

TD18b Dysfonctionnement du système nerveux et importance de la plasticité cérébrale dans la récupération des fonctions motrices

Le système nerveux est fragile. Certains dysfonctionnements liés à une maladie ou à un accident peuvent entraîner une perte de certaines fonctions sensorielles ou motrices.

Parfois, après une lésion limitée, par une rééducation adaptée, la récupération de certaines fonctions est possible. Ceci est possible grâce à la **plasticité cérébrale**. Le cortex cérébral peut être **remodelé**.

Objectif : Après avoir étudié les différents dysfonctionnements du système nerveux, on montrera l'importance de la plasticité cérébrale dans la récupération des fonctions motrices suite à un dysfonctionnement et dans les apprentissages

Activité 1 : Les différents dysfonctionnements du système nerveux

Consignes :

1- **Prendre connaissance** des différents dysfonctionnements pouvant toucher le système nerveux et des moyens de prévention (**Annexe 1**).

Exemples :

- **lésion moelle épinière** : La fracture d'une vertèbre peut être à l'origine d'une tétraplégie ou d'une paraplégie.

- **AVC** : c'est un trouble de la circulation sanguine cérébrale liée à la rupture d'un vaisseau sanguin ou à une obstruction de celui-ci par un caillot sanguin. Leur conséquence peut être minime jusqu'à générer des handicaps lourds lorsque de larges zones sont affectées.

- **méningite virale** : La méningite virale est une inflammation des membranes qui recouvrent le cerveau et la moelle épinière (méninges) et l'espace rempli de liquide situé entre les méninges (espace sous-arachnoïdien) provoquée par des virus. La méningite virale débute généralement par des symptômes propres à une infection virale tels que fièvre, sensation de malaise général, maux de tête et douleurs musculaires. Ensuite, une raideur de la nuque apparaît : les patients ne sont pas capables de fléchir le cou sur le thorax ou font ce geste avec difficultés.

2- A partir de l'exemple de la sclérose en plaque ou de la maladie de Parkinson, **expliquer** les causes de la perte progressive des fonctions motrices.

- **sclérose en plaques (SEP)** : <https://youtu.be/gRfEIM2RjGg>

La cause de la maladie est une dégénérescence de la gaine de myéline qui entoure les axones, détruite par les lymphocytes T du malade. C'est une maladie auto-immune. La conduction du message nerveux est alors perturbée, pouvant passer de 100 m/s à quelques mètres/s seulement. Il y a donc une désynchronisation des messages nerveux moteurs arrivant aux muscles ce qui perturbe la motricité.

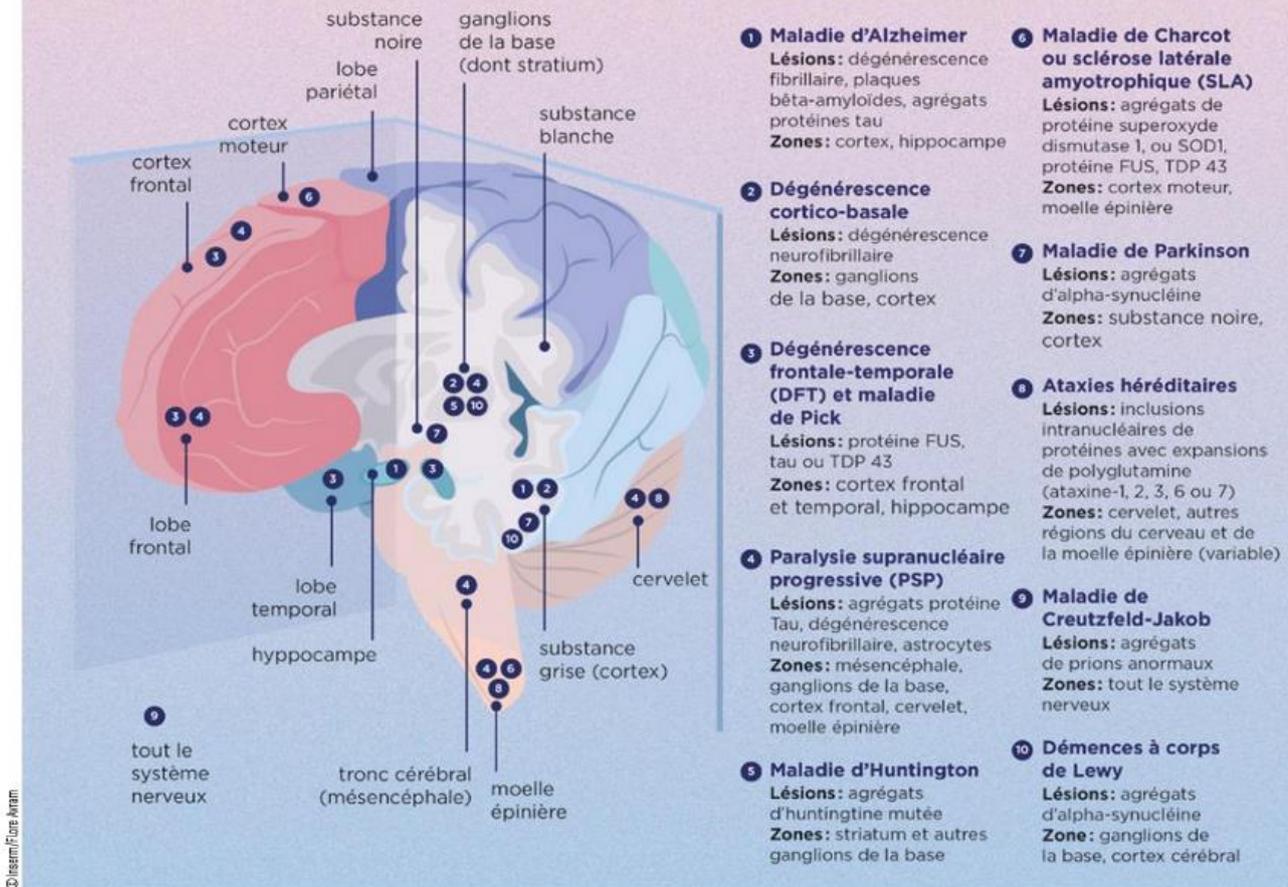
La sclérose en plaques affecte en France 60000 personnes, avec +2000 nouveaux cas/an.

- **maladie de Parkinson** :

La maladie de Parkinson est due à la dégénérescence de neurones cérébraux à dopamine situés dans la substance noire, zone importante pour la réalisation des mouvements. La destruction de ces neurones entraîne une diminution de la libération de dopamine au niveau des neurones du striatum. Moins stimulés, ces neurones ne peuvent plus générer les messages nerveux nécessaires à la réalisation de mouvements fluides d'où les tremblements au repos. C'est le rôle des centres nerveux internes, contrôlant notamment la programmation des mouvements, qui est ici mis en évidence.

La (ou les) cause(s) responsable(s) de la destruction des neurones producteurs de dopamine est (sont) inconnue(s).

Quelle lésion pour quelle maladie ?



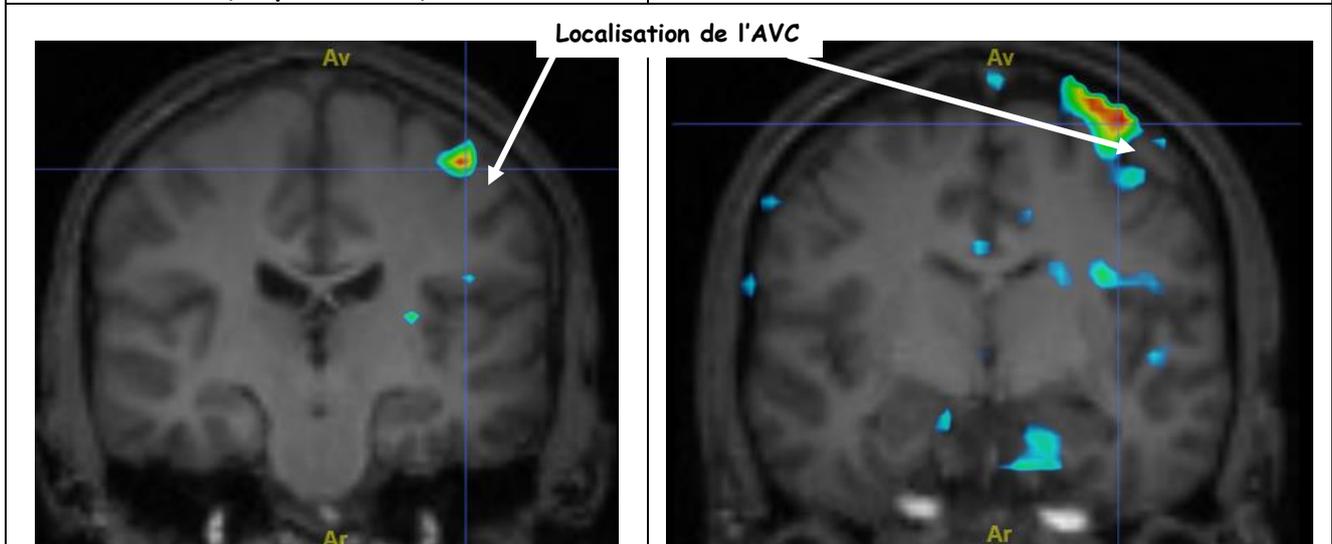
Activité 2 : Importance de la plasticité cérébrale dans la récupération des fonctions motrices et dans les apprentissages

