cependant ni le rythme ou la vitesse d'élocution des patients, ni la syntaxe de leurs phrases, même s'ils se trompent parfois dans l'utilisation des pronoms et des conjonctions. Enfin ces lésions altèrent également le traitement des sons entendus, de sorte que les patients ont du mal à comprendre les mots et les phrases parlés. Cette difficulté n'est pas due à la dégradation d'un centre de stockage du sens des mots qui aurait été présent dans le secteur périsylvien postérieur, comme on le pensait jadis ; elle provient d'une interruption de l'analyse acoustique des mots perçus dès les premières étapes de leur traitement.

Les systèmes neuronaux de la région périsylvienne postérieure enregistrent les informations auditives et kinesthésiques concernant les phonèmes et les mots. La découverte de projections neuronales réciproques, entre les différentes zones qui mémorisent ces informations, révèle l'importance des interactions entre ces zones.

La région périsylvienne postérieure est connectée aux cortex moteur et prémoteur, directement et par une voie sous-corticale incluant les ganglions de la base et la partie antérieure du thalamus gauches. Cette double connexion joue un rôle crucial dans la production des phonèmes, qui peut être commandée par le circuit cortical, par le circuit sous-cortical ou par les deux à la fois. La voie sous-corticale assure l'acquisition des automatismes linguistiques, tandis que la voie corticale commande le langage conscient acquis par l'apprentissage associatif (voir *Voir les bases biologiques de l'apprentissage*, par Eric Kandel et Robert Hawkins, page 70).



LES CENTRES CEREBRAUX DU LANGAGE, dans l'hémisphère gauche, comportent des structures qui traitent les mots et les phrases, ainsi que des structures qui assurent la médiation entre les éléments du lexique et la grammaire. Les structures neuronales qui représentent les concepts sont réparties entre les hémisphères droit et gauche, dans de nombreuses régions sensorielles et motrices.

Lorsqu'un enfant apprend le mot «jaune», par exemple, les systèmes de formation des mots et de contrôle moteur seraient activés à travers les voies corticale et sous-corticale ; l'activité de ces systèmes serait alors corrélée à l'activité des systèmes neuronaux qui commandent les concepts de couleur et la médiation entre concepts et langage. Ultérieurement le système neuronal de médiation concept-langage semble établir une voie directe vers les ganglions de la base, de sorte qu'une faible activation de la région périsylvienne postérieure suffit à déclencher la production du mot «jaune». L'apprentissage ultérieur du mot désignant la couleur jaune dans une autre langue mettrait à nouveau en jeu la région périsylvienne postérieure, qui établirait alors les correspondances auditives, kinesthésiques et motrices entre les phonèmes.

Le système associatif cortical et le système automatique sous-cortical semblent opérer en parallèle dans le traitement du langage. L'un ou l'autre prédomine selon la maîtrise du langage et selon la nature des éléments linguistiques. Selon Steven Pinker, de l'Institut de technologie du Massachusetts, la plupart des individus mémoriseraient les formes du passé des verbes irréguliers anglais par apprentissage associatif et celui des verbes réguliers par acquisition automatique.

La région périsylvienne antérieure

La région périsylvienne antérieure, sur la face avant de la scissure de Rolando, semble contenir des structures qui commandent le rythme d'élocution et la grammaire. Les ganglions de la base sont impliqués dans ce système, tout comme ils le sont dans les connexions de la région périsylvienne postérieure. L'ensemble est fortement relié au cervelet et, avec lui, reçoit des projections de nombreuses régions sensorielles du cortex et renvoie des projections aux régions motrices. Toutefois le rôle du cervelet dans le langage et la connaissance reste encore inconnu.

