

## Chapitre 2

Le cerveau: rôle  
dans les  
mouvements  
volontaires et sa  
fragilité

---



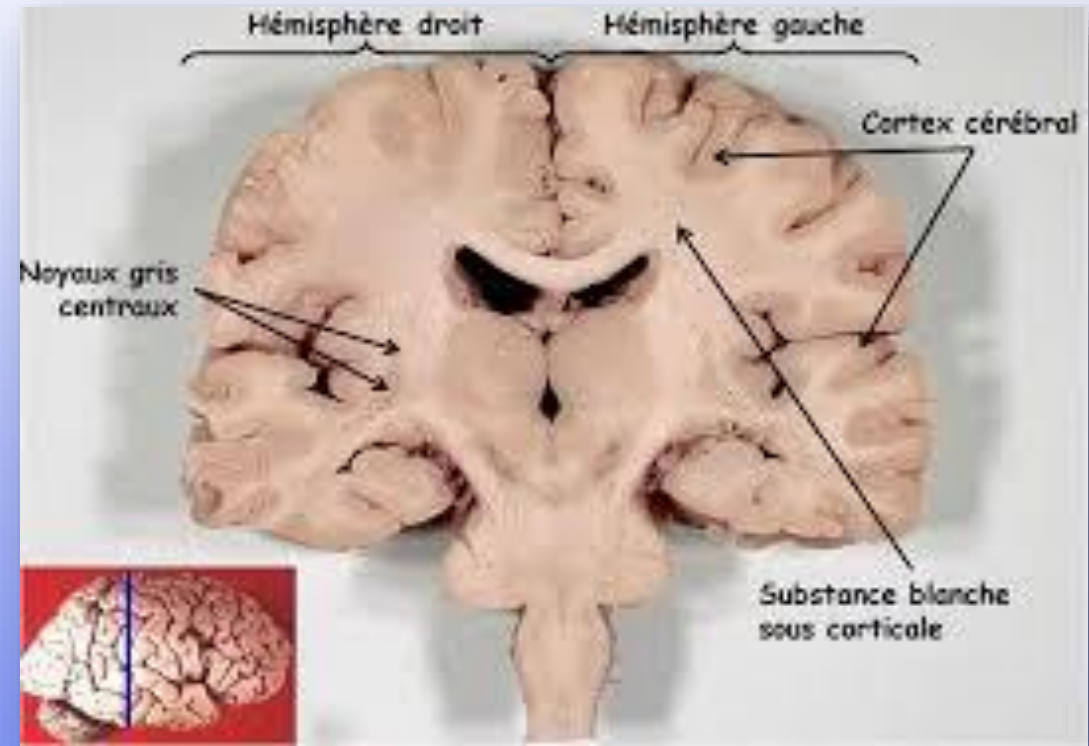
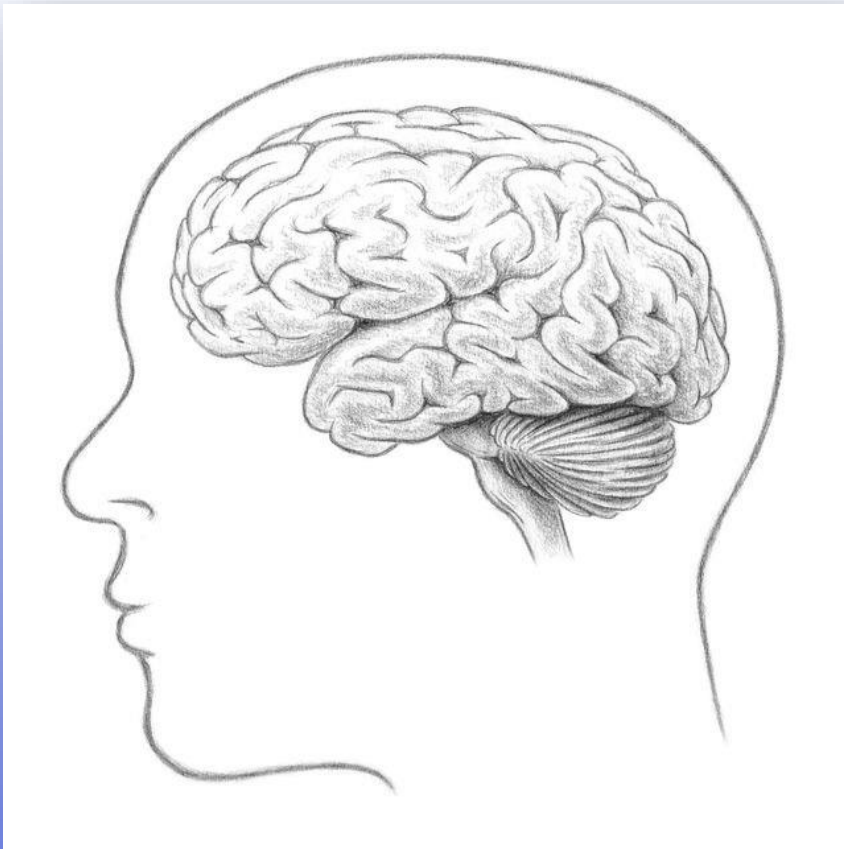
*Problème: Comment intervient le cerveau dans la commande des mouvements volontaires et comment le préserver?*

- I) La commande volontaire des mouvements

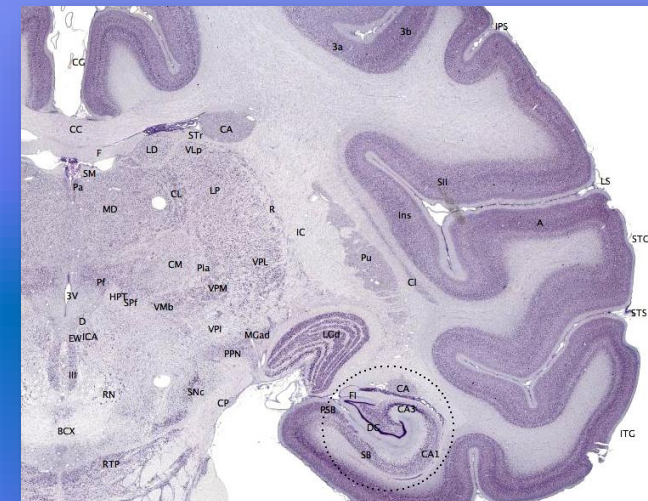
- 1) Structure du cortex cérébral

- Rappel cortex :

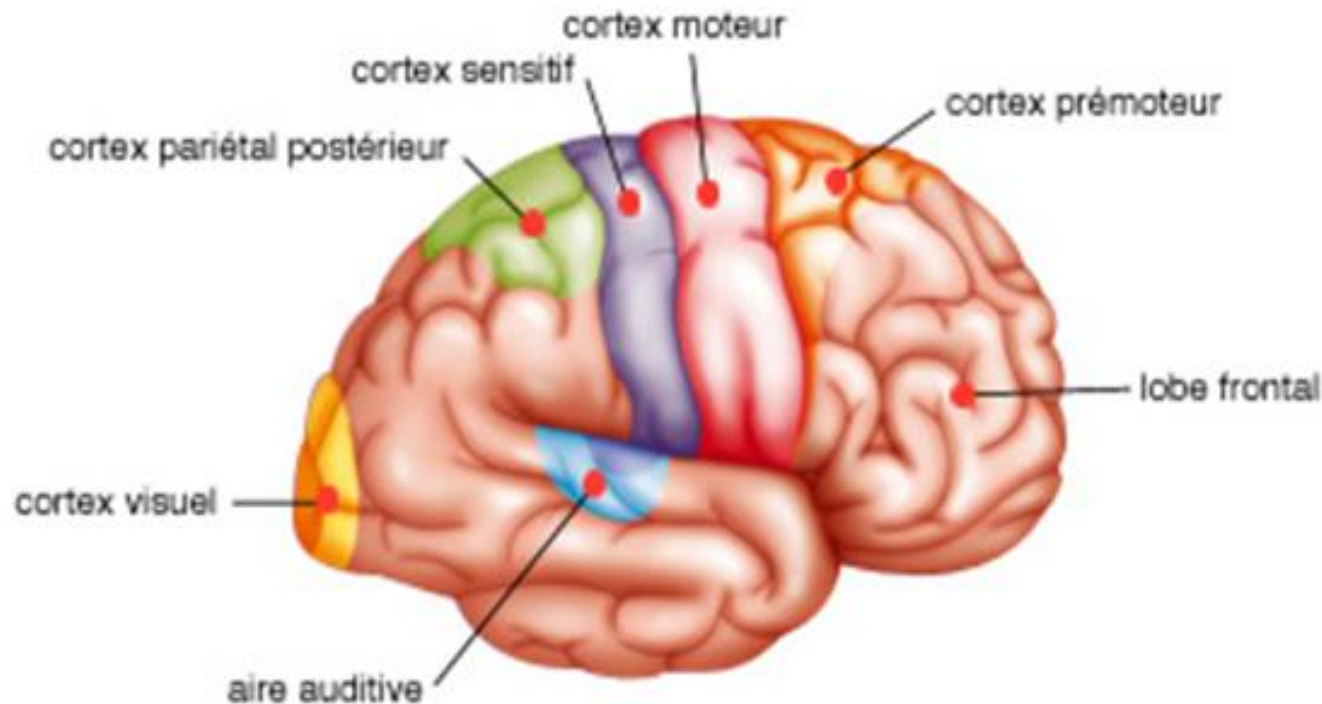
- Le cortex cérébral est.....la partie périphérique des hémisphères cérébraux.
- ...C'est dans le cortex que se trouve la substance grise du cerveau.



Le cortex cérébral: partie périphérique des hémisphères cérébraux, où se trouvent les corps cellulaires des neurones cérébraux



## aires du cerveau de l'hémisphère droit



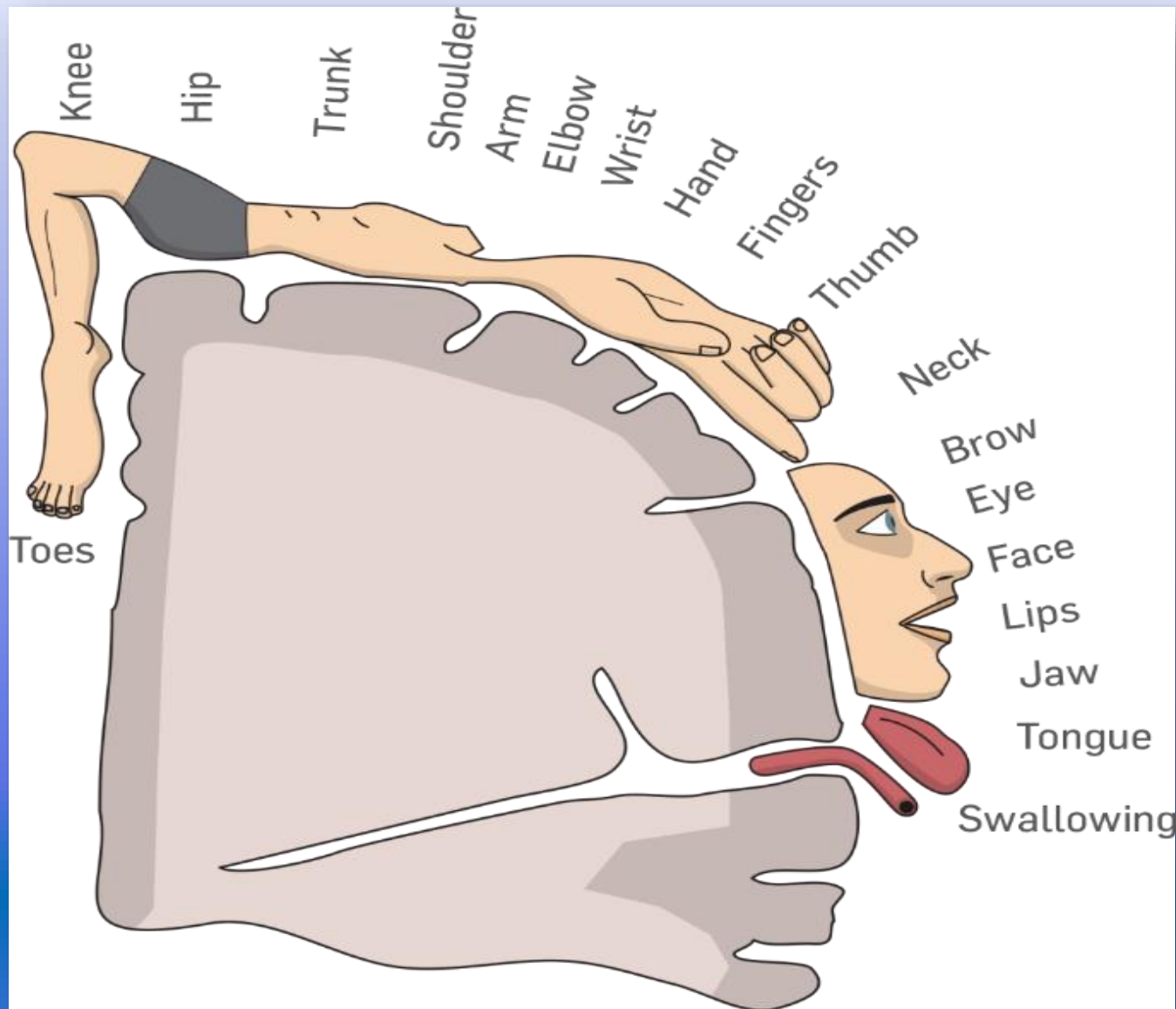
**L'exploration du cortex cérébral (TP2) permet de situer les aires motrices spécialisées à l'origine des mouvements volontaires.**

**D'autres aires corticales collaborent avec l'aire motrice et forment avec elle le cortex moteur.**

**Chaque partie du corps humain est associée à un territoire défini du cortex cérébral qui assure sa commande motrice.**



# Homunculus



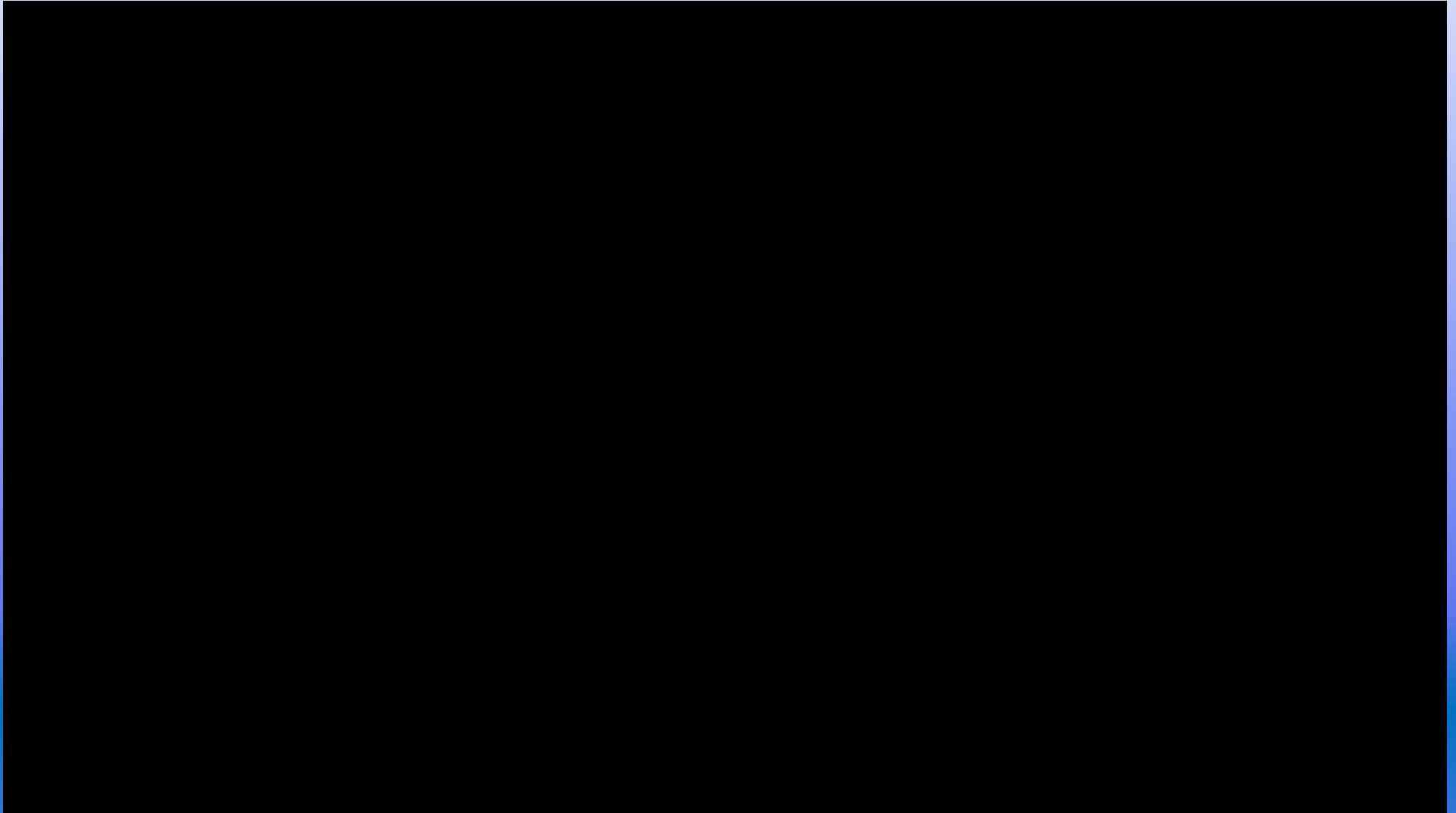
C'est une représentation graphique qui montre la place utilisée par les différentes parties du corps dans notre aire motrice. On voit que la motricité de la main prend beaucoup de place et également celle des muscles du visage et est

Le cerveau est composé de **neurones et de cellules gliales** assurant le bon fonctionnement de l'ensemble.

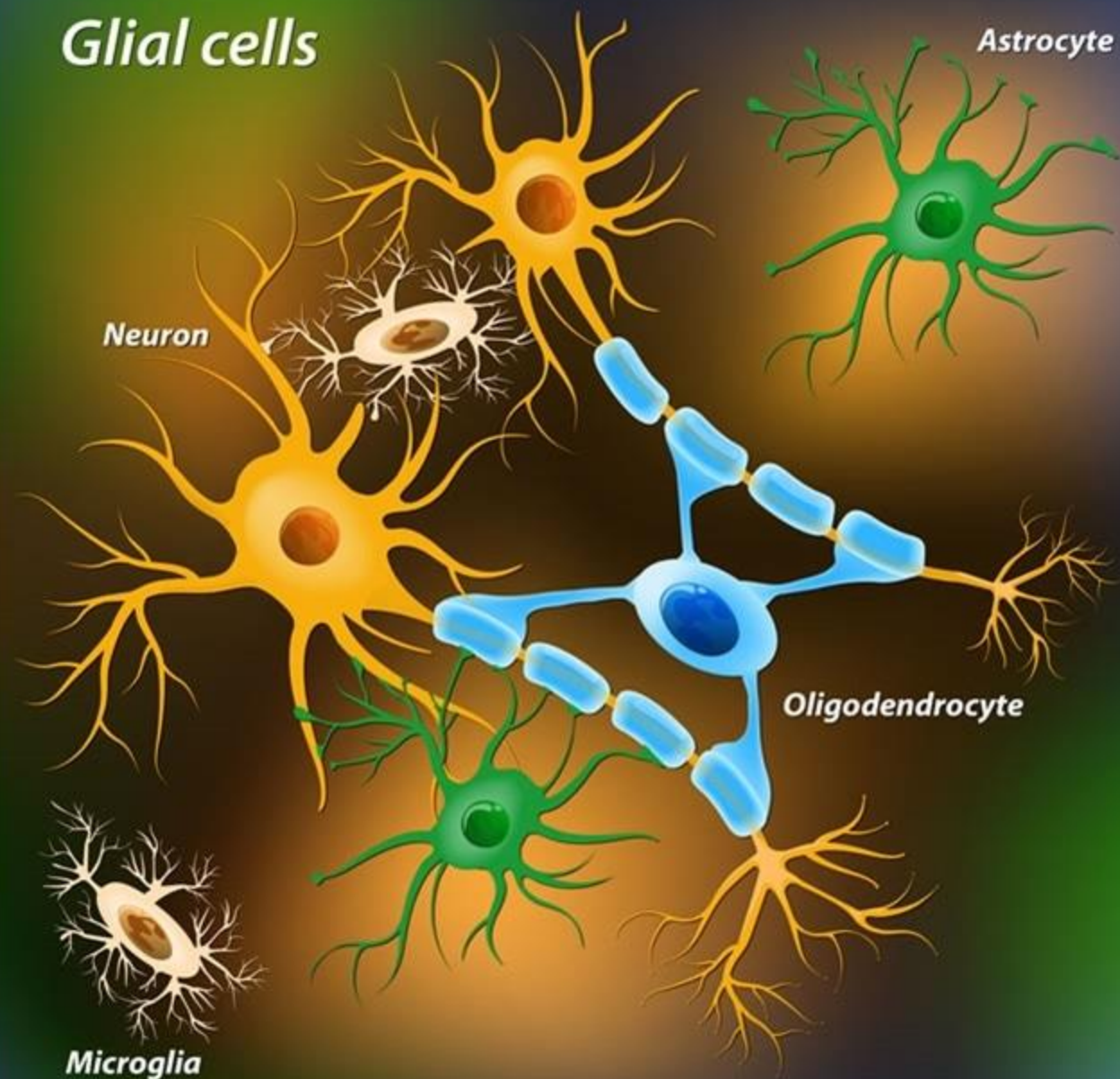
- **Qu'est ce que les cellules gliales?**



<https://youtu.be/3thyDa8XEgM>

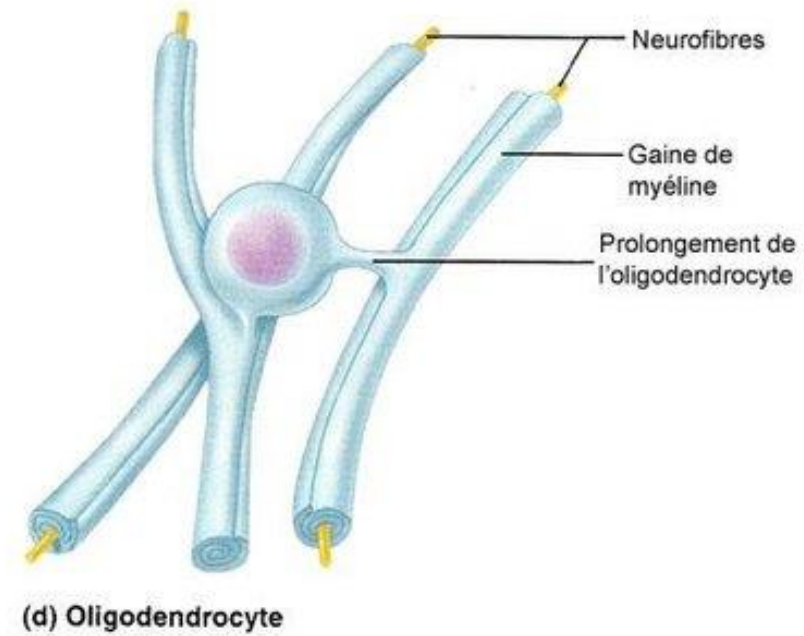
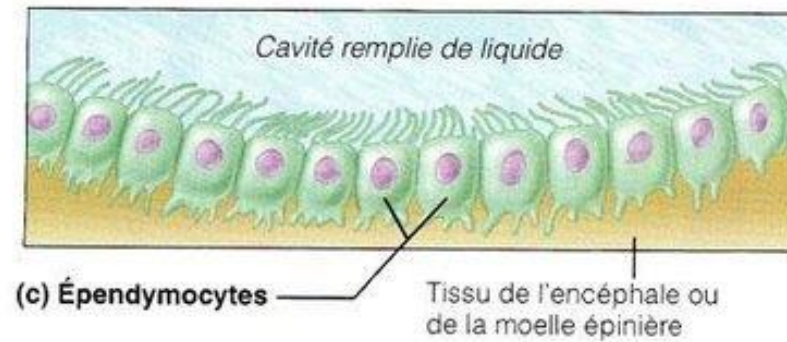
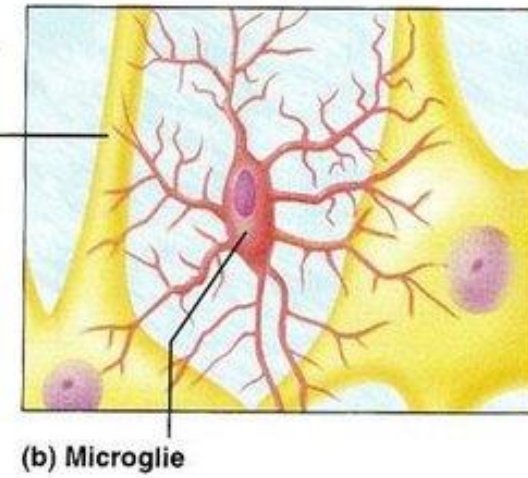
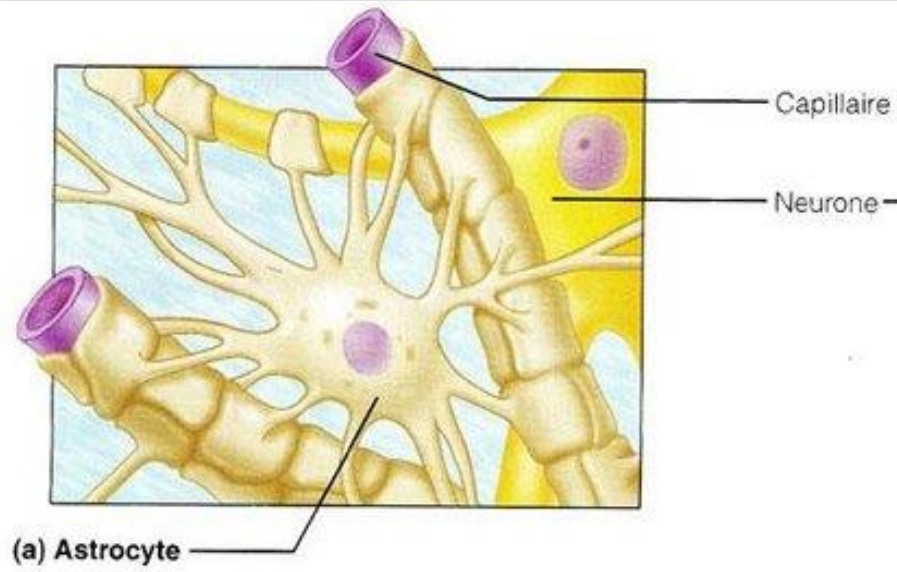


# Glial cells





# Activité 1: Rôle des oligodendrocytes, étude de la sclérose en plaque

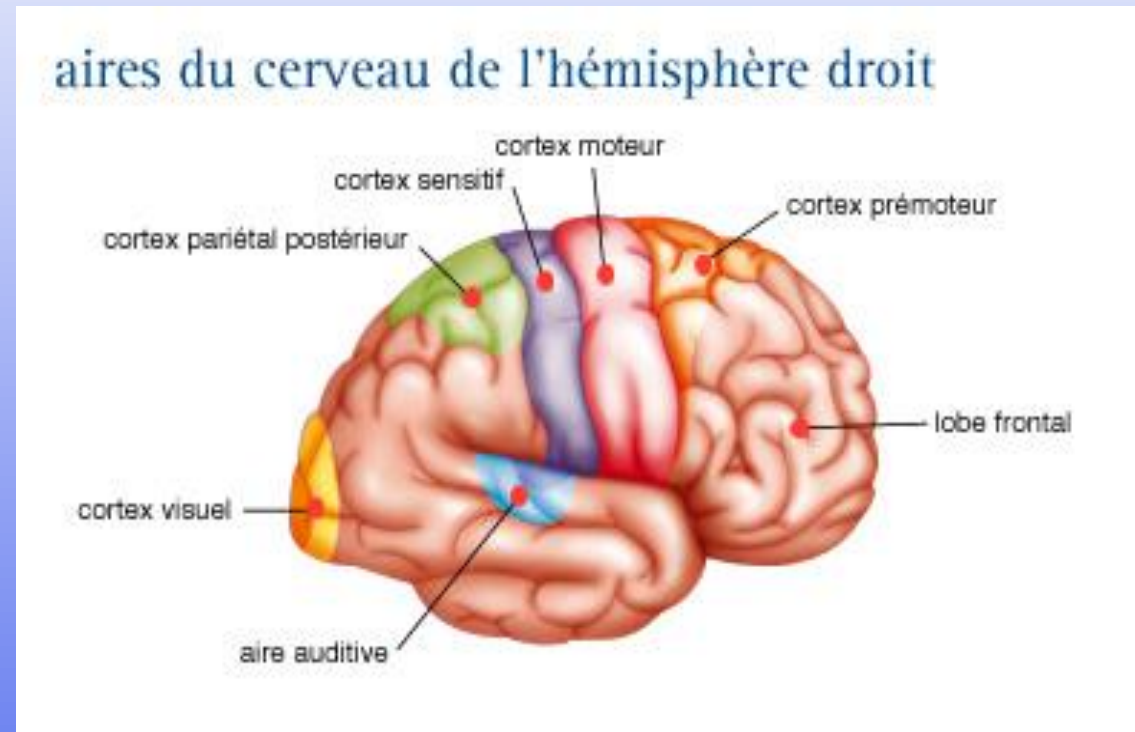
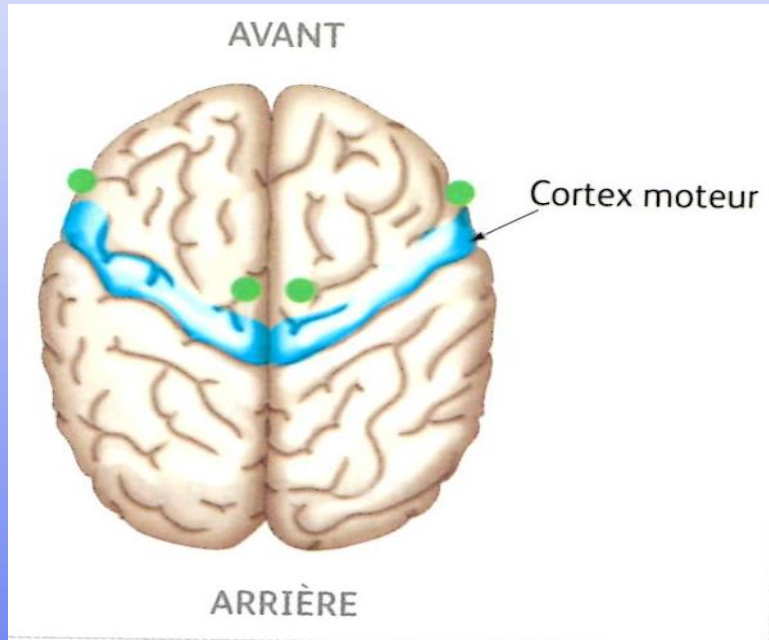


- **Les neurones** assurent la genèse et la propagation des messages nerveux.
- 
- **Les cellules gliales** ont des rôles variés.
- On distingue 3 types de cellules gliales :
  - - .....**Les astrocytes**..... permettent l'approvisionnement en nutriments des neurones.
  - **Les cellules de la microglie** ..... sont des phagocytes qui assurent la défense immunitaire du cerveau ;
  - - .....**Les oligodendrocytes**..... synthétisent la gaine de myéline qui accélèrent la propagation des messages nerveux.

## 2) Les voies motrices

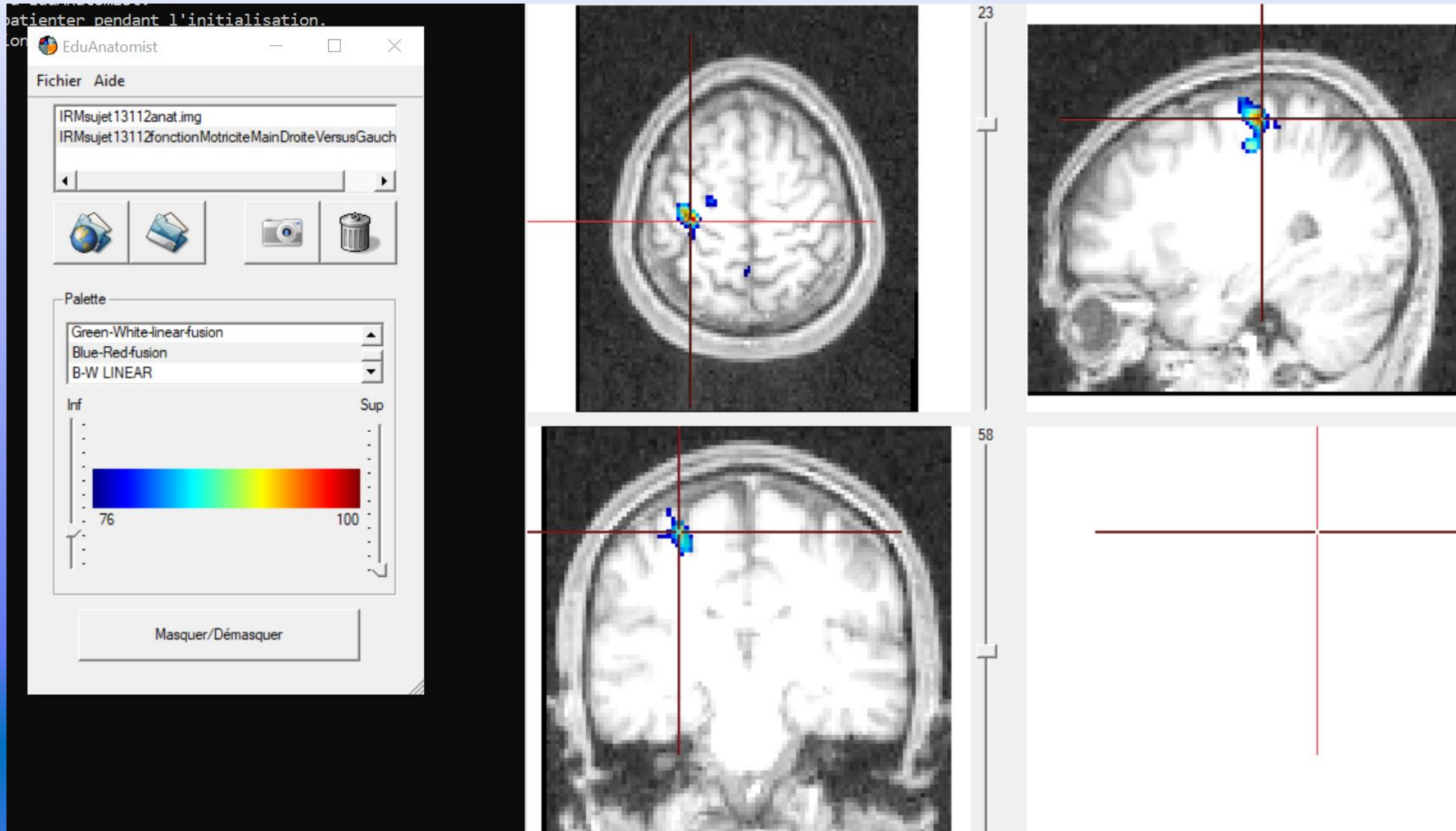


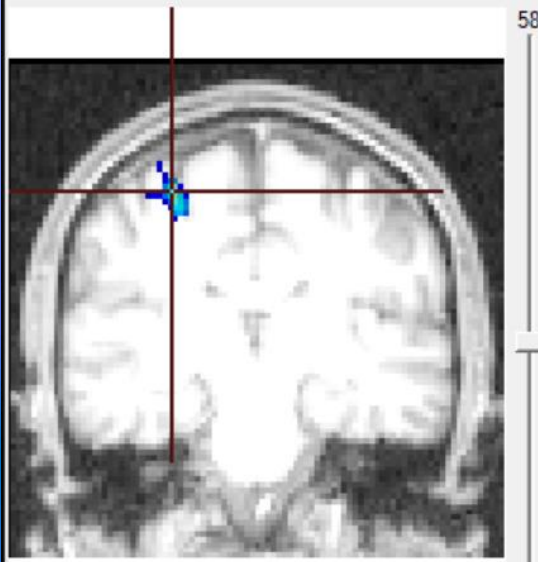
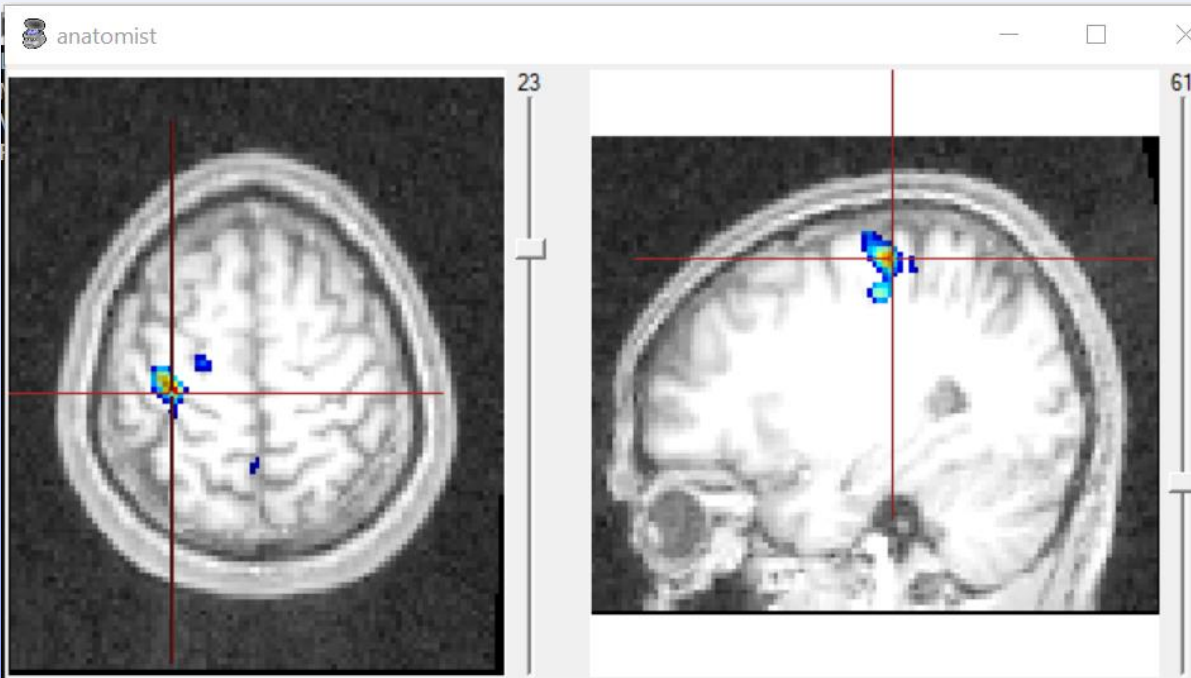
# Localisation de l'aire motrice primaire



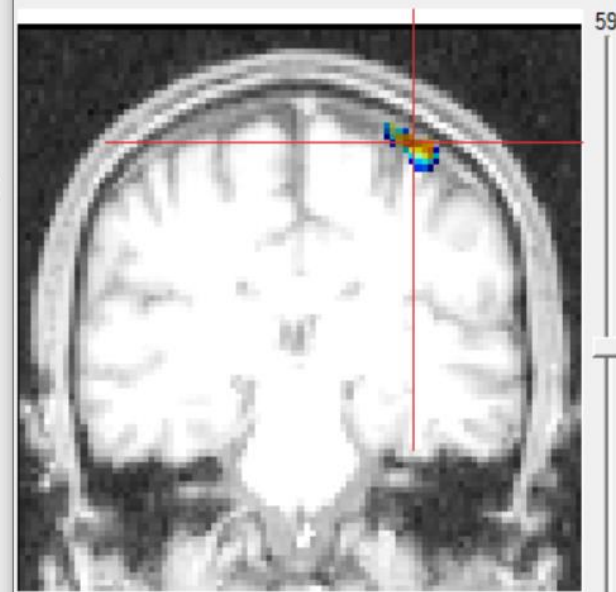
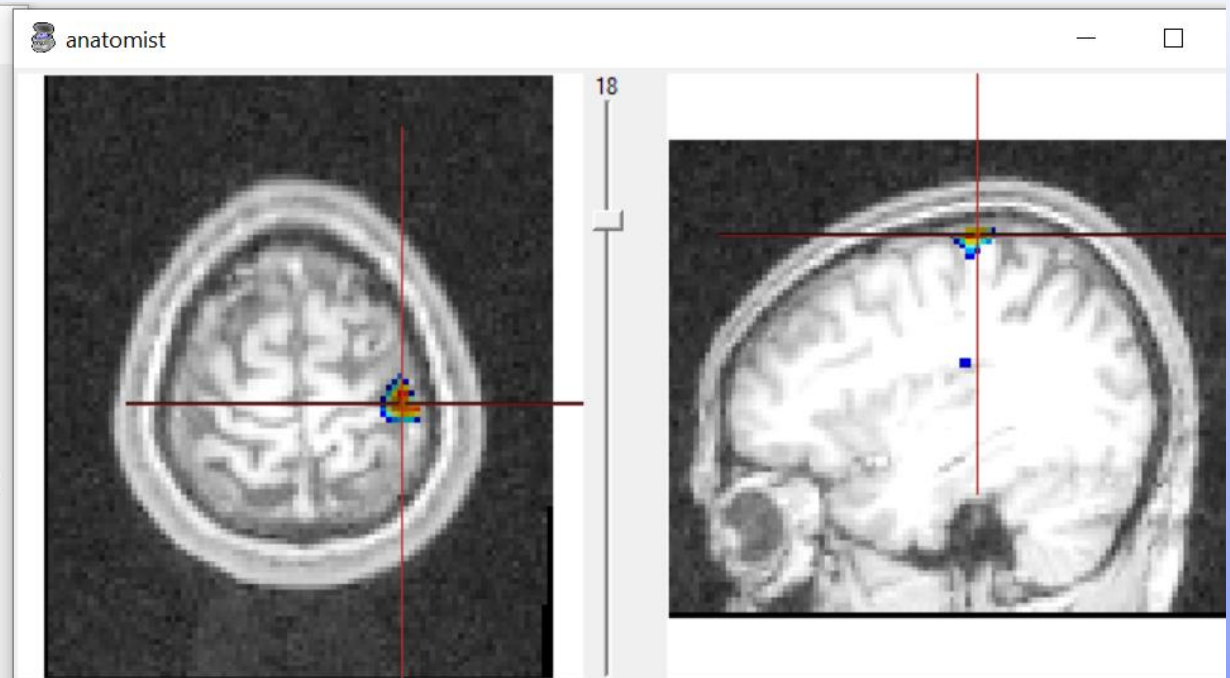
**Toute stimulation pratiquée dans l'aire motrice se traduit par l'exécution d'un mouvement d'une partie du corps, alors qu'une lésion entraîne une paralysie de cette même partie.**

# TP2 Eduanatomist





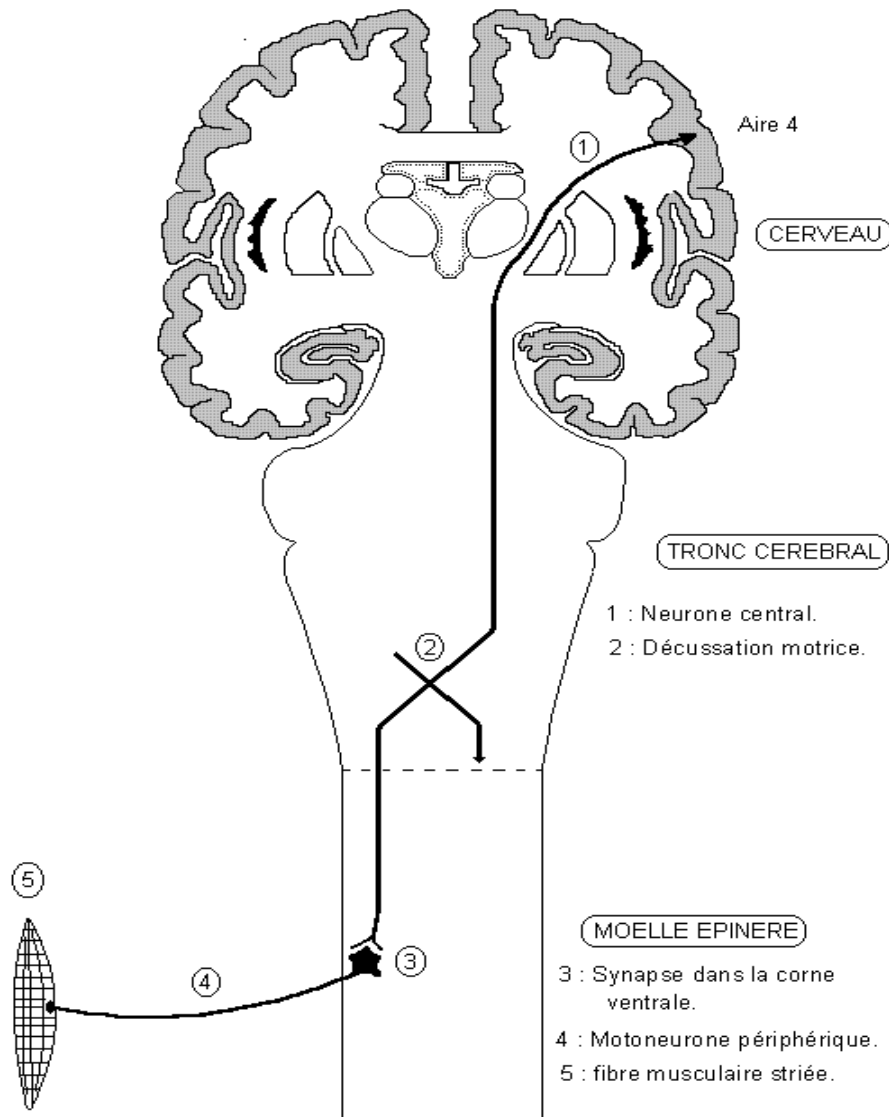
**La zone active en cas de mouvement de la main droite se trouve dans le lobe pariétal gauche**



**La zone active en cas de mouvement de la main gauche se trouve dans le lobe pariétal droit**

[S.64]

Organisation générale de la Voie pyramidale



① Les messages nerveux moteurs qui partent du cerveau cheminent par des faisceaux de neurones, qui « descendent » dans la moelle jusqu'aux neurones moteurs.

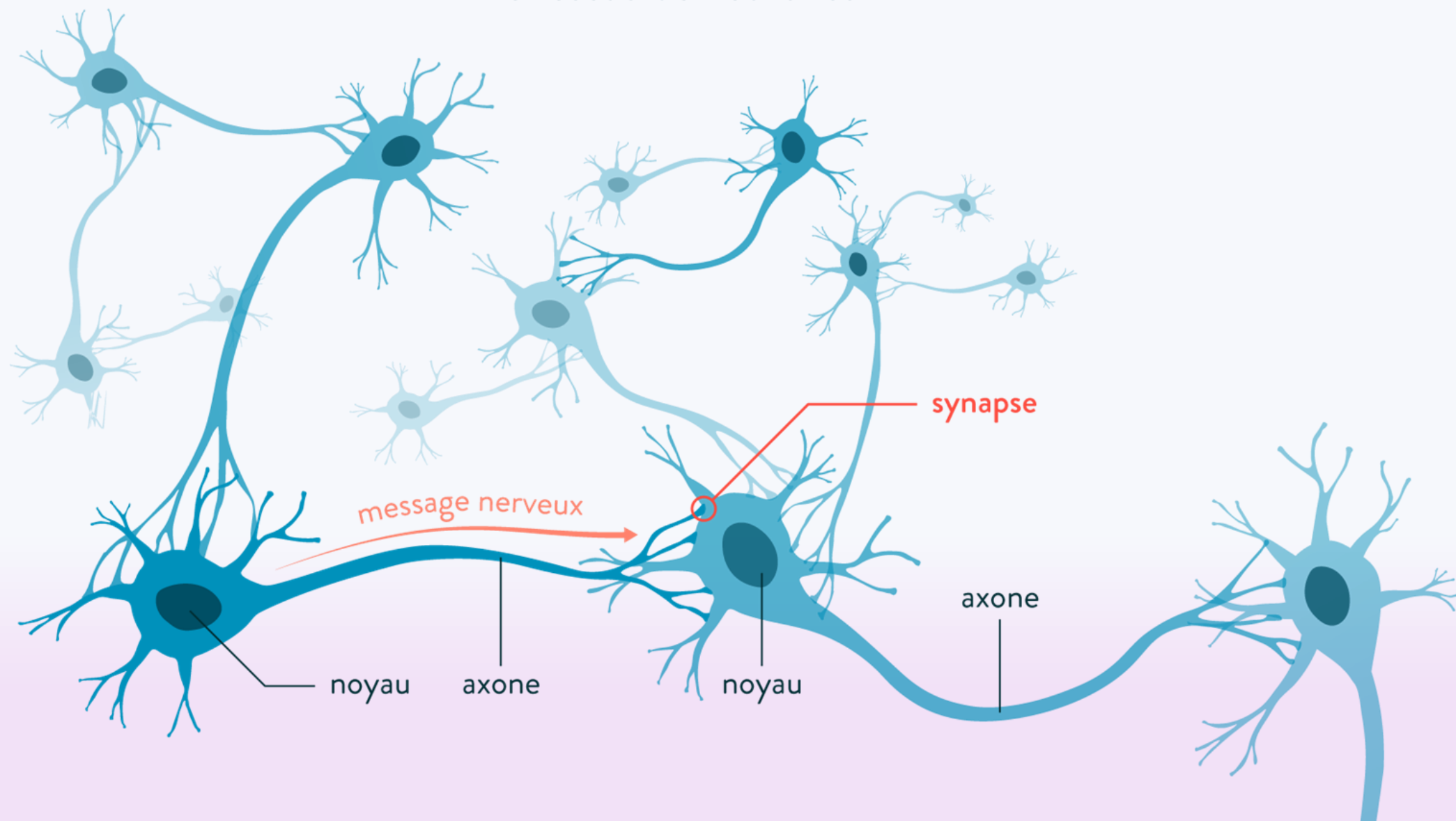
③ A différents niveaux de la moelle épinière, les neurones sont en connexion synaptique avec les motoneurones.

② Ces voies motrices sont croisées, la commande des mouvements volontaires est donc controlatérale. Cela signifie que c'est l'aire motrice de l'hémisphère cérébrale droit qui commande la partie gauche du corps et inversement.

Déf : *décussation = croisement*



## La transmission d'un message nerveux : le réseau de neurones



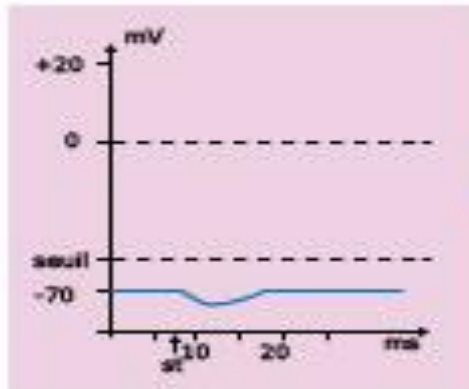
### 3) L'activité intégratrice d'un motoneurone

**Neurone inhibiteur**

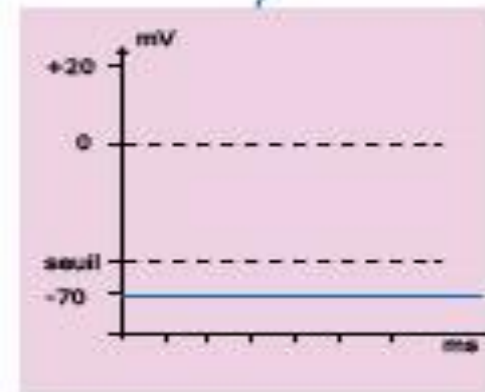
**Motoneurone**

**Stimulation**

**Synapse  
Inhibitrice**



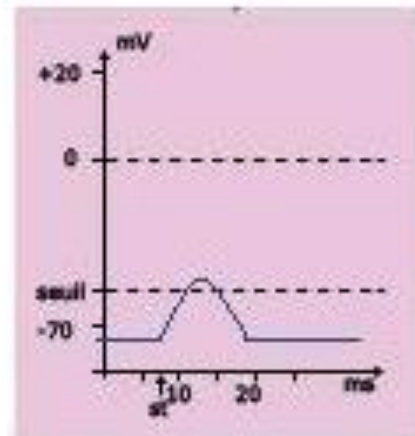
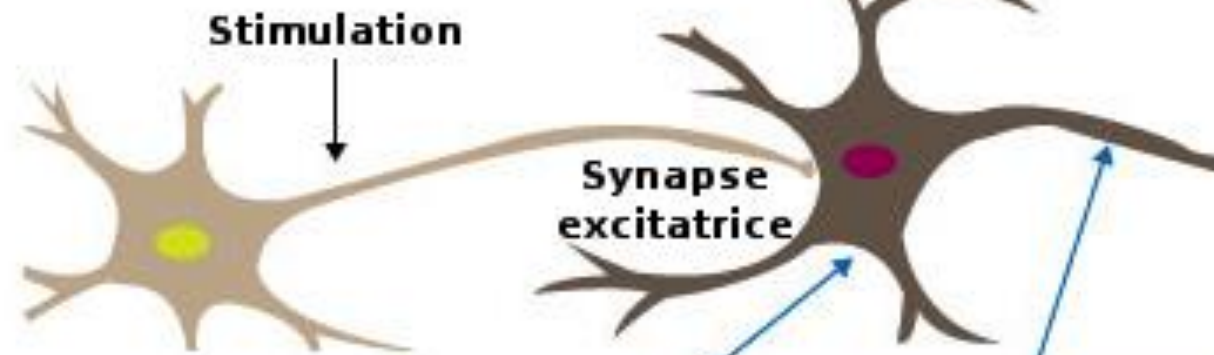
**Potentiel membranaire enregistré  
au niveau du corps cellulaire du  
motoneurone**



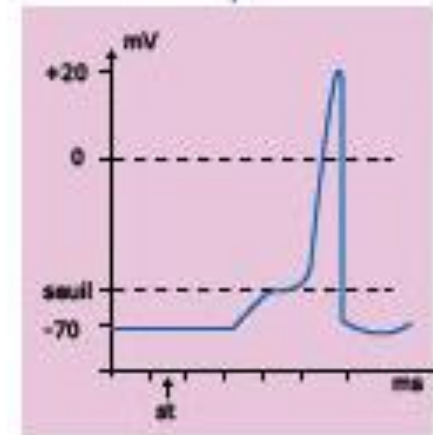
**Absence de potentiel  
d'action au niveau de  
l'axone du motoneurone**

**Neurone excitateur**

**Motoneurone**



**Potentiel membranaire enregistré au niveau du corps cellulaire du motoneurone**



**Potentiel d'action au niveau de l'axone du motoneurone**

- Par l'intermédiaire de synapses, les motoneurones de la moelle épinière sont en contact avec de nombreux autres neurones dont ils reçoivent différentes informations.
- 
- Ainsi, une synapse peut être .....**inhibitrice**..... (interneurone par ex) et diminuer l'activité du motoneurone, ou bien .....**excitatrice**..... (neurone provenant du cerveau) et avoir l'effet inverse.

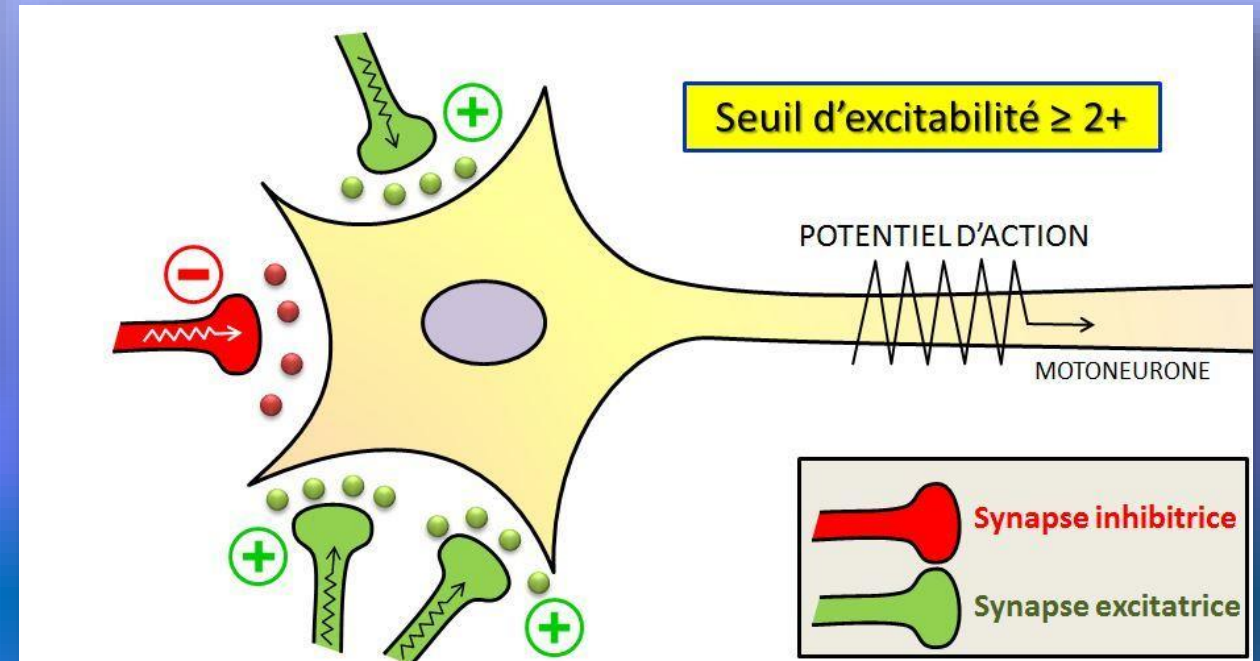
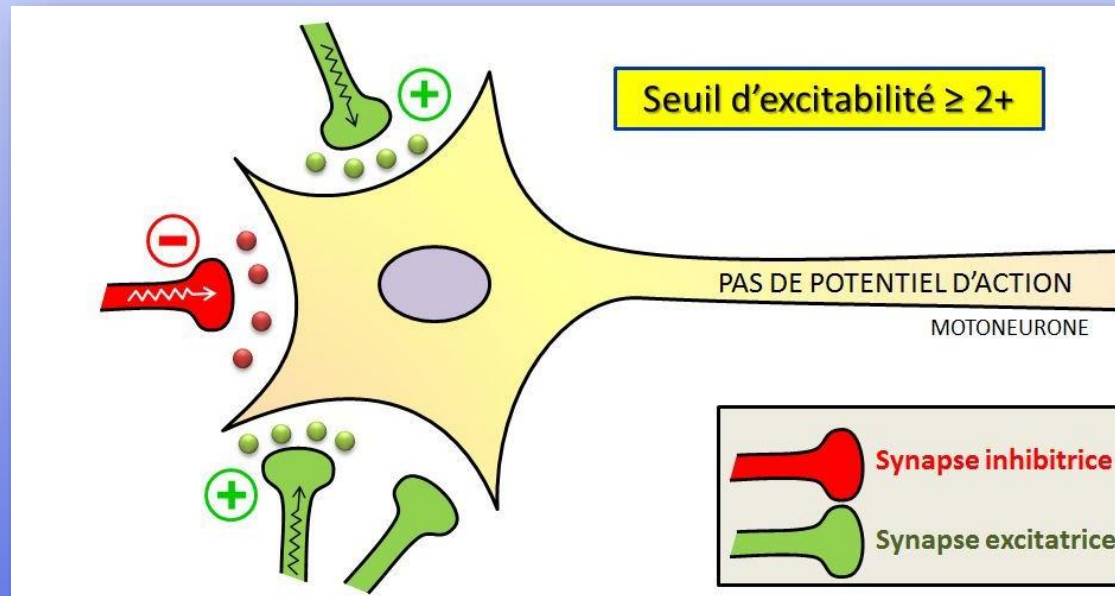


.....Au niveau du corps cellulaire du motoneurone, se réalise la.....  
.....sommation de l'ensemble des messages inhibiteurs et excitateurs.....

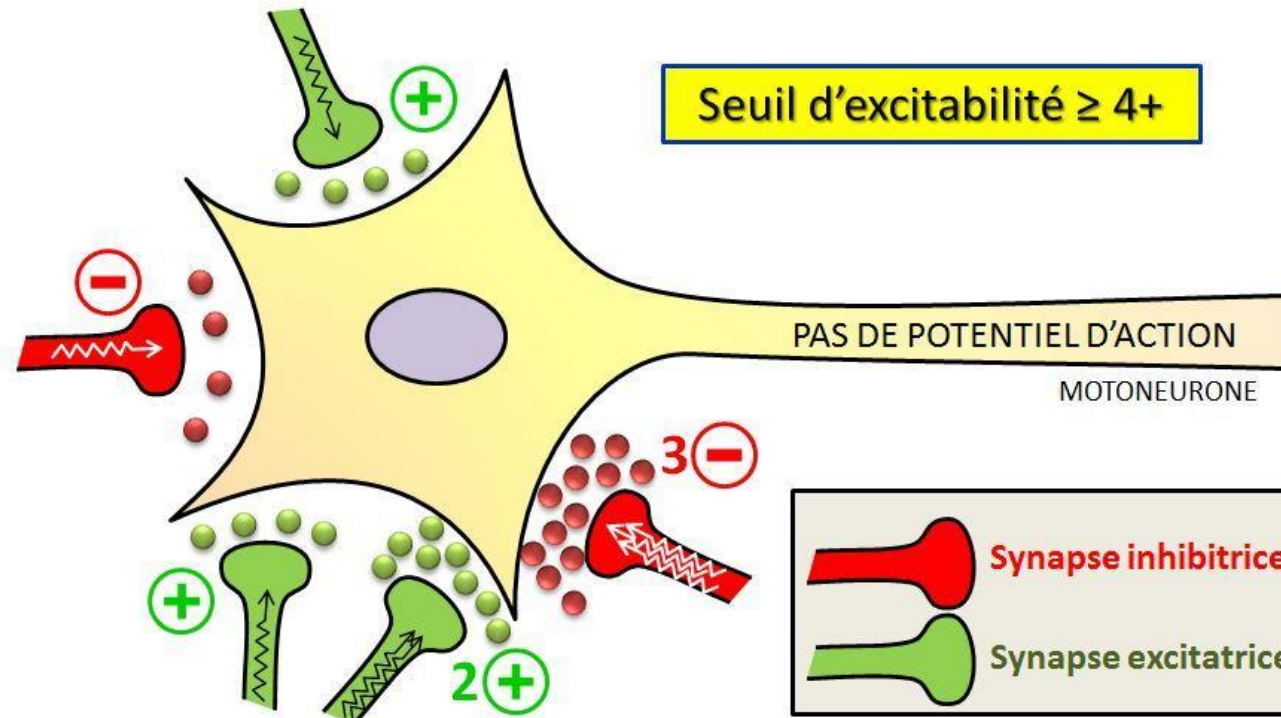
- Il en résulte un potentiel de membrane qui, s'il est supérieur au seuil d'excitabilité, va générer un train de PA au niveau de l'axone.

-

# Intégration de différents messages



## LA SOMMATION SPATIO-TEMPORELLE



A partir de toutes les informations reçues, le motoneurone élabore un message moteur unique :  
c'est **l'intégration.**

Chaque motoneurone émet donc un unique message nerveux qui est transmis, via son axone, aux synapses neuromusculaires.

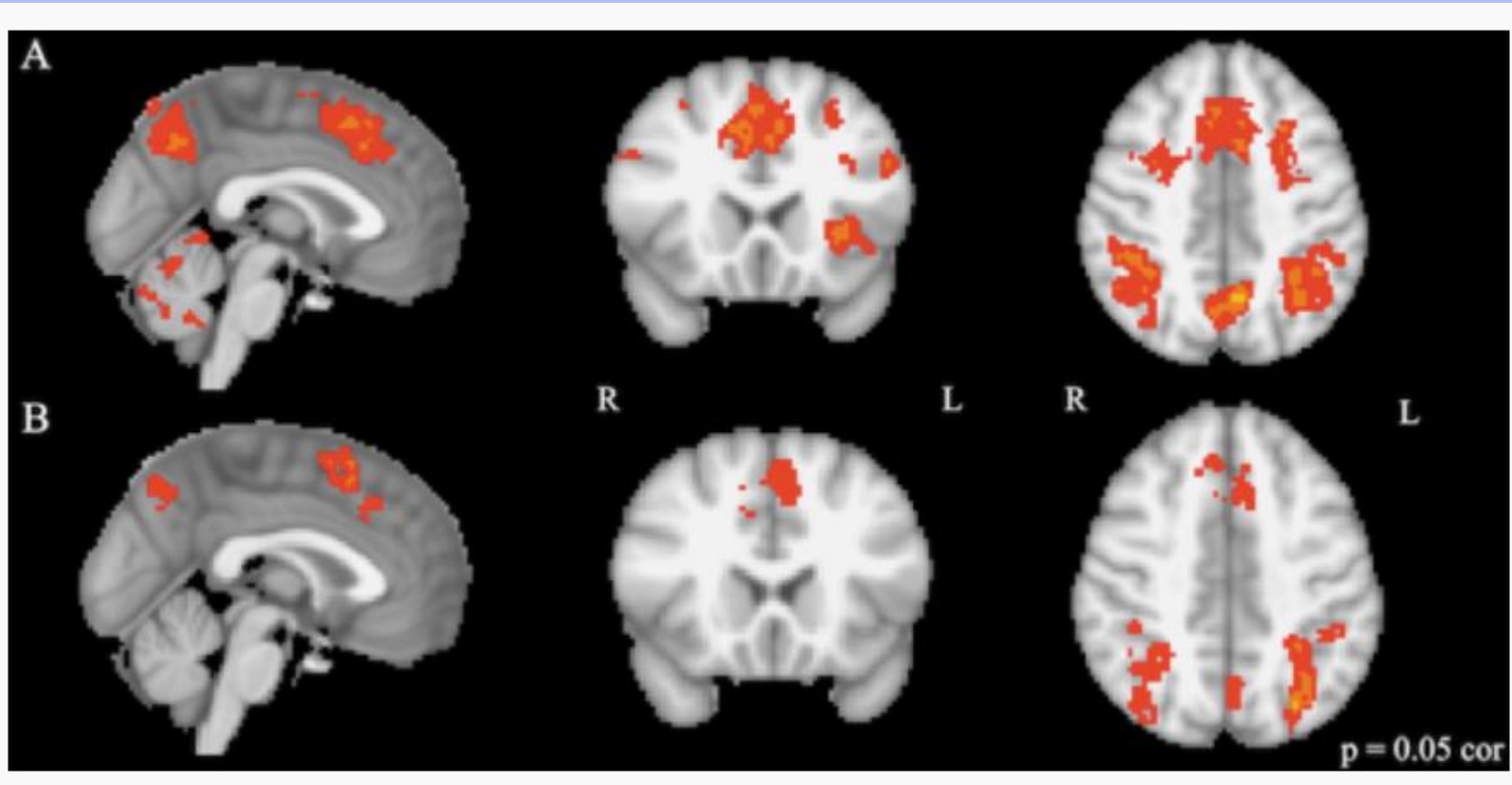
# Activité 2: Intégration du message au niveau des neurones

- QCM



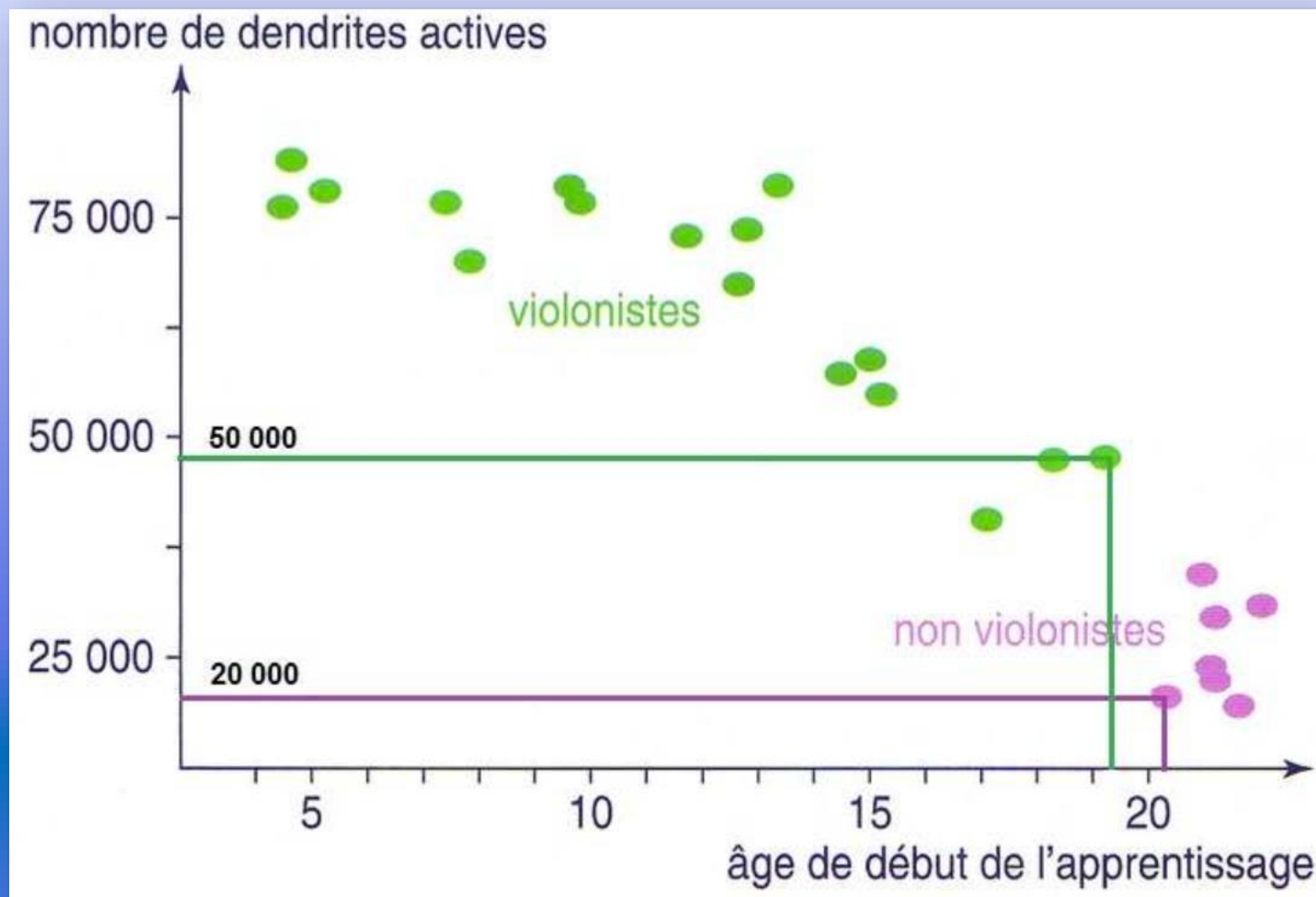
## II) Plasticité et fragilité du cerveau

- 1) Apprentissage et récupération: la plasticité cérébrale
- IRM fonctionnelle d'individu musicien A et non musicien B



27 enfants musiciens ou non, ont servi de sujets.  
Les enfants ont donc été soumis à des tests visuels simples, auxquels ils devaient répondre en appuyant sur un bouton ou un autre lors du défilement de symboles accompagnés de sons.

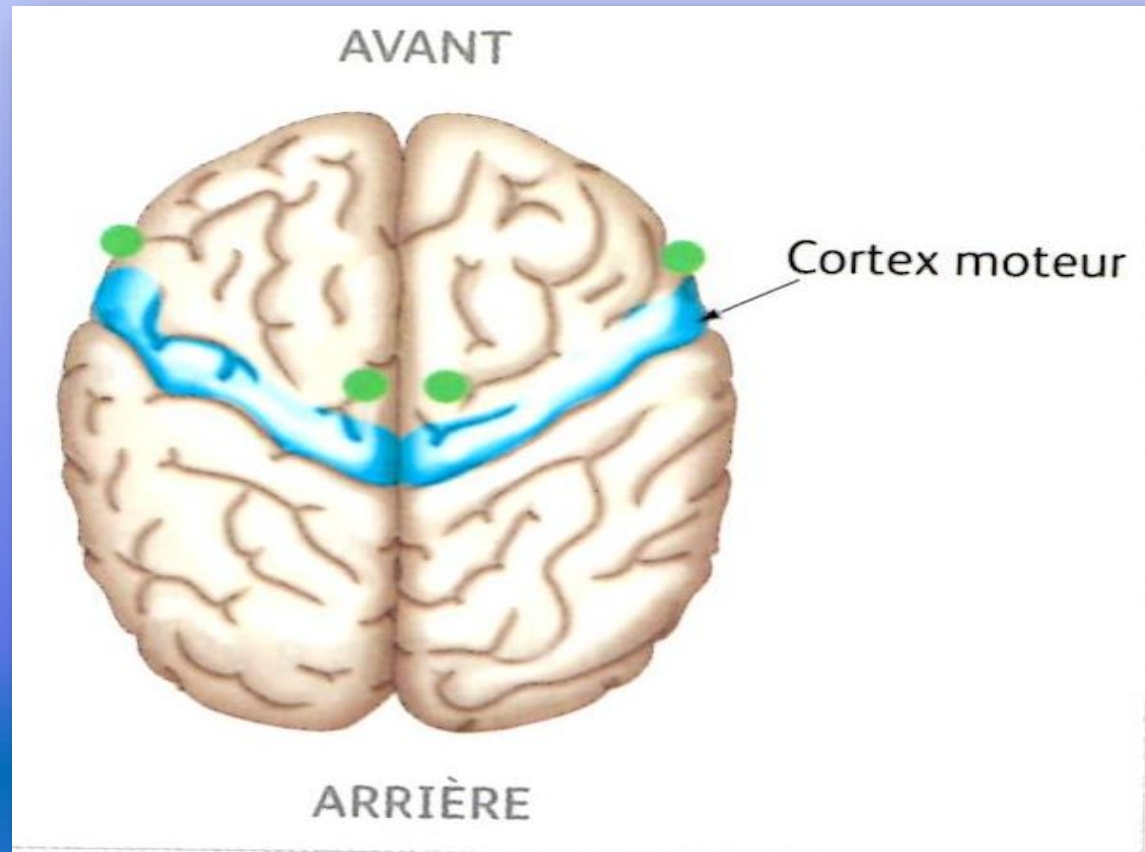
**Les violonistes choisis, pratiquent depuis 12 ans en moyenne et jouent entre 9 et 10 heures par semaine de leur instrument.**



- L'organisation du cortex est globalement la même pour tous les individus, c'est une caractéristique de l'espèce. Cependant, la comparaison des cartes motrices de plusieurs individus révèle des différences importantes.

# Exemple de récupération après un AVC.

## Activité 3

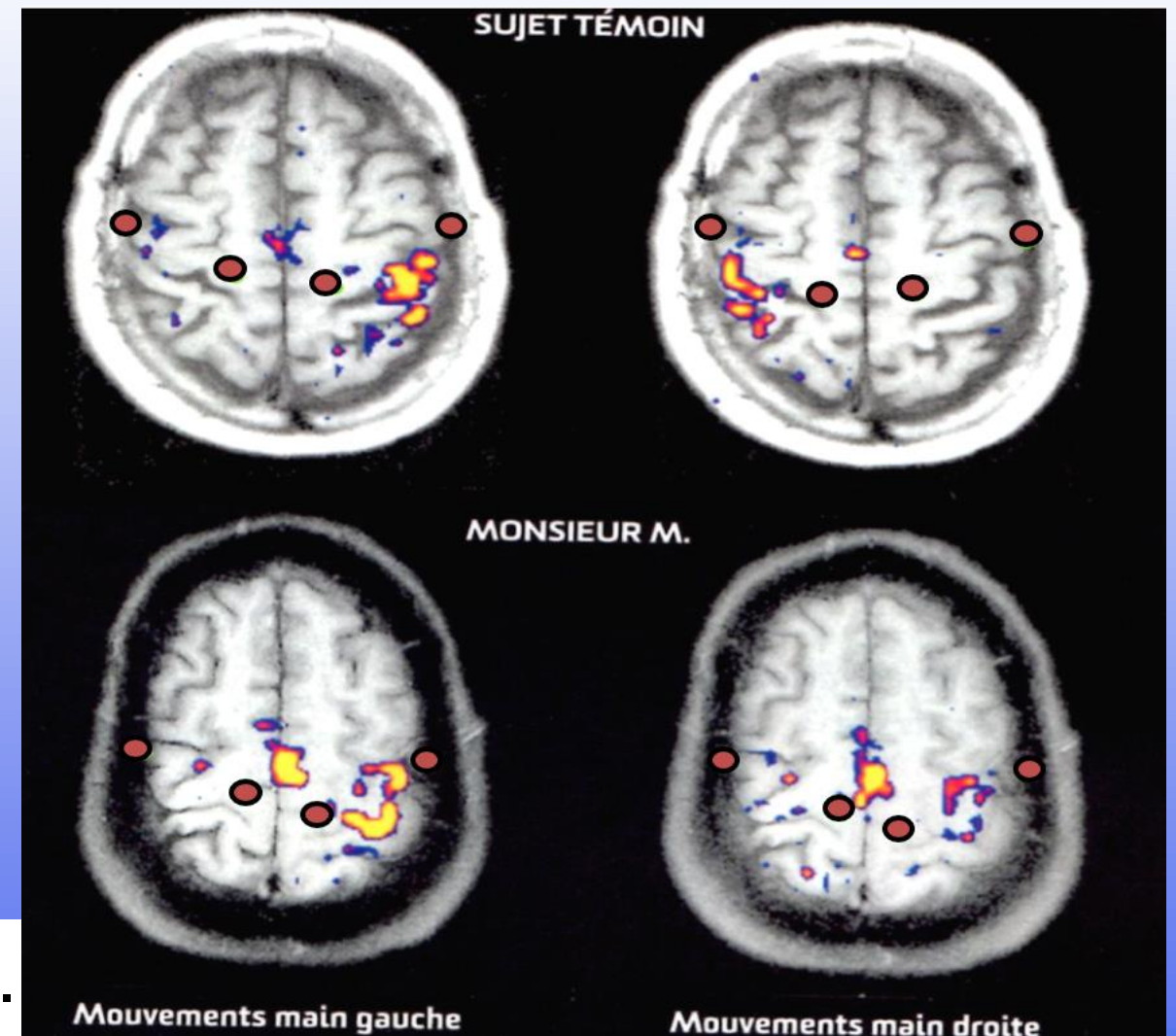


Monsieur M. a eu un AVC qui l'a paralysé de la main droite.

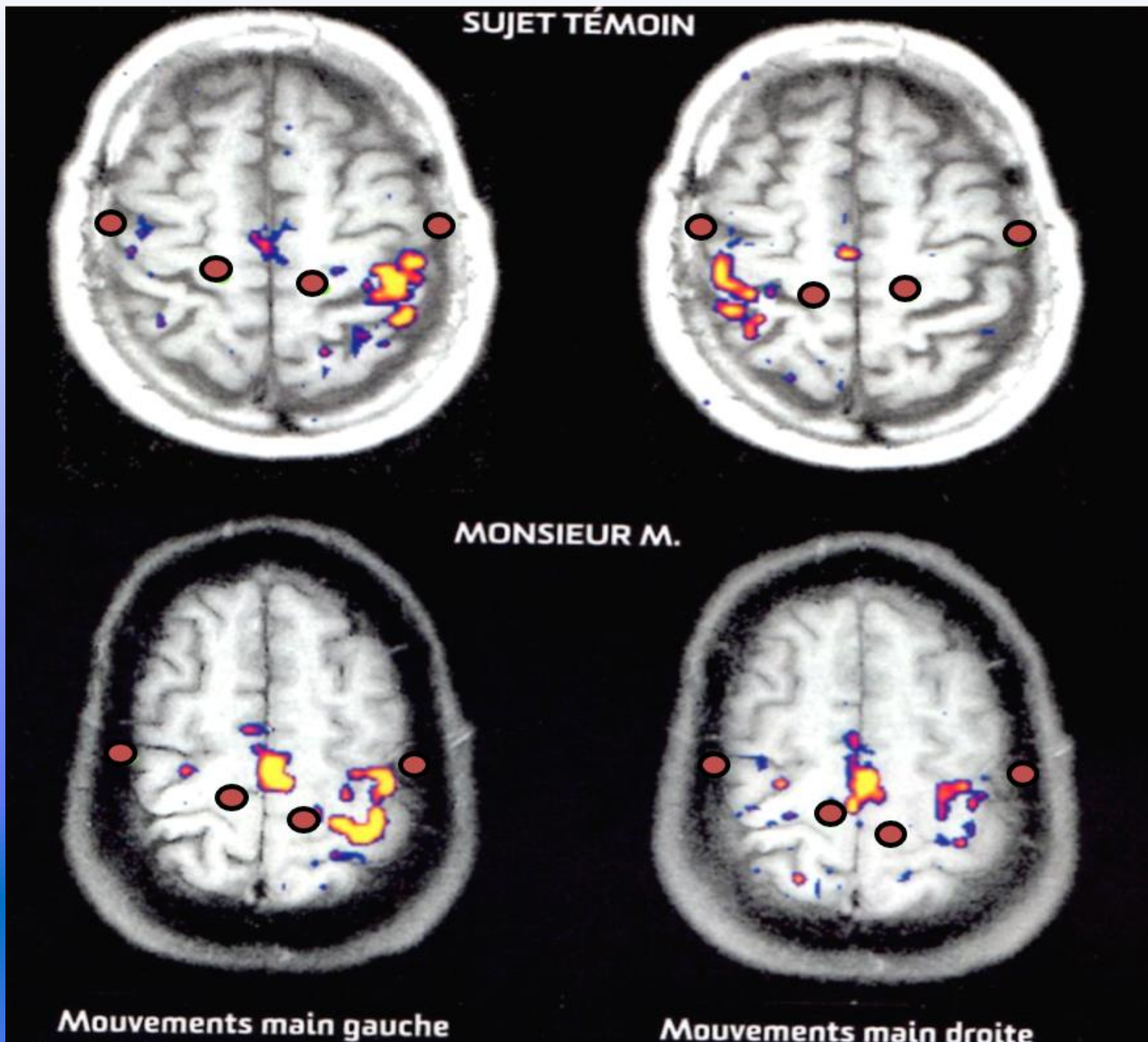
*Je rappelle qu'on ne peut pas faire d'IRM fonctionnelle de quelqu'un de paralysé puisque cela se réalise en faisant faire des mouvements!*

### Ressources 1 : Fiche de L'IRM du Patient M.

Au bout de quelques semaines, monsieur M. retrouve une mobilité de sa main droite. Cinq semaines après son AVC, les médecins déterminent par IRM, les zones fonctionnelles lors de mouvements d'extension-flexion des doigts de chacune des mains qu'ils comparent à celles d'un sujet témoin.





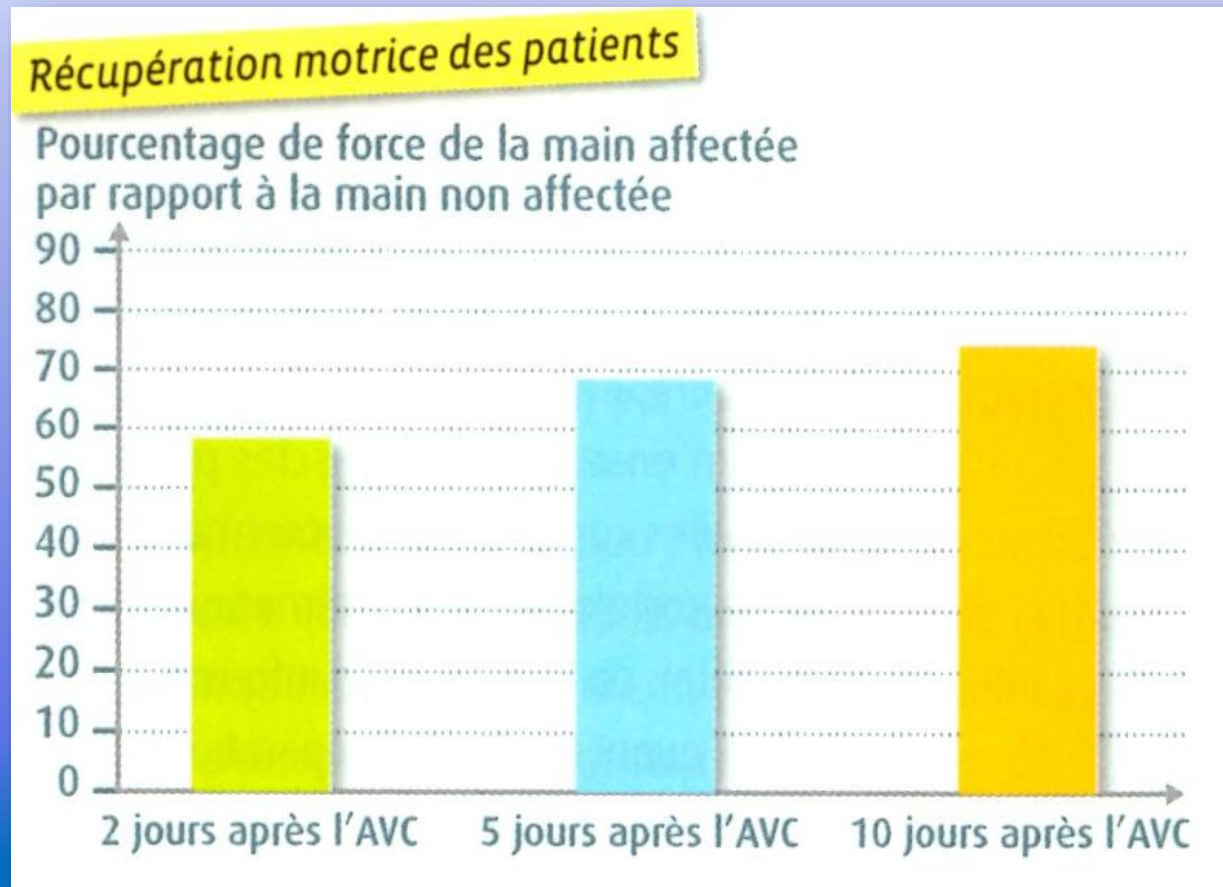


Après son AVS, la partie gauche de l'aire motrice a été endommagée (d'où la paralysie du côté droit)

Après cinq semaines, Monsieur M. bouge de nouveau sa main droite.

On constate que c'est l'aire corticale motrice droite (et centrale) qui contrôle maintenant les mouvements de la main droite.

# Histogramme de récupération motrice du patient M



On peut donc dire que l'organisation du cortex n'est pas figée lors du développement de l'individu. Il peut se modifier à l'âge adulte.

## Activité 3: entraînement « grand oral » sur la plasticité cérébrale et la récupération d'un patient après un AVC

- Les différences entre individus ne sont pas innées : elles s'acquièrent au cours du développement, par apprentissage des gestes, en fonction de son mode de vie.
- Ainsi, l'entraînement moteur est associé à une extension de l'aire motrice concernée.
- La capacité qu'a le cortex moteur à se modifier en réponse à une stimulation environnementale est appelée .....**la plasticité cérébrale**.....

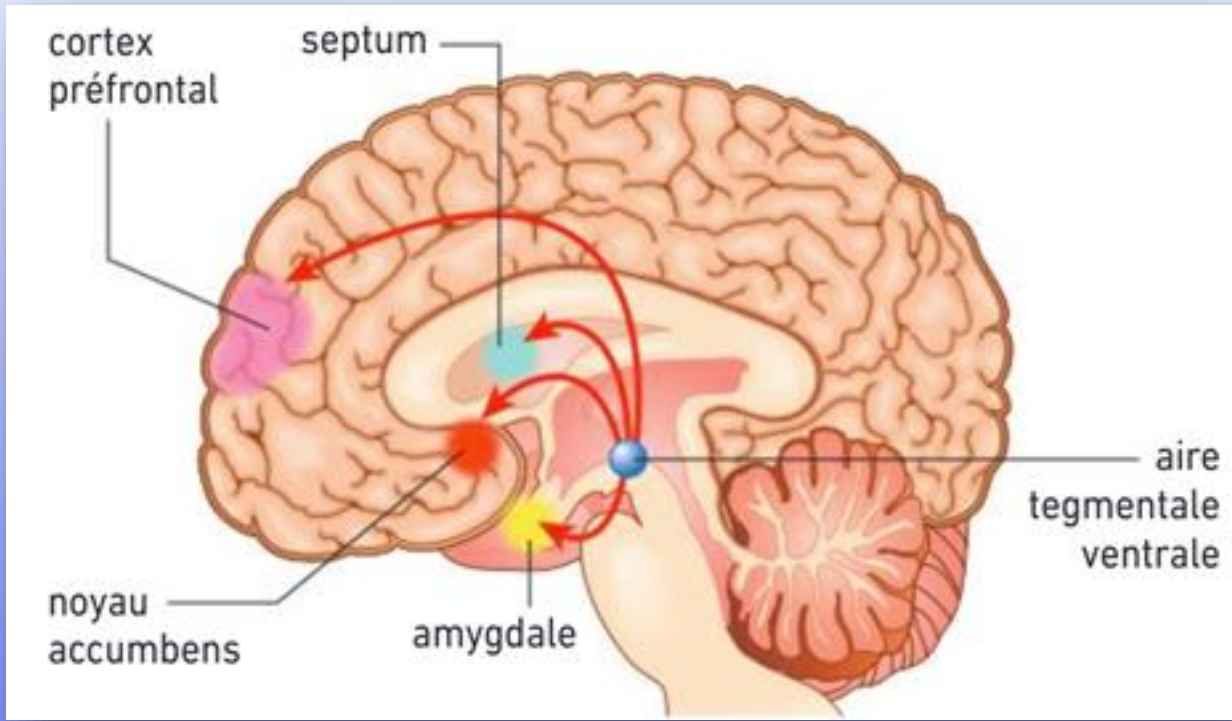
- Par ex, chez les patients ayant subi un AVC dans les aires corticales motrices, on constate une récupération progressive des capacités motrices. Dans le même temps, les régions corticales endommagées retrouvent progressivement leurs fonctions et de nouvelles régions sont recrutées lors de la réalisation des mouvements que l'AVC avait affectés.



## 2) La prises de substances exogènes (alcool et drogues) et son effet sur le cerveau

- Les neurones corticaux des aires corticales communiquent entre eux et utilisent des **neurotransmetteurs différents**. Certains neurotransmetteurs ont une action excitatrice (dopamine, sérotonine) et d'autres, une action inhibitrice (GABA) sur les neurones postsynaptiques.
- **La prise de substances exogènes, c'est-à-dire extérieures à l'organisme perturbe le fonctionnement synaptique.**

# **Activité 4: Action de la nicotine sur le fonctionnement cérébrale**

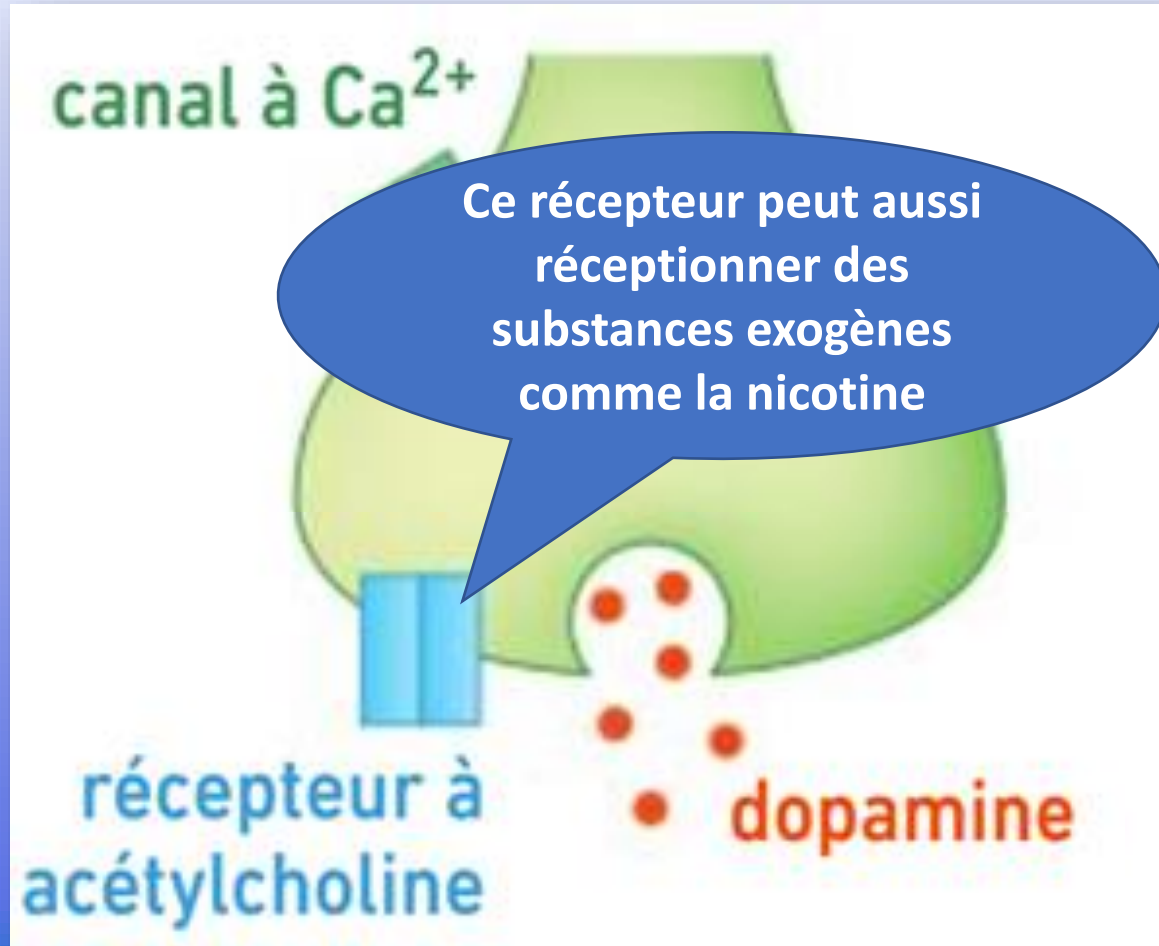


- Le circuit de la récompense est un ensemble de zones situées au centre du cerveau. Ce circuit est activé lors d'expériences procurant du plaisir, que ce soit physique ou psychologique. Les aires du circuit de la récompense sont en contact avec des neurones dopaminergiques issus de l'ATV (aire tegmentale ventrale).

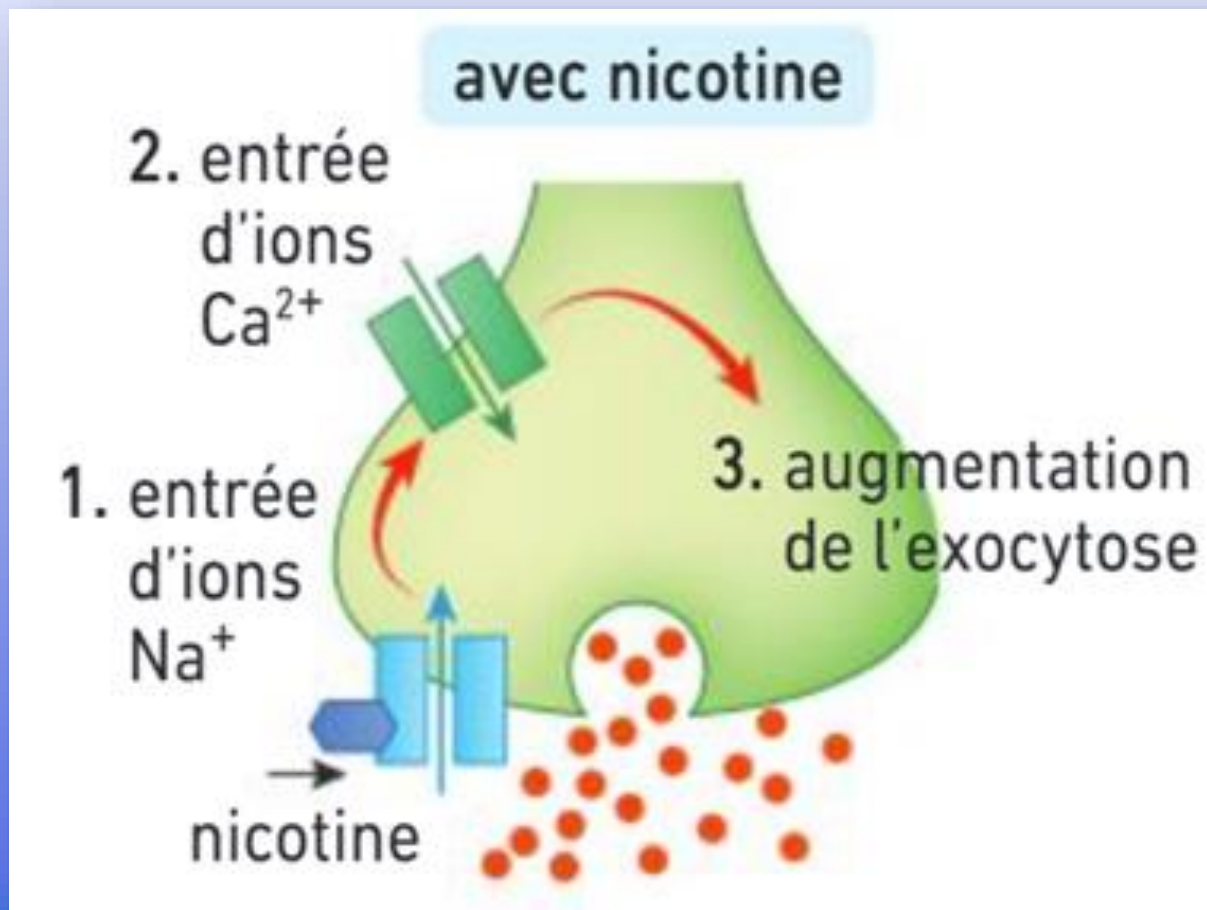
- **La dopamine:**

- - neurotransmetteur produit dans le noyau accumbens.
- - Principal neurotransmetteur dans le circuit de la récompense.
- - production accrue en cas de prise de drogues telles que la cocaïne, la morphine ou l'héroïne.





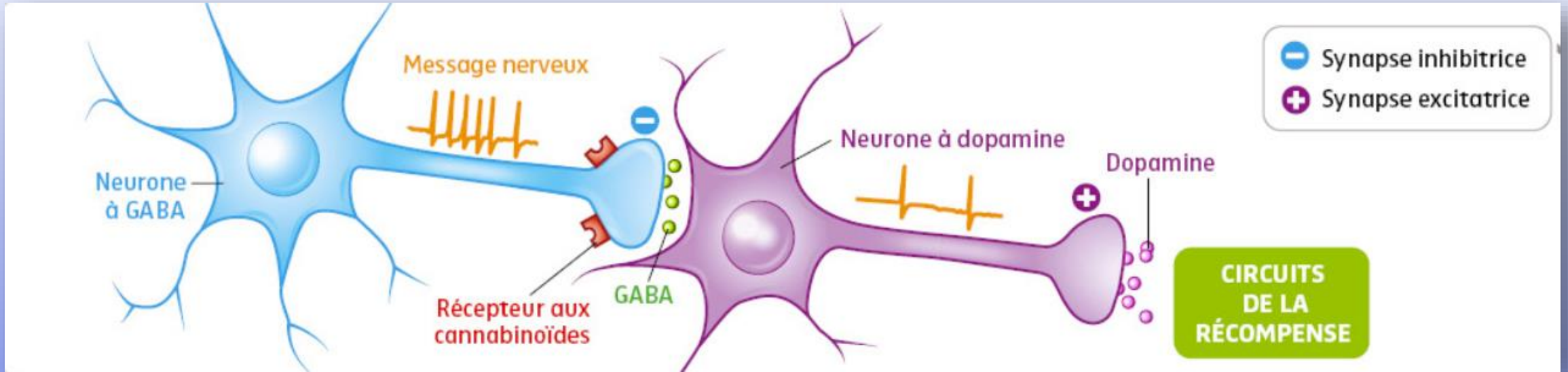
- Les neurones à dopamine possèdent à leur surface des récepteurs à acétylcholine.
- La fixation d'acétylcholine sur ses récepteurs peut entraîner une sortie de la dopamine, entraînant une sensation de plaisir.



**Addiction possible!**

- Certains neurones sont impliqués dans la sensation de plaisir : ce sont les neurones à dopamine.
- La dopamine est **une neurohormone responsable de la sensation de plaisir**

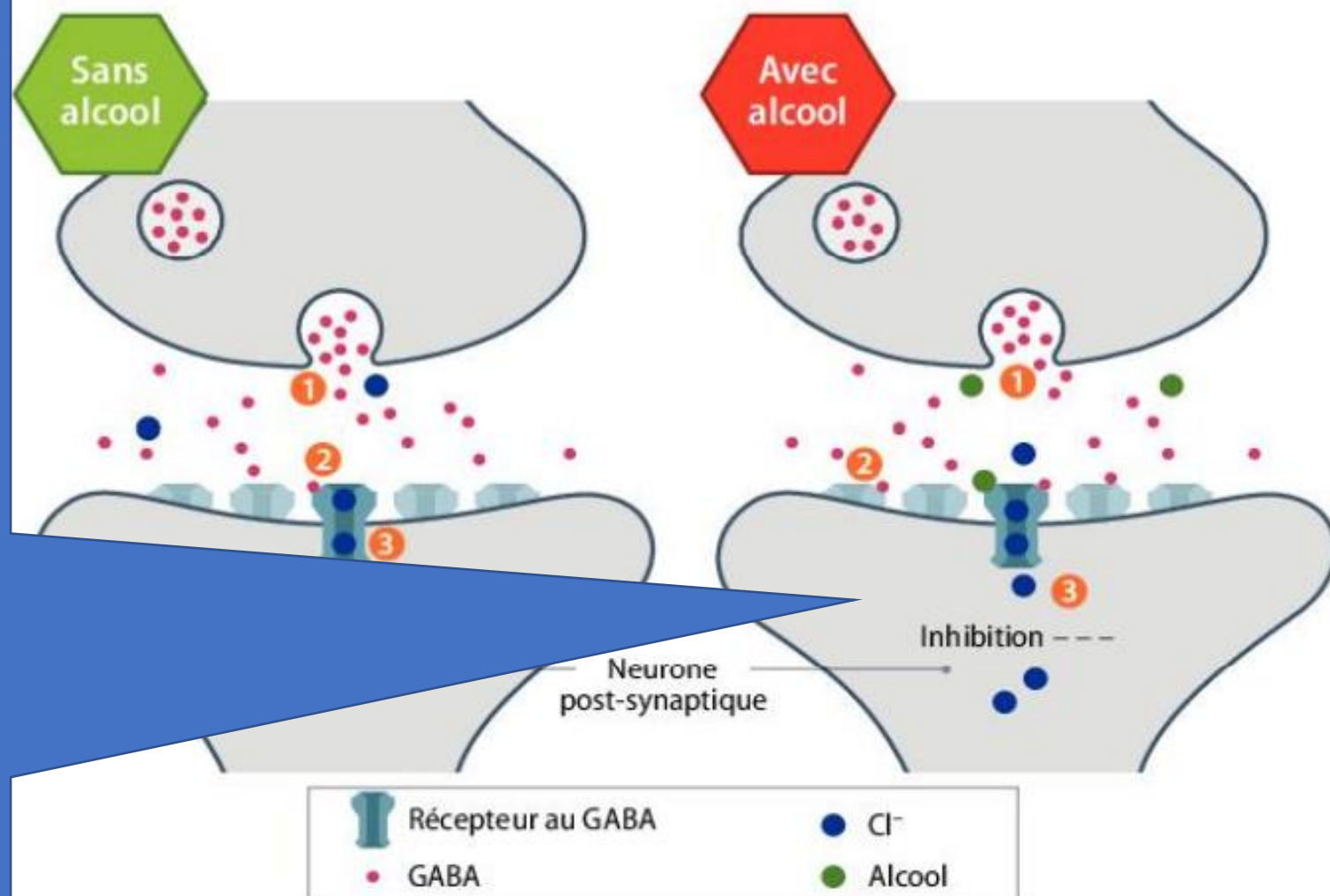
# Exemple du mode d'action du cannabis.



- En temps normal, les neurones à dopamine qui activent les circuits de la récompense (plaisir) sont inhibés par les neurones à GABA.
- La fixation du THC (Cannabis) sur les récepteurs aux cannabinoïdes **lève cette inhibition** et active les circuits de la récompense, **générant une sensation de plaisir**.

Fixation de l'alcool sur les récepteur GABA. Ceci entraîne une **augmentation de l'inhibition des neurones post-synaptiques**.

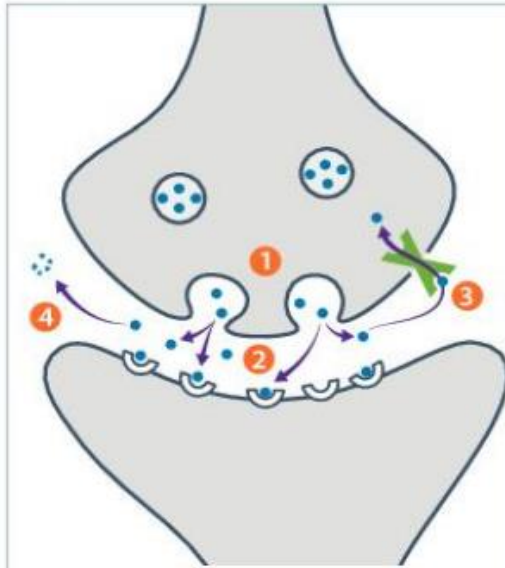
Cela entraîne une **altération de la coordination motrice**, responsable de pertes d'équilibre et à une action sédatrice.





- Les drogues perturbent donc la propagation des messages nerveux en imitant, stimulant ou inhibant l'action des neurotransmetteurs endogènes.
- En augmentant la libération de dopamine, les substances déclenchent une addiction, c'est à dire un désir puissant de renouveler la consommation.

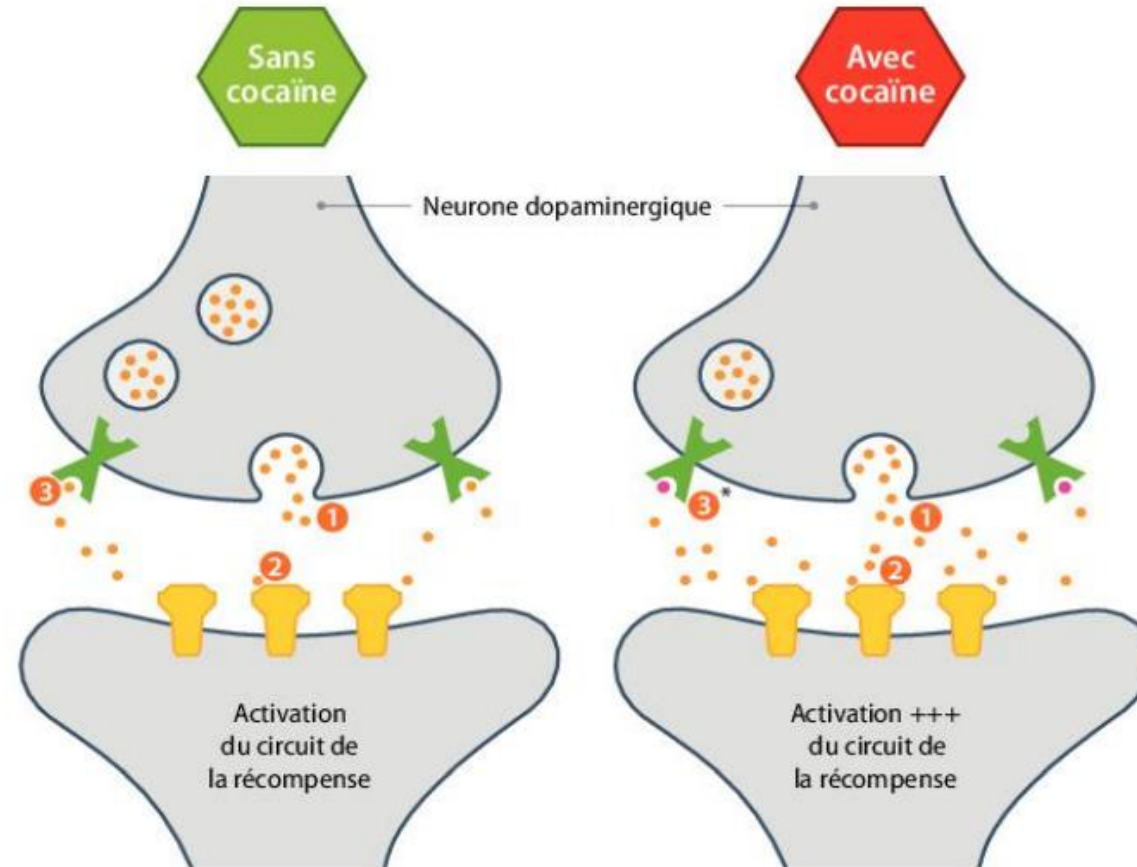
### 3 La dopamine, la cocaïne et le circuit de la récompense







- 1 Les vésicules synaptiques contenant la dopamine fusionnent avec la membrane présynaptique et libèrent leur contenu dans l'espace synaptique.
- 2 La dopamine diffuse dans l'espace synaptique (milieu extracellulaire) et se lie à des récepteurs membranaires du neurone postsynaptique.
- 3 La dopamine est recapturée à l'intérieur du neurone présynaptique grâce à des transporteurs membranaires.
- 4 La dopamine extracellulaire est dégradée par des enzymes dans l'espace synaptique.

**a** Modèle de fonctionnement d'une synapse à dopamine

Les neurones dopaminergiques sont des neurones qui synthétisent la dopamine et l'utilisent comme neurotransmetteur.  
La cocaïne est une molécule extraite de la feuille d'un arbuste, la coca.



- |  |  |
|--|--|
|  Transporteur de la dopamine |  Dopamine     |
|  Récepteur à dopamine        |  Avec cocaïne |

**b** Fonctionnement de la synapse à dopamine avec et sans cocaïne

## Le cerveau : plasticité, fragilité et rôle dans la motricité

Stimulations, entraînements, expériences vécues

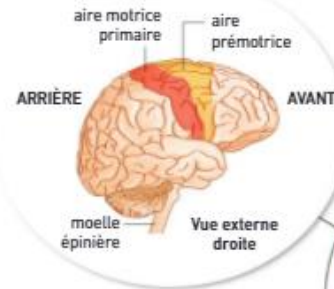
Lésions, dysfonctionnements, substances exogènes

**PLASTICITÉ : réorganisation du cortex**

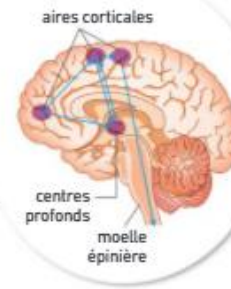
apprentissage tout au long de la vie

recupération des fonctions (+ ou -)

### Les aires motrices du cortex cérébral



### Des communications entre les régions cérébrales



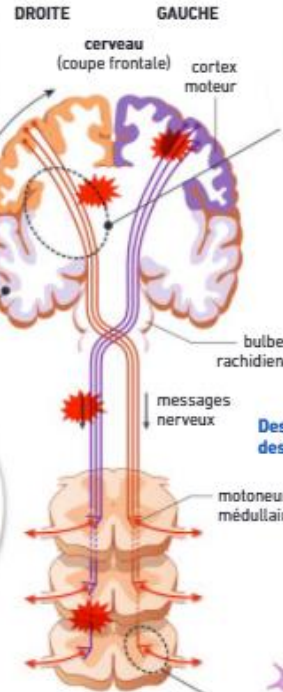
### Les cellules du cerveau

#### Neurones

- communication des messages nerveux

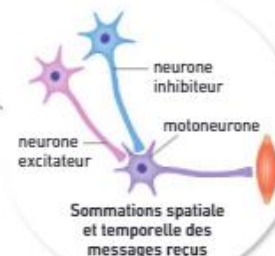
#### Cellules gliales

- nutrition
- protection
- conduction du message



### Des voies motrices descendantes

### Une intégration par les motoneurones



### atteintes possibles du système nerveux

- destructions accidentelles du tissu nerveux (lésions, AVC)
- neurodégénéscences (SEP, maladie de Parkinson...)
- substances chimiques perturbant le message nerveux
- infections virales ou bactériennes