

Thème D : Comportement, mouvement et système nerveux

Chapitre D2

Le cerveau : motricité volontaire, plasticité et fragilité

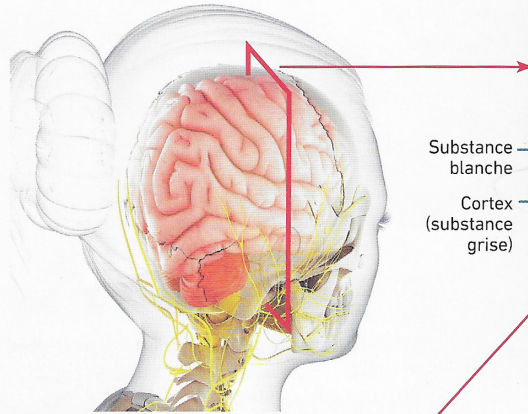
Problématique : Comment intervient le cerveau dans la commande du mouvement volontaire et comment le préserver ?

I. Les cellules du cerveau

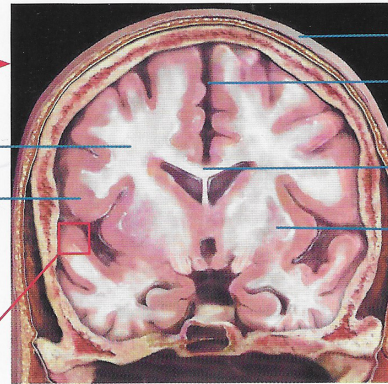
Les neurones du cerveau

Situé dans la boîte crânienne, l'encéphale est constitué du cerveau (principal organe du système nerveux central*), du cervelet et du tronc cérébral. Le cerveau est composé de deux hémisphères dont la surface forme de nombreux

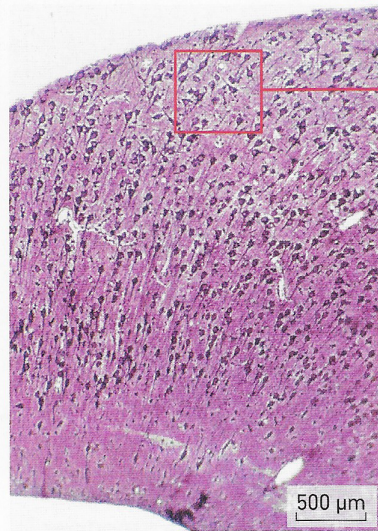
replis ou circonvolutions. En coupe, il apparaît constitué de deux grands types de tissus : la substance grise (cortex* en périphérie, centres nerveux profonds) et la substance blanche.



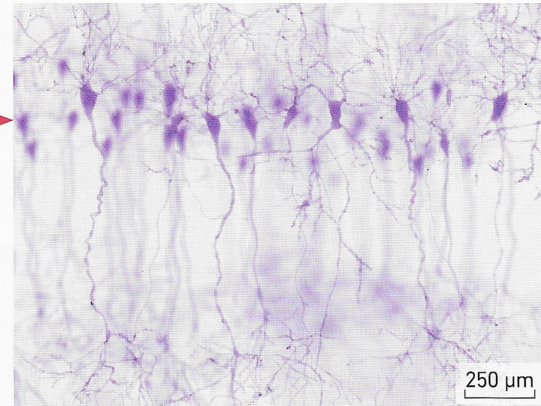
A Situation du cerveau dans la boîte crânienne.



B Coupe coronale* de cerveau humain.



C Cortex cérébral (microscopie optique).



D Neurones pyramidaux du cortex cérébral.

L'observation microscopique du cortex montre une organisation en plusieurs couches de **neurones*** dits pyramidaux. Le nombre total de neurones à l'intérieur du cerveau est estimé entre 86 et 100 milliards.

Les cellules gliales

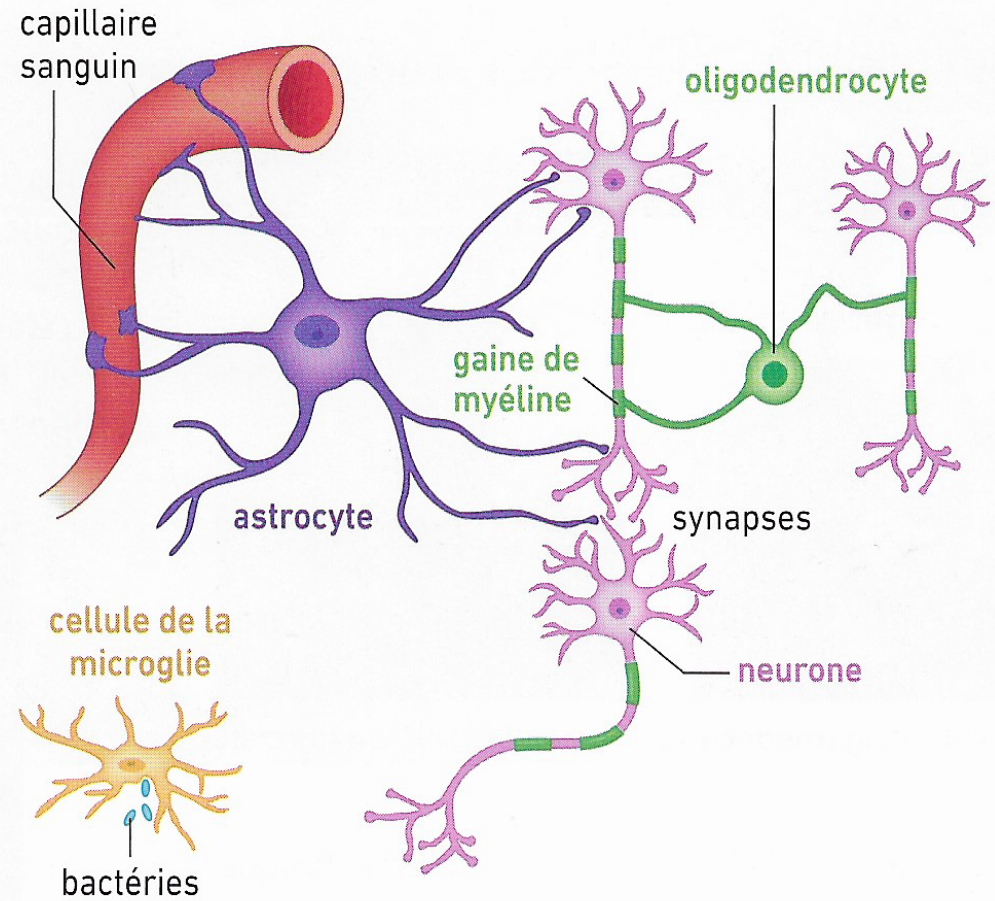
- Pendant longtemps, les biologistes se sont intéressés aux seuls neurones. Pourtant, ceux-ci ne représentent qu'une partie des cellules du cerveau, le reste étant constitué des **cellules gliales*** (qui doivent leur nom à leur aspect gluant). On sait depuis peu qu'elles sont essentielles pour la survie et le bon fonctionnement du cerveau. Des dysfonctionnements des cellules gliales interviendraient dans de nombreuses maladies neurologiques (maladie de Parkinson, maladie d'Alzheimer, épilepsie...).

- On distingue trois catégories de cellules gliales :

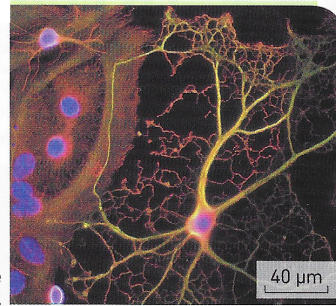
Les astrocytes : ces cellules de forme étoilée jouent un rôle important dans le support, la protection, la nutrition et le métabolisme énergétique des neurones. On a également découvert plus récemment qu'elles peuvent réguler la transmission synaptique.

Les oligodendrocytes : dans la substance grise, ces cellules ont un rôle métabolique. Dans la substance blanche, elles produisent la gaine de myéline*, qui accélère jusqu'à 100 fois la conduction du message nerveux par les fibres nerveuses (voir p. 356).

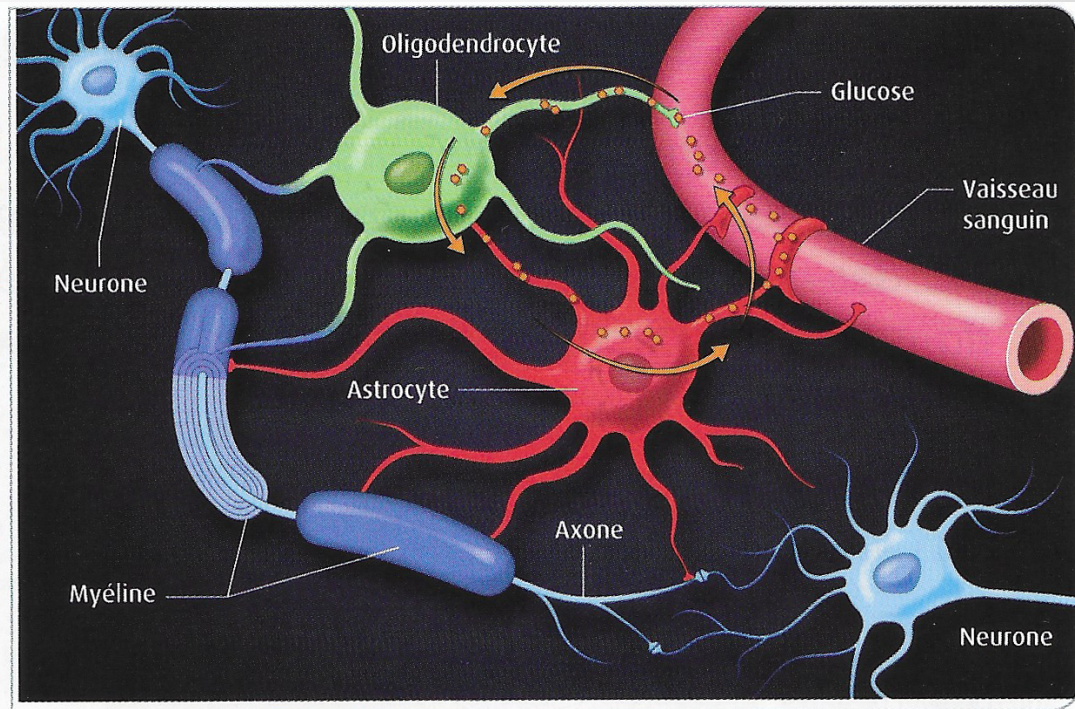
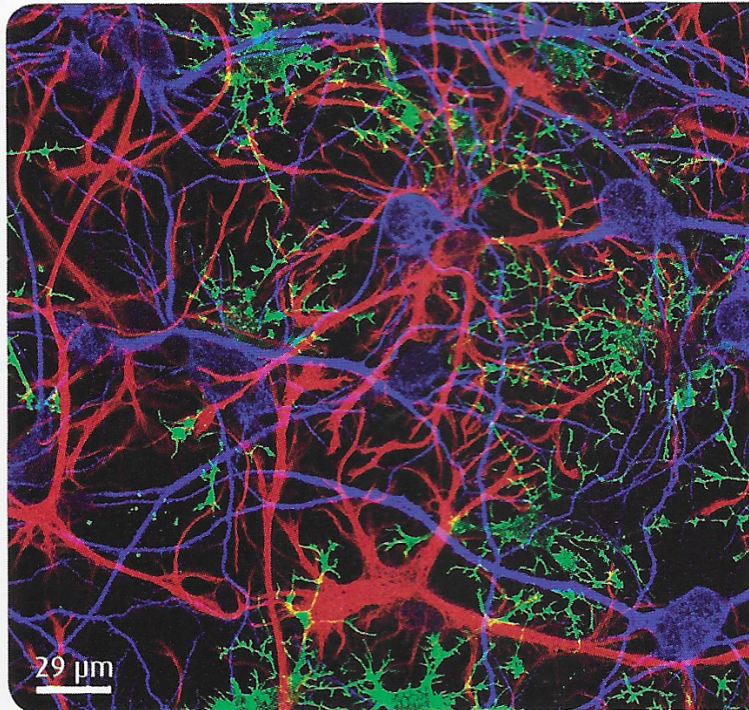
Les cellules de la microglie : elles interviennent dans la défense immunitaire du cerveau. Douées de phagocytose, elles peuvent également libérer des médiateurs chimiques ou jouer le rôle de cellules présentatrices d'antigènes.



B Diversité des cellules gliales.

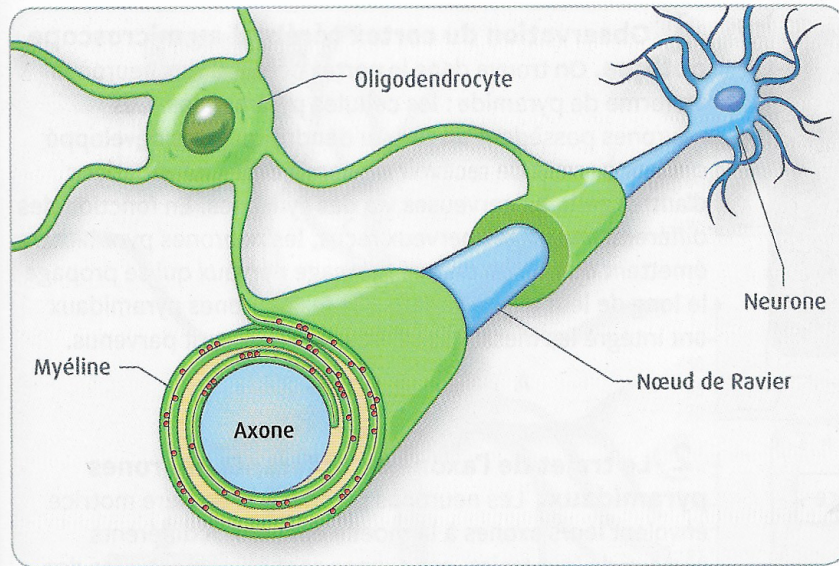


A Astrocyte en culture (marquage fluorescent).

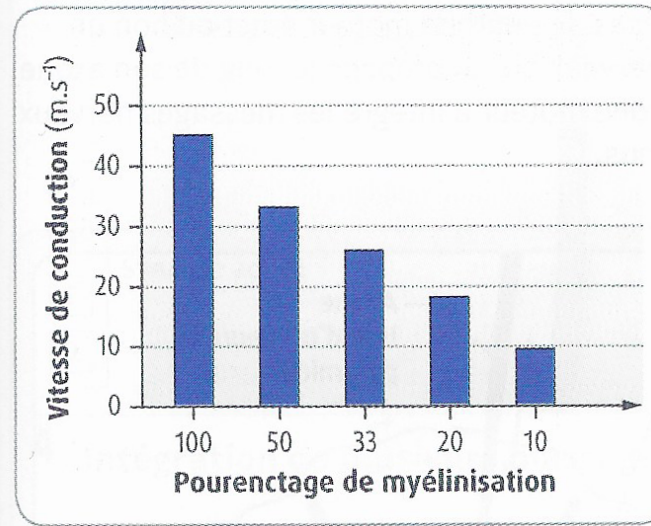


4 Coupe dans un cerveau de rat observé au microscope optique à fluorescence et schéma interprétatif. On observe trois types de cellules : les neurones (en bleu), les astrocytes (en rouge) et les oligodendrocytes (en vert). Astrocytes et oligodendrocytes sont des cellules dites gliales. Dans le cerveau, ces dernières sont quatre fois plus nombreuses que les neurones.

Les oligodendrocytes



5 **Vue en coupe d'un axone de neurone.** Les prolongements cytoplasmiques des oligodendrocytes sont riches en myéline, une molécule principalement constituée de lipide. Ces prolongements s'enroulent autour des axones et forment une gaine de myéline.



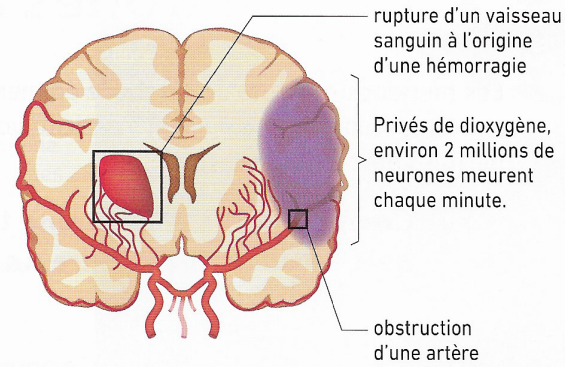
6 **Vitesse de conduction de l'information nerveuse dans des axones normaux et des axones démyélinisés.** La valeur 100 % correspond à un axone normalement myélinisé.