Les personnes avec des lésions de la région périsylvienne antérieure parlent d'une voix monocorde, avec de longs silences entre les mots et en utilisant des structures grammaticales défectueuses. Elles omettent souvent les pronoms et les conjonctions, et respectent rarement l'ordre grammatical. Comme elles retrouvent plus facilement les noms que les verbes, on suppose que des régions cérébrales différentes traitent ces deux classes de mots. En outre, les sujets souffrant de telles lésions ont du mal à comprendre le sens de certaines structures syntaxiques. Edgar Zurif, de l'Université de Brandeis, Eleanor Saffran, de l'Université Temple, et Myrna Schwartz, de l'Hôpital de Philadelphie, ont montré que ces patients ne comprennent pas

toujours les phases passives telles que «Le garçon a été embrassé par la fille», où les rôles sont interchangeable. Pourtant ils comprennent les phrases passives non réversibles, comme «La pomme a été mangée par le garçon», et les phrases actives, comme «Le garçon a embrassé la fille».

Puisque des lésions de la région périsylvienne antérieure perturbent à la fois l'expression et la compréhension des structures grammaticales, on pense que les systèmes neuronaux de cette région renferment les centres d'assemblage syntaxique. Les ganglions de la base, qui coordonnent les mouvements élémentaires en un ensemble harmonieux, pourraient remplir une fonction analogue dans l'assemblage des mots en phrases. La découverte de structures similaires, quoique moins développées, chez le singe indique que ces structures neuronales sont étroitement connectées aux systèmes de médiation syntaxique du cortex fronto-pariétal dans les deux hémisphères cérébraux (*voir la figure*).

Les systèmes de médiation

Les systèmes neuronaux de médiation se trouveraient entre les systèmes qui traitent les concepts et ceux qui produisent les mots et les phrases. Les études neuropathologiques montrent que ces systèmes médiateurs commanderaient la sélection des mots exprimant des concepts et détermineraient la syntaxe qui exprime des relations entre ces concepts. Lorsque nous parlons, ces systèmes médiateurs gouverneraient les systèmes qui commandent la formation des mots et la syntaxe ; inversement, lorsque nous écoutons un interlocuteur, les systèmes qui assurent la formation des mots et la syntaxe commanderaient les systèmes de médiation. Nous tentons actuellement de cartographier les systèmes qui traitent les noms propres et les noms communs associés à des entités de diverses classes. Deux de nos patients, qui présentaient des lésions du cortex antérieur temporal et médian, par exemple, restaient capables de reconnaître les concepts de n'importe quelle classe (visages humains, parties du corps, espèces animales ou végétales, véhicules, constructions, outils et ustensiles) ; ils savaient définir les fonctions, l'habitat ou la valeur des choses et, lorsqu'on produisait les sons parfois associés à ces objets, ils reconnaissaient ces derniers ; enfin, quand on leur bandait les yeux, ils parvenaient à identifier un objet placé entre leurs mains. Toutefois ils étaient incapables de retrouver le nom de beaucoup de ces objets qui leur étaient familiers. Devant l'image d'un rat, l'un d'eux disait : «Je sais ce que c'est : c'est un animal affreux ; il vient fouiller nos poubelles ; son museau et sa queue sont caractéristiques. Je connais cet animal, mais son nom m'échappe.» En moyenne, ces patients trouvaient à peine la moitié des noms qu'ils cherchaient, alors que leurs systèmes conceptuels étaient intacts.

La proportion de mots oubliés variait selon la classe conceptuelle des entités que les patients cherchaient à nommer. Ces derniers se trompaient moins pour les noms d'outils et d'ustensiles que pour les noms d'animaux, de fruits et de plantes, mais la distinction n'était pas celle qui sépare les objets naturels et ceux fabriqués par l'Homme : ils restaient parfaitement capables de nommer les parties du corps, alors qu'ils ne pouvaient nommer correctement les instruments de musique, qui sont des objets aussi artificiels et aussi manipulables que les outils de jardin.

Pourquoi les lésions font-elles oublier le nom de certains objets plutôt que d'autres? Probablement parce que le cerveau utilise différents systèmes neuronaux pour représenter des entités qui diffèrent par leur structure, par leur comportement ou par la façon dont on les considère.

Les noms propres posaient également des problèmes à ces deux patients. À de rares exceptions près, ces derniers étaient incapables de nommer des amis, des parents, des personnes ou des lieux célèbres. Face à la photographie de Marilyn Monroe, par exemple, ils déclaraient : «Je ne trouve pas son nom, mais je sais qui elle est : j'ai vu ses films ; elle a eu une liaison avec le président ; elle s'est suicidée ou elle a été assassinée, peut-être par la police.» Ces patients ne souffraient pas de ce que l'on nomme une agnosie des visages, ou prosopagnosie (ils reconnaissaient un visage sans hésitation), mais ils étaient incapables de nommer la personne qu'ils reconnaissaient. Curieusement ils utilisaient les verbes sans difficulté et indiquaient, avec la même précision que des personnes normales, les verbes correspondant à plus de 200 stimuli qui décrivaient des états ou des actions. Leur usage des prépositions, des conjonctions, des pronoms et de la syntaxe était correct. Lorsqu'ils parlaient ou qu'ils écrivaient, ils remplaçaient les noms manquants par des termes comme «l'objet» ou «la chose» ou par des pronoms comme «il(s)» ou «elle(s)». Les verbes de leurs discours étaient cependant judicieusement choisis, prononcés et conjugués. Enfin leur prononciation et leur prosodie (l'intonation des mots et des phrases) étaient irréprochables.

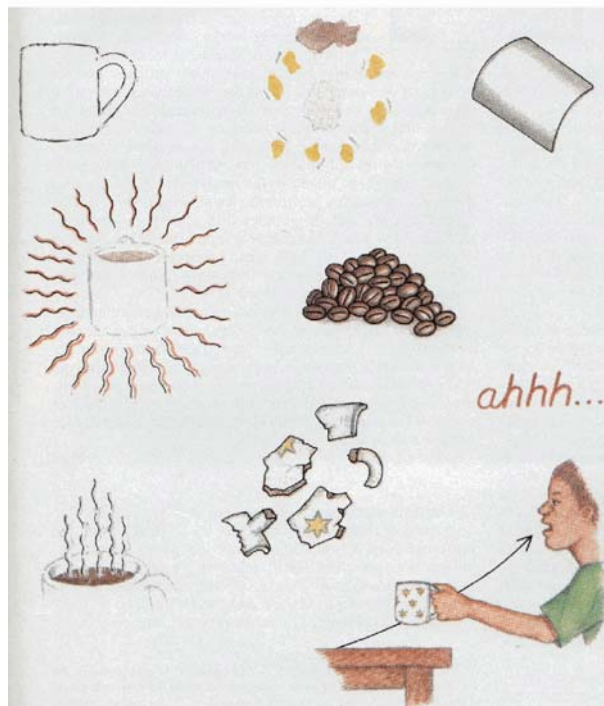
Il semble aujourd'hui clair que les centres de médiation lexicale soient localisés dans des régions cérébrales particulières et que les structures neuronales reliant les concepts et les mots, notamment, se trouvent le long de l'axe occipito-temporal du cerveau. Pour de nombreux concepts généraux, la médiation semble se produire dans les zones les plus postérieures de la région temporale gauche, tandis que, pour les concepts plus spécialisés, elle se produit plus en avant, près du pôle temporal gauche. Nous avons observé de nombreux patients qui avaient perdu la mémoire des noms propres tout en conservant celle de la plupart des noms communs : leurs lésions étaient limitées au pôle temporal gauche et à la surface temporale médiane du cerveau, épargnant les régions temporales latérales et inférieures. En revanche, ces dernières régions étaient toujours lésées chez les patients qui parvenaient difficilement à retrouver les noms communs.

Les lésions qui atteignent le cortex temporal antérieur et médian perturbent l'utilisation des noms communs mais pas celle des noms de couleur. Les corrélations entre ces lésions cérébrales et les troubles du langage révèlent que le segment temporal de la cinquième circonvolution occipitale gauche gouverne la médiation entre les concepts et les noms de couleur, tandis que les structures neuronales situées à l'extrémité opposée du réseau, dans le lobe temporal antérieur gauche, commandent la médiation entre les concepts et les noms des personnes. Un patient examiné récemment, qui présentait des lésions sur tout l'axe occipito-temporal gauche du cerveau, était incapable de retrouver les noms de nombreuses entités, ceux des couleurs et des personnes, mais ses capacités conceptuelles restaient intactes. Enfin l'étude de ces patients confirme que le traitement du langage

est perturbé par une stimulation électrique de ces aires corticales, pourtant situées hors des régions généralement attribuées au langage.

LES COMPOSANTS D'UN CONCEPT

Les concepts sont stockés dans le cerveau sous forme d'enregistrements «inactifs». Lorsque ces enregistrements sont réactivés, ils recréent les sensations et les actions associées à une entité ou à une classe d'entités. Une tasse de café, par exemple, évoque à la fois des représentations visuelles ou tactiles de sa forme, de sa couleur, de sa texture et de sa température, l'odeur et le goût du café, ainsi que la trajectoire de la main et du bras pour porter la tasse aux lèvres. Toutes ces représentations sont recrées simultanément dans des régions distinctes du cerveau.



Les systèmes de médiation des verbes

Si les systèmes de médiation semblent localisés pour les noms, où se trouvent ceux qui traitent les verbes? Puisque les patients avec des lésions du cortex temporal antérieur et médian conservent la capacité de retrouver les verbes, les pronoms et les conjonctions, les systèmes traitant ces classes de mots ne sont pas dans la région temporale gauche. Quelques observations cliniques indiquent que ces systèmes se trouvent dans les régions frontale et pariétale : les patients aphasiques souffrant de lésions frontales gauches ont beaucoup plus de difficultés dans l'expression des verbes que dans celle des noms.

Cette localisation a été indirectement confirmée par des études de tomographie par émission de positons (TEP). Steven Petersen, Michael Posner et Marcus Raichle, de l'Université de Washington, ont demandé à des volontaires de prononcer les verbes correspondant à l'image d'un objet : par exemple, l'image d'une pomme devait susciter l'expression du verbe «manger». La tomographie a alors révélé l'activation d'une région du cortex frontal dorso-latéral inférieur qui correspond approximativement aux régions que nous avons précédemment localisées. Une lésion de ces régions perturbe non seulement l'expression des verbes, des pronoms et des conjonctions, mais aussi la syntaxe.

Comme les verbes, les pronoms et les conjonctions sont les pierres angulaires de la syntaxe, on comprend que les systèmes médiateurs de ces classes de mots chevauchent les systèmes médiateurs de la syntaxe. La tomographie par émission de positons devrait permettre une cartographie précise de ces systèmes.

Au cours des vingt dernières années, notre connaissance des structures cérébrales gouvernant le langage a rapidement progressé. Grâce à des techniques comme l'imagerie par résonance magnétique, on a localisé précisément les lésions cérébrales de patients souffrant d'aphasie et on les a corrélées aux troubles du langage correspondants. Aujourd'hui, grâce à la technique de

tomographie par émission de positons, on étudie l'activité cérébrale de sujets normaux qui mettent en œuvre différents processus linguistiques.

Les mécanismes linguistiques sont si complexes que certains doutent que la machinerie neuronale qui les gouverne soit un jour entièrement élucidée. L'enregistrement des concepts par le cerveau reste mystérieux. On connaît encore mal les systèmes de médiation pour les éléments du langage autres que les noms, les verbes, les pronoms et les conjonctions. Même les structures qui assurent la formation des mots et des phrases, explorées depuis le milieu du XIX^e siècle, ne sont qu'approximativement connues.

Néanmoins les progrès considérables des dernières années font penser que la cartographie de ces structures et l'analyse de leur fonctionnement ne sont pas inaccessibles. Quand l'objectif sera-t-il atteint? C'est là toute la question.

Noam CHOMSKY, Knowledge of Language : Its Nature, Origin and Use, Greenwood Press, 1986.

Michel HABIB. Bases neurologiques des comportements, Éditions Masson, 1989.

Hanna DAMASIO et Antonio R. DAMASIO. Lésion Analysis in Neuropsychology, Oxford University Press, 1989.

A.R. DAMASIO, H. DAMASIO, D. TRANEL et J.P. BRANDI, Neural Regionalization of Knowledge Access : Preliminary Evidence in Cold Spring Harbour Symposia on Quantitative Biology, vol. LV : The Brain, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1990.

A.R. DAMASIO, Aphasia in New England Journal of Médiante, vol. 326, n° 8, pp. 531-539, 20 février 1992.