

## THEME 3-B - Neurone et fibre musculaire

Classe : Terminale S

Durée conseillée : 3 semaines

Nombre de TP : 3

**En rouge** : Bilans à faire noter aux élèves

**En bleu** : Activités pratiques

**En vert** : Problématique et hypothèses

### Chapitre 3 : MOTRICITE ET PLASTICITE CEREBRALE

#### TP3 : La commande volontaire du mouvement et la plasticité cérébrale

##### Objectif :

- Comprendre l'origine de la commande du mouvement
- Identifier les aires motrices et l'homunculus moteur
- Comprendre le phénomène de plasticité, appliqué à la motricité.

##### Matériel :

- Documents
- Animation synapse
- EDUANATOMIST : IRM anat et fonctionnel d'un patient atteint d'une lésion suite à AVC

##### Capacités et attitudes :

- Recenser, extraire et organiser des informations
- Utiliser un logiciel de données
- Responsabilité en termes de santé

Contrairement aux réflexes myotatiques qui mobilisent les centres nerveux de la moelle épinière, les mouvements volontaires mobilisent le cortex cérébral et ses aires motrices.

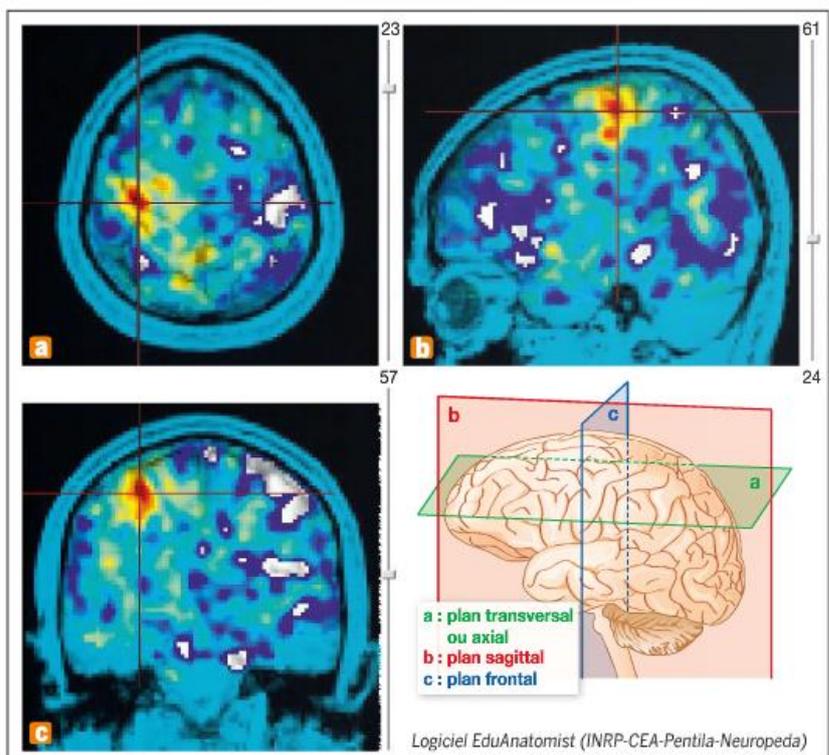
#### I. De la volonté au mouvement

##### 1- L'identification des aires motrices par l'IRM (doc 1 p 376)

L'IRM fonctionnelle est basée sur la technique TEP (Tomographie par Emission de Positons), également appelée TEP Scan.

Cette technique permet d'identifier les zones actives lors des différentes parties du corps.