Dysfonctionnements du cerveau

L'AVC

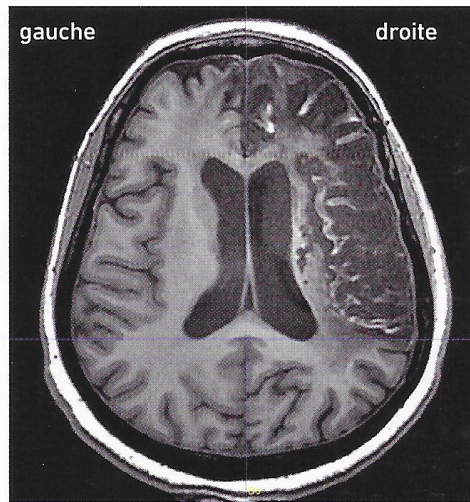
Un AVC (accident vasculaire cérébral) est un trouble de la circulation sanguine irriguant le cerveau. Dans 80 % des cas environ, c'est l'obstruction d'une artère qui est à l'origine de l'accident (AVC ischémique), mais l'AVC peut également provenir d'une hémorragie liée à la rupture d'un vaisseau sanguin dans le cerveau.

Les AVC ont des conséquences extrêmement variables : certains sont très discrets, tandis que d'autres sont la cause de décès ou de handicaps plus ou moins lourds. Il existe cependant d'importantes facultés de récupération

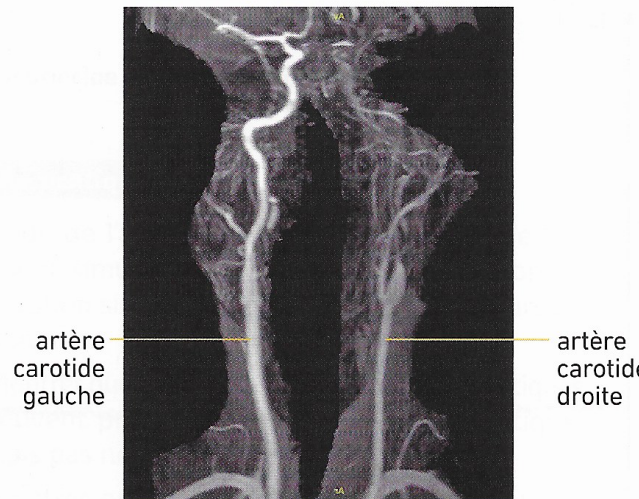


A Les causes des accidents vasculaires cérébraux.

■ On étudie le cas d'un patient victime d'un AVC et présentant une hémiplégi* gauche, une incapacité à répondre à des stimulus du côté gauche, une perte de l'hémichamp visuel* gauche (œil droit et œil gauche) ainsi qu'une atteinte de la sensibilité du côté gauche du corps.



B IRM cérébrale du patient (plan axial médian).



C IRM des artères carotides*.

Les artères carotides sont les deux principales artères du cou. Sur cette image, le sang circulant apparaît en blanc.

La sclérose en plaques : une maladie qui affecte la transmission du message nerveux

Les symptômes

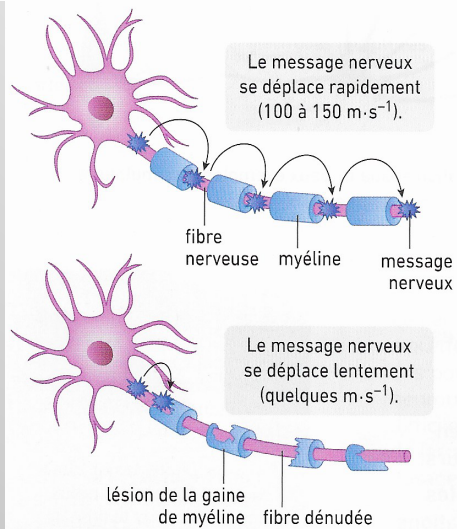
La sclérose en plaques (SEP) touche plus de 110 000 personnes en France. L'âge moyen du début des symptômes est d'environ 30 ans. Les symptômes sont neurologiques mais extrêmement variés et peu spécifiques, touchant aussi bien la motricité que la sensibilité : sensation de faiblesse musculaire, fatigabilité, perturbation des réflexes, troubles de l'équilibre, de la vision, de l'audition, de la sensibilité générale, de la parole... La sclérose en plaques est de gravité variable, se manifestant souvent par des épisodes de poussées aiguës entrecoupés de longues périodes de stabilisation ou de récupération. Dans 80 % des cas, les patients atteints d'une sclérose en plaques depuis plus de 10 ans présentent des problèmes de coordination des membres et éprouvent des difficultés à marcher.

Les causes de la maladie

La sclérose en plaques est une maladie auto-immune : le système immunitaire détruit progressivement les cellules qui fabriquent la gaine de myéline entourant les fibres nerveuses, axones et dendrites. Or, l'intégrité de cette gaine est indispensable à une conduction rapide du message nerveux. Chez les malades, la conduction des messages est considérablement ralentie (elle peut passer de $100 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ à $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) et leur synchronisation n'est plus assurée (B).

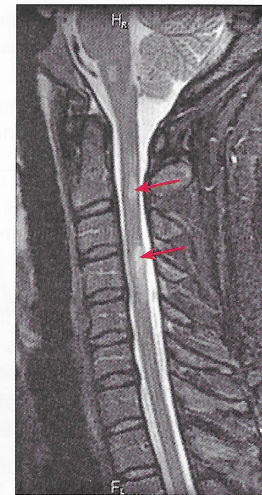
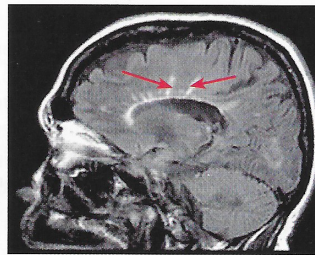


A La SEP, une maladie neurologique qui se traduit souvent par des troubles de la motricité.



B Des perturbations de la conduction des messages nerveux.

Il est difficile de diagnostiquer la maladie à ses débuts. L'IRM révèle cependant des plaques blanches, caractéristiques de la démyélinisation (flèches sur les IRM).



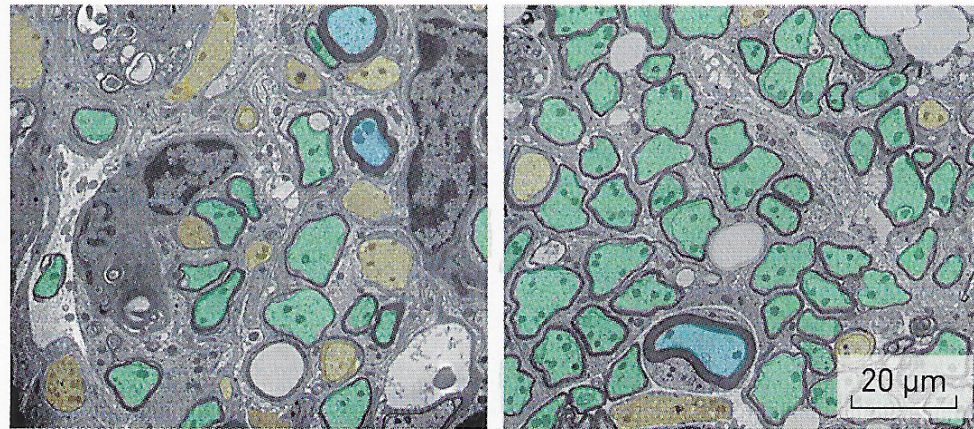
C IRM de cerveau et de moelle épinière d'une personne atteinte de SEP (coupes sagittales).

La sclérose en plaque

Sclérose en plaque

• La sclérose en plaques est une maladie auto-immune* se manifestant par la disparition de la gaine de myéline au niveau des neurones du cerveau, perturbant la conduction du message nerveux et entraînant à terme une dégénérescence des neurones.

Cependant, les chercheurs ont observé chez des malades une capacité plus ou moins importante de régénération spontanée de cette gaine de myéline. Des études chez la souris montrent le rôle des oligodendrocytes dans cette remyélinisation, offrant des pistes de traitement prometteuses.



C Intensité du processus de remyélinisation chez deux personnes atteintes de sclérose en plaques (MET*).

Jaune : axones démyélinisés.

Vert et **bleu** : axones remyélinisés (coupe transversale).

La maladie de Parkinson

Les symptômes

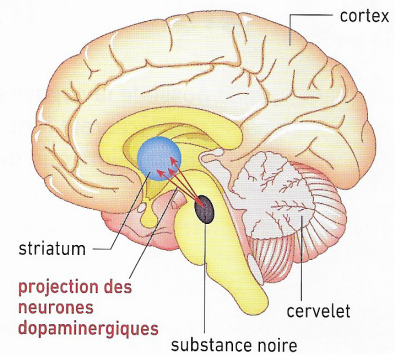
Avec la maladie d'Alzheimer, la maladie de Parkinson est une des principales maladies dues à une **dégénérescence*** de neurones cérébraux.

La maladie de Parkinson touche environ 160 000 personnes en France (en 2019), principalement de plus de 65 ans, mais parfois plus jeunes. Le nombre de cas a doublé en 25 ans.

La maladie de Parkinson est une maladie neurologique du mouvement :

- tremblements au repos ;
- lenteur et difficulté pour l'exécution de mouvements pourtant simples ;
- difficulté d'élocution, de déglutition ;
- raideur (le corps tend à être courbé vers l'avant).

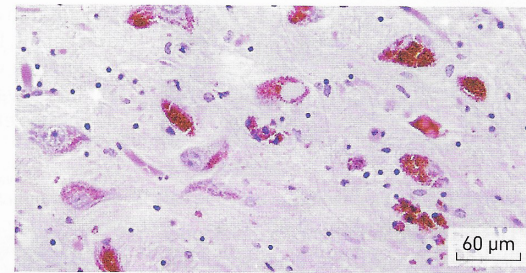
D'autres troubles non moteurs apparaissent : dépression, troubles du sommeil et cognitifs. La maladie de Parkinson peut évoluer vers un handicap sévère et une perte d'autonomie.



A Les centres nerveux impliqués dans la maladie de Parkinson.

Les causes de la maladie

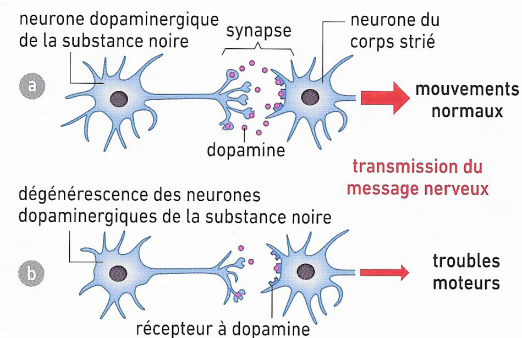
Le cerveau possède environ 800 000 neurones produisant un neurotransmetteur particulier, la dopamine*. Ceux-ci sont principalement situés dans une zone profonde du cerveau appelée substance noire et établissent des connexions avec les neurones du striatum (A). Dans le cas de la maladie de Parkinson, on constate une diminution importante du nombre de neurones dopaminergiques de la substance noire (B). Cependant, les premiers symptômes n'apparaissent qu'après la perte d'au moins 80 % de ces neurones. La cause de cette dégénérescence est encore très mal connue.



B Neurones en dégénérescence dans la substance noire d'un malade atteint de la maladie de Parkinson.

La dopamine est indispensable pour assurer le contrôle des mouvements du corps. La diminution de sa concentration est la conséquence de la dégénérescence progressive des neurones qui la produisent (C).

Des traitements médicamenteux (précurseurs et agonistes* de la dopamine) existent mais ils sont contraignants et leur efficacité n'est pas systématique.



C Transmission du message nerveux chez un sujet non atteint (a) et un patient atteint (b) par la maladie de Parkinson.





