

Comment fonctionne notre cerveau

Catriona Urquhart et Lee Dytrych nous donnent une vision nouvelle de nos connaissances actuelles du cerveau et nous aident à comprendre la marche de cet organe extraordinairement complexe.

Dans l'anxiété des tirs de penalty d'une finale de coupe du monde ou l'excitation d'une finale à Wimbledon, vous est-il arrivé de vous arrêter un instant pour penser à la manière dont vous voyez, vous suivez et dont, en fait, vous comprenez ce qui se passe ? La réponse se trouve dans le système nerveux, cette partie du corps qui permet de collecter et de stocker les informations et qui en assure la gestion.

Le système nerveux permet au corps de réagir et de s'ajuster aux événements, qu'ils soient d'origine interne ou externe. Il comporte deux parties, le système nerveux central (CNS) composé du cerveau, la moelle épinière et les nerfs optiques ainsi que le système nerveux périphérique (PNS) constitué de toutes les autres cellules nerveuses présentes dans le corps humain. Ensemble, le CNS et le PNS agissent tel un système de communication unique. En sclérose en plaques, seul le CNS est atteint.

Depuis des siècles, les hommes de science ont toujours été fascinés par le fonctionnement du système nerveux. Ils ont fait du chemin depuis Aristote (384-322 av. J.C.) qui croyait que le cerveau était un organe destiné à refroidir le sang. Ce n'est que depuis le XIXe siècle que des progrès importants ont été faits dans la compréhension du système nerveux. Aujourd'hui encore, une bonne partie des activités du système nerveux restent encore mystérieuses.

Le cerveau

Le cerveau humain pèse seulement 1,4 kg mais il contient plus de 100 milliards de neurones c'est-à-dire autant que les étoiles de la Voie Lactée. Il est intéressant de noter que la taille du cerveau n'est pas en relation avec l'intelligence ou avec d'autres qualités.

Chacun des neurones présente de 1000 à 10000 connections (synapses) avec d'autres cellules nerveuses. Il existe peut-être 100000 milliards de synapses. Rien de ce que nous connaissons au monde n'égale la complexité du cerveau. Le cerveau se compose de trois parties : le tronc cérébral, le cervelet et le cortex. Chacune d'elles a ses fonctions propres .

Le tronc cérébral et le cervelet sont les organes les plus anciens en terme d'évolution et leur structure ainsi que leurs fonctions diffèrent peu par rapport à celles des autres mammifères. Tous deux fonctionnent à un niveau ignoré de la conscience. Ils provoquent les réponses automatiques. Le tronc cérébral agit surtout au niveau des fonctions vitales comme la respiration et la pression sanguine. Le cervelet, une structure pleine de circonvolutions à la base du cerveau, est impliqué dans la coordination des muscles, l'équilibre et le maintien de l'attitude. Les personnes atteintes de sclérose en plaques au niveau du cervelet par exemple, présentant souvent une diminution des réflexes et on peut constater une diminution de la coordination à des tremblements des membres et à leur mauvaise coordination. Le cortex s'étale à partir du tronc cérébral. C'est la partie la plus

caractéristique du cerveau. Il se divise en deux parties (hémisphères) qui constituent environ 85 % du tissu cérébral. Les couches externes, le cortex cérébral, est la partie du cerveau la plus développée à mesure que l'on s'élève dans l'échelle de l'évolution. Chez le poisson, il est pratiquement invisible alors que chez l'homme où il recouvre le tissu cérébral sous-jacent, on ne voit plus que lui pratiquement. Ici, le cortex est devenu tellement volumineux que, pour rester contenu à l'intérieur de la boîte crânienne, il s'est replié sur lui-même ; s'il fallait l'étaler à plat, il recouvrirait quatre pages de ce magazine.

Le cortex se compose d'une matière grise riche en cellules nerveuses. On pense que le cortex constitue le niveau supérieur du fonctionnement du cerveau et qu'il est le centre de toute la pensée consciente, permettant le contrôle des actions volontaires comme un mouvement de doigts très précis. Il est à la source de l'activité mentale, de la mémoire, de la pensée et de la prise de décision. Sous le cortex, on trouve une couche épaisse de matière blanche riche en fibres nerveuses constituée de groupes d'axones interconnectés.

Les fonctions du cerveau

Certaines zones du cortex sont destinées à traiter les messages en provenance de parties du corps bien distinctes. Un modèle du corps humain, l'homoncule, (voir ci-dessous) montre les parties des corps reporté sur la portion du cortex qui leur est allouée - à l'exception des yeux car, si ceux-ci étaient représentés à l'échelle, ils seraient plus grands que le corps entier. D'autres zones du cortex relativement importantes sont réservées au visage, à la boîte vocale, la langue, les lèvres, les doigts et spécialement le pouce. Celui-ci est si important pour les manipulations qu'il prend autant de matière grise que la poitrine et l'abdomen.



Si chaque hémisphère a la même apparence, ils ont chacun une fonction différente. L'hémisphère "dominant" (le gauche en général chez la plupart des droitiers) est plutôt dévolu au contrôle des fonctions logiques comme les combinaisons de nombres, le parole, l'écriture, le langage et la pensée analytique.

L'autre hémisphère (le droit le plus souvent) est plus spécialisé dans l'appréciation des relations spatiales, les réponses émotionnelle et les processus de la pensée en général. C'est pourquoi une personne atteinte de sclérose en plaques présentant des lésions dans le cortex peut avoir des problèmes cognitifs (en relation avec les processus de pensée et de la réflexion).

Le cerveau est en activité à tout moment même pendant le sommeil. Il a besoin d'énergie pour fonctionner. Il consomme 20 % de la nourriture et de l'oxygène absorbés.

Malgré le rôle subtil du cerveau pour maintenir le corps en bonne santé, il apparaît que le corps fonctionne encore de manière satisfaisante même si certaines parties

du cerveau sont atteintes. Par exemple, des images prises en résonance magnétique nucléaire montrent que certaines personnes atteintes de sclérose en plaques avec des lésions ou des zones particulières atteintes peuvent continuer à vivre tout à fait normalement. C'est ce qu'on appelle les lésions silencieuses.

L'histoire de Phineas Gage illustre, à la limite, comment le cerveau peut survivre à des dégâts très importants. Vers les années 1840, Gage parvint à survivre après avoir reçu un coup d'une pointe métallique qui emporta une bonne partie de l'avant gauche du cerveau. Sa personnalité en fut complètement modifiée : il devint peu fiable et agressif. Cependant, malgré l'absence d'une bonne partie du cerveau, il est resté capable de réaliser les tâches habituelles de la vie quotidienne.

Le neurone.

L'unité fonctionnelle du système nerveux est une cellule très spécialisée qu'on appelle le neurone. Elle est constituée d'un corps cellulaire auquel viennent s'attacher les dendrites en forme de filaments dont le nombre peut s'élever jusqu'à 200. Il y a aussi un "organe" mince appelé axone dont la longueur peut être de quelques millimètres (dans le cerveau, par exemple) et atteindre un mètre et plus (le nerf qui s'étend de la moelle épinière jusqu'au pied).

Le système nerveux contient une grande quantité de neurones mis bout à bout par où circulent les commandes et les informations. La jonction entre deux neurones s'appelle synapse et les extrémités de deux neurones adjacents sont séparées par un espace minuscule dénommé " jonction synaptique ".

La plupart des axones sont couverts d'une gaine de myéline enroulée autour de l'axone en couches spiralées se recouvrant parfois à plus de 100 reprises. C'est la myéline qui donne son apparence caractéristique à la matière blanche du cerveau. C'est elle qui protège la fibre nerveuse et accélère la vitesse des signaux le long de l'axone.

Dans le CNS, la myéline est produite par des cellules spécialisées, les oligodendrocytes. Dans le PNS, ce sont les cellules de Schwann qui produisent la myéline. La gaine de myéline n'est pas continue, elle est interrompue à intervalles réguliers par des espaces qu'on appelle les nœuds de Ranvier . La distance entre deux nœuds consécutifs est connue sous le nom de "internode".

Comment les neurones conduisent-ils les impulsions nerveuses ?

Les neurones agissent en associations variées pour nous permettre nos activités: composer de la musique ou agiter les mains. Mais comment cela fonctionne-t-il ? Comment répondent-ils à un stimulus pour donner une réponse appropriée ? Imaginons que vous touchiez de la main un objet chaud. Le stimulus de la chaleur excite les terminaisons des neurones de la main et provoque une impulsion qui voyage tout au long de l'axone jusqu'à son extrémité : le cerveau. A ce niveau, elle sera analysée et une autre impulsion va être enclenchée en suivant une longue suite de neurones interconnectés vers les muscles de la main pour leur indiquer de lâcher l'objet chaud. Tout cela instantanément en apparence.

Dans la réalité, le stimulus voyage le long de l'axone comme une charge électrique à une vitesse atteignant 430 km/h , en sautant par-dessus les nœuds de Ranvier. À

chacune des jonctions entre deux neurones (synapses), la charge électrique s'arrête et déclenche la libération d'une substance chimique, le neurotransmetteur. Ce neurotransmetteur franchit l'espace vers la surface de la cellule cible et là, il se lie à une protéine appelée récepteur. Si un nombre suffisant de récepteurs sont activés sur la cellule cible, une nouvelle impulsion est créée qui passe sur l'axone de la cellule cible. C'est ainsi que l'impulsion continue son chemin déclenchant successivement une suite de neurones interconnectés sur son chemin vers le cerveau. Pour le voyage de retour, c'est selon le même moyen que le voyage se poursuit.

Une synapse est comme une soupape agissant à sens unique : le neurotransmetteur ne peut passer que de l'axone terminal vers le site récepteur à travers l'espace synaptique mais ils ne peuvent pas faire le chemin du retour. Ce contrôle directionnel évite que les impulsions voyagent dans tous les sens en provoquant toutes les confusions qu'on peut imaginer.

Il y a environ 40 neurotransmetteurs mais ils ne peuvent pas tous déclencher une impulsion. Certains stabilise les membranes neuronales et empêche une impulsion de poursuivre le chemin. Cependant le processus de déclenchement d'un neurone dépend de l'équilibre entre les influences excitatrice et inhibitrice agissant sur lui. En un sens, c'est une bonne chose car si tous les neurones en activité du cerveau excitait tous les neurones avec qui il est en contact, nous pourrions exploser !

L'effet de la sclérose en plaques dépend de l'endroit où intervient la démyélinisation.

En réalité, la démyélinisation met le nerf en court-circuit car ses propriétés isolantes sont altérées. Les messages transmis sont modifiés voire effacés et ne sont pas transmis correctement. Ceci explique pourquoi les personnes atteintes de sclérose en plaques peuvent avoir certaines sensations affaiblies ou avoir des difficultés de mouvement ou de coordination qu'elles n'avaient pas avant. Comme les lésions se placent de manière aléatoire par nature, les effets de la sclérose en plaques seront variables selon les individus et vont dépendre des endroits où la démyélinisation et la cicatrisation qui s'ensuit se sont produites. Si les lésions sont principalement dans la moelle épinière, il en résultera principalement des troubles moteurs. Si elles se trouvent dans le cerveau, ce sont plutôt des problèmes cognitifs qui surviendront. Avec la sclérose en plaques intervient souvent une profonde démyélinisation du nerf optique provoquant une névrite optique chez $\frac{1}{4}$ des gens atteints environ. Dans toutes ces situations, ni le muscle ni l'organe sensitif en lui-même ne sont atteints, simplement le message n'est pas correctement transmis. Puisque le muscle en lui-même n'est pas atteint, il reste l'espoir que, si l'on parvient à restaurer la myéline, le cours de la maladie peut être inversé.

Le futur

A mesure que se développent des techniques plus avancées pour l'étude du cerveau, nous pouvons mieux comprendre son fonctionnement et savoir ainsi que sont les zones du cerveau qui prennent en charge une fonction donnée. Ainsi, à mesure que nous construisons une image plus précise de la division du travail dans le cerveau, nous pourrions fournir des solutions quand les choses commencent à aller mal.

En ce qui concerne la sclérose en plaques, nous sommes encore à quelque distance de comprendre la cause du problème : c'est la démyélinisation des axones dans le système nerveux central (CNS) et l'inflammation ainsi et la cicatrisation associée qui est en cause. Une meilleure compréhension du fonctionnement du système nerveux ne peut qu'améliorer notre recherche d'un traitement plus efficace de la sclérose en plaques.

Glossaire :

Axone : extension mince (ou « process ») du neurone transportant les impulsions à l'extérieur des cellules (nerveuses).

Dendrite : un organe de petite taille qui s'étend à l'extérieur du corps cellulaire pour recevoir les impulsions nerveuses

Myéline : substance isolante constituée de lipides et de protéines qui forme une gaine isolante autour des axones de plus grande taille.

Neurone : cellule nerveuse composée d'un corps cellulaire, de plusieurs dendrites et d'un axone.

Neurotransmetteur : substance chimique (l'adrénaline par ex.) qui transmet les charges électriques (signaux) d'un neurone au suivant.

Oligodendrocyte : cellule produisant la myéline dans le cerveau et la moëlle épinière.

Synapse : le site de transmission entre deux neurones.

Extrait de MS Insight - Juillet-août 1998 - Supplément n° 17
Traduction libre : Henri Goethals