Consigne :

3- A partir de l'ensemble des documents l'annexe 2, **montrer** que les exemples de récupération et d'apprentissage permettent de mettre en évidence la capacité de plasticité cérébrale. Vous **préciserez** les mécanismes cellulaires et moléculaires intervenant dans la plasticité cérébrale.

Résultat de l'IRM cérébrale fonctionnelle de Monsieur Rienavplus après 2 semaines de rééducation (coupe frontale)

Résultat de l'IRM cérébrale fonctionnelle de Monsieur Rienavplus après 5 mois de rééducation (coupe frontale)



La plasticité cérébrale peut permettre de retrouver une partie des fonctions perdues suite à une lésion.

Exemple 1 : récupération post AVC :

Suite à un AVC, il subsiste généralement dans le cerveau une zone nécrosée, c'est-à-dire irrémédiablement détruite. Cependant, la rééducation par des exercices permet, parfois et dans une certaine mesure, une récupération du déficit moteur engendré par l'AVC.

On voit que, pour M. Rienevaplus, après 5 mois de rééducation, l'aire cérébrale contrôlant les muscles de la main gauche s'est agrandie. Il y a donc eu une réorganisation des aires corticales avec de nouvelles zones du cerveau qui ont pris le relais de la zone lésée afin de restaurer la fonction perdue. Le déficit moteur est compensé par le recrutement de nouveaux neurones en dehors de la zone initiale.

Cette récupération n'est souvent que partielle ; elle dépend de l'âge de l'individu, de la taille et de la localisation de la lésion. La capacité de récupération après un AVC repose ainsi sur la capacité de remodelage des réseaux de neurones et de leurs connexions dans le cerveau.

On comprend ainsi l'intérêt de la rééducation et l'importance de la rapidité de sa mise en place sur les possibilités de récupération des patients après un AVC par exemple.

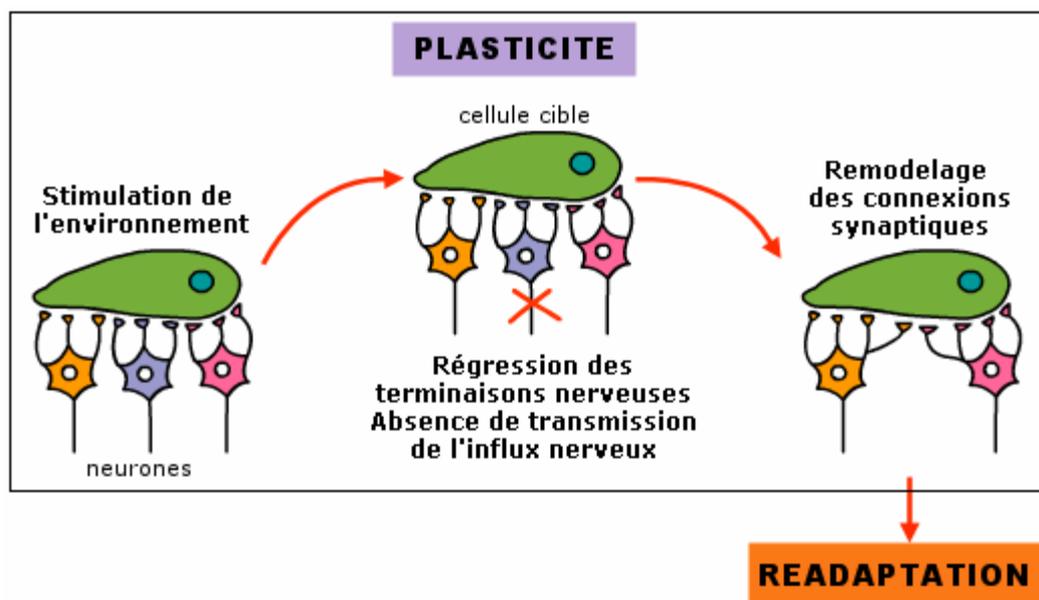
Exemple 2 : récupération post greffe des 2 mains :

En 2000, on a pu réaliser une greffe des deux mains à un patient. Celui-ci a pu s'approprier l'usage de ces nouvelles mains. L'évolution des cartes motrices des muscles associées aux doigts a été observée. On constate que l'aire commandant ces muscles a augmenté après l'opération. La plasticité cérébrale a permis à ce patient de récupérer l'usage de doigts en recrutant des neurones situés dans des zones à proximité de la zone de commande initiale.

La plasticité est possible grâce à plusieurs mécanismes :

- **cellulaires** : mise en place de nouvelles connexions synaptiques entre les neurones, réorganisation des réseaux de neurones, moins d'inhibition sur les neurones
- **moléculaires** : augmentation de la concentration de neurotransmetteurs libérée au niveau des synapses.

Ainsi, la stimulation d'un membre paralysé lors de la rééducation n'a pas seulement pour intérêt de remettre en action le système musculaire et articulaire, elle permet aussi la mobilisation et la reprogrammation des commandes motrices impliquées au niveau du cerveau.



Exemple 3 : Apprentissage du violon :

On voit que plus la personne commence tôt l'apprentissage du violon et plus le nombre de dendrites actives et de neurones actifs au niveau de la zone contrôlant l'auriculaire gauche est important. Ceux commençant plus tard (entre 15 et 20 ans) ont moins de dendrites et de neurones actifs lors de l'apprentissage. Les dendrites actives chez un violoniste sont bien plus nombreuses que chez un non violoniste. Or les dendrites permettent de nombreuses connexions synaptiques entre les neurones. **Donc plus le début de l'apprentissage est précoce et plus les connexions synaptiques au niveau des neurones du cortex moteur vont être importantes** ce qui permet une **meilleure finesse et rapidité de réalisation des mouvements de l'auriculaire**.

On en déduit aussi que **la plasticité est présente tout au cours de la vie mais celle d'un cerveau adulte est moins importante que celle d'un cerveau d'enfant**.

L'apprentissage moteur, c'est-à-dire l'acquisition d'une nouvelle performance motrice par l'entraînement, **provoquent des différences dans le cortex moteur**. Les territoires fortement sollicités du cortex moteur sont alors plus développés.

Exemple 4 : Apprentissage de la lecture :

Le document 5 présente les résultats d'une étude sur l'apprentissage de la lecture chez des enfants en classe de CP.

Cette étude est particulièrement intéressante car elle montre que la lecture mobilise certaines parties spécifiques du cerveau (au niveau du cortex essentiellement) qui peuvent aussi être mobilisées par d'autres apprentissages. On comprend aussi pourquoi l'apprentissage de la lecture est difficile (mais pas impossible) au-delà d'un certain âge.

L'étude du fonctionnement cérébral a mis en évidence des aires spécialisées dans des fonctions précises (aires motrices par exemple).

L'exemple de la lecture montre que lors de l'apprentissage, des zones du cerveau vont se spécialiser dans la reconnaissance des mots. S'il n'y a pas d'apprentissage, elles se spécialiseront dans la reconnaissance d'objets ou de visages. L'apprentissage oriente certaines régions du cortex visuel vers la reconnaissance des lettres.

C'est bien la plasticité du cerveau qui est ici caractérisée : le cerveau n'est pas un organe figé commandant nos fonctions et nos actions, il est capable de s'organiser, se réorganiser grâce à sa plasticité. L'apprentissage est facilité grâce à la plasticité du cerveau.

Le cerveau est un organe doué de plasticité. La **plasticité cérébrale** est la capacité du cerveau à se remodeler en fonction de l'environnement et des expériences vécues par l'individu. Elle repose sur la réorganisation possible d'aires corticales : les réseaux de neurones se remodelent au gré des expériences vécues. A l'échelle cellulaire, ce mécanisme repose sur la suppression, le renforcement, voire la création de nouvelles connexions synaptiques.

Cette capacité de remodelage est **essentielle** aux **apprentissages** et elle explique également la **récupération de fonctions cérébrales après une lésion**.

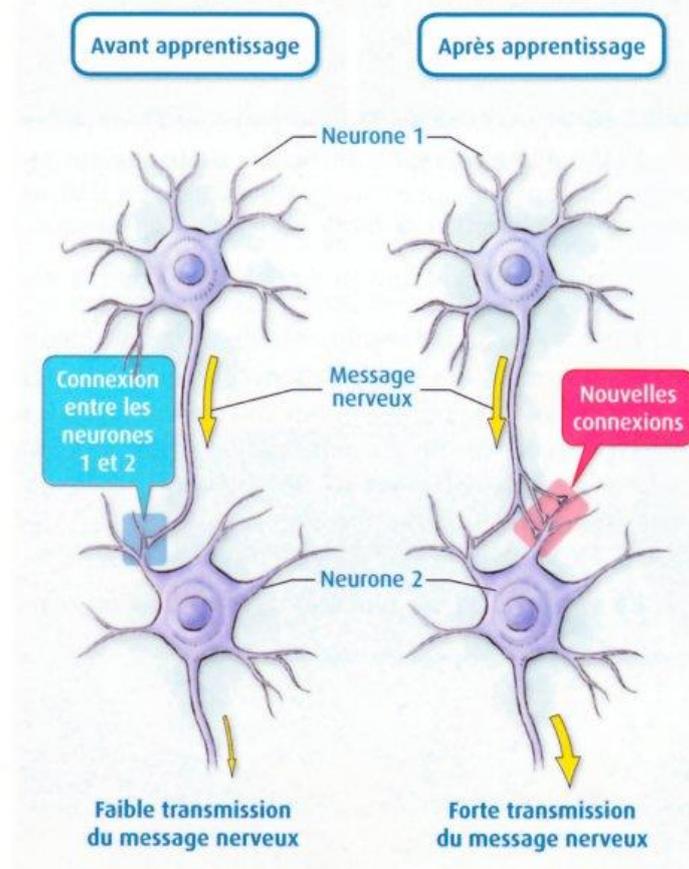
Bilan :

* Certains dysfonctionnements du système nerveux (AVC, infections virales ou bactériennes, maladies neuro-dégénératives, lésion de la moelle épinière ...) **modifient le comportement** et ont des conséquences, souvent graves, sur la santé et sur la motricité. **Des pertes de fonctionnalités motrices sont souvent observées.**

* Dans certains cas (accident, AVC...), il est possible **de récupérer** tout ou partie de ces fonctionnalités perdues, souvent par **un long travail de rééducation**. Cette récupération est possible grâce à la **propriété essentielle de plasticité du cerveau.**

* La plasticité cérébrale repose sur la **capacité du cerveau à réorganiser en permanence les réseaux de neurones en formant de nouvelles connexions synaptiques** entre neurones environnants. Cela permet la mise en place de **nouveaux circuits de neurones** et la **récupération de certaines fonctions**. Elle est importante pendant l'enfance mais persiste tout au long de la vie.

* La plasticité cérébrale intervient aussi dans le **processus d'apprentissage** (apprentissage d'un instrument, d'une langue, de la lecture...). Un **entraînement régulier permet la réorganisation des réseaux de neurones** concernés par l'apprentissage et donc une meilleure maîtrise (mise en place d'automatismes).



Réorganisation des connexions synaptiques lors de l'apprentissage
=
plasticité cérébrale