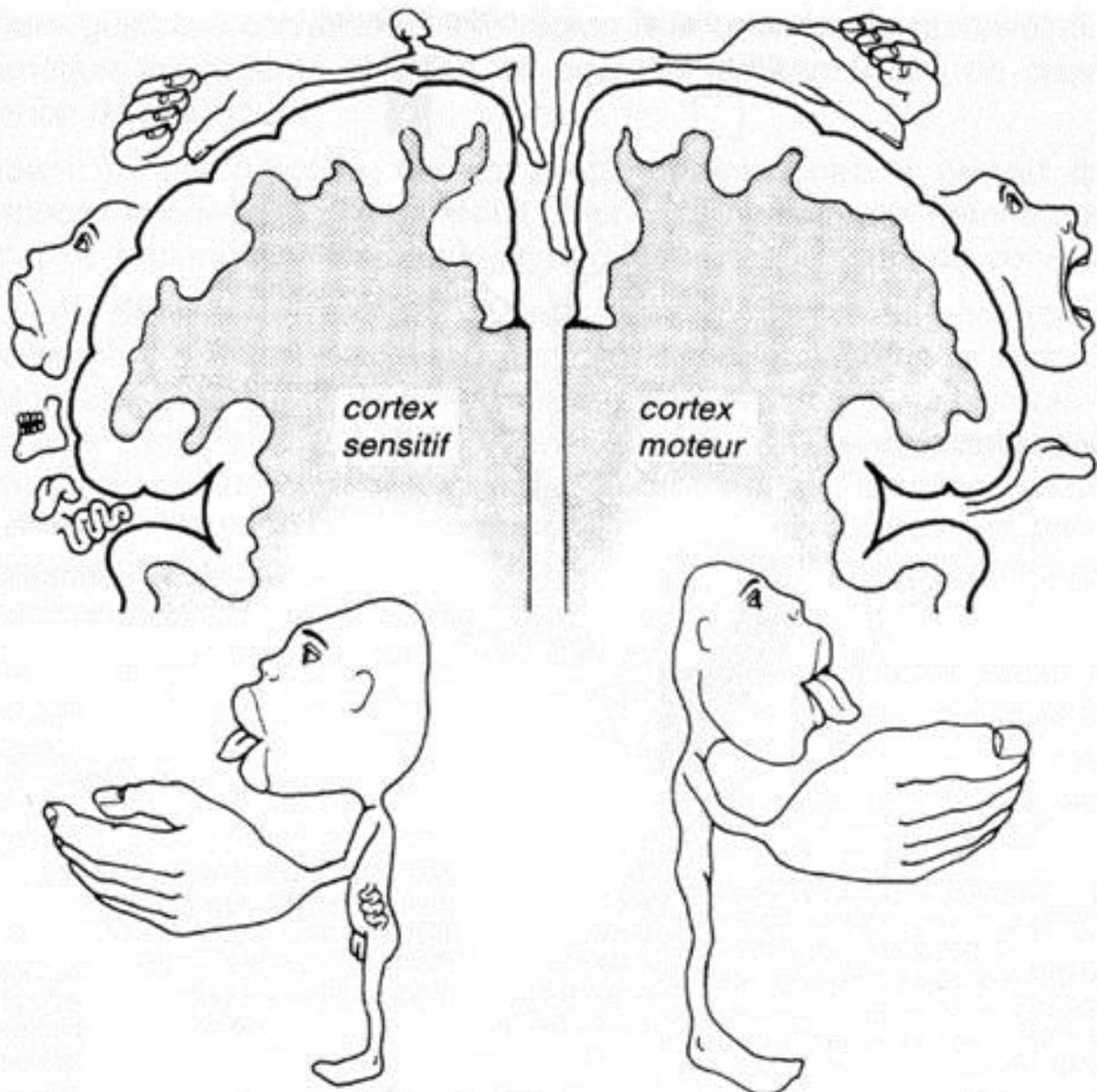
Des logiciels spécialisés permettent de calquer les IRM anatomiques et les IRM fonctionnelles. Pour mieux comprendre la situation, il convient de traiter les images (bruit supérieur / inférieur).



## 2- La commande volontaire du mouvement (doc 2 p 377)

On en a déduit que la commande volontaire du mouvement est contrôlée par une région du cortex cérébral appelée aire motrice primaire ou M1. Chaque zone de cette aire contrôle une partie particulière du corps. La cartographie des aires motrices conduit à la construction d'un homonculus moteur.

D'autres aires corticales collaborent avec l'aire motrice primaire dans la commande motrice volontaire et forment avec elle le complexe moteur. C'est le cas des aires prémotrices qui jouent un rôle dans la planification et l'organisation du mouvement.

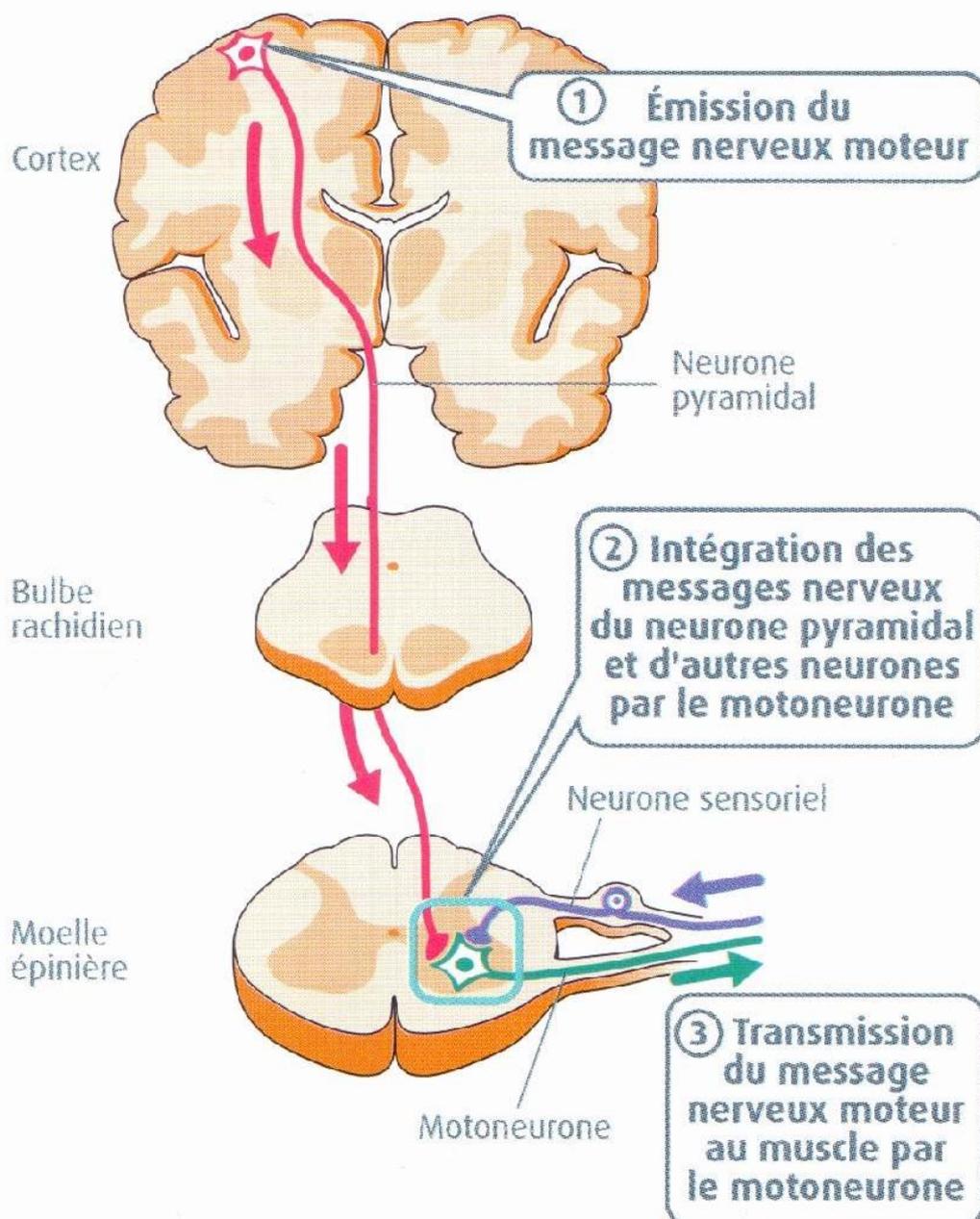


### 3- Les voies motrices : du cortex aux muscles (doc 5 p 379)

Le message nerveux commandant un mouvement volontaire est élaboré au niveau du cortex pariétal. Les neurones du cortex projettent leurs axones dans le bulbe rachidien puis vers la moelle épinière.

NB : Les voies motrices qui partent d'une aire motrice vont se croiser avant d'entrer dans la moelle épinière pour commander la partie opposée du corps : on parle de décussation motrice. Ainsi c'est l'aire motrice de l'hémisphère cérébral droit qui commande la partie gauche du corps et inversement. Ceci rappelle également le fonctionnement des nerfs optiques qui se croisent au niveau du chiasma optique.

Certaines lésions des aires motrices (AVC) ou de la moelle entraînent donc des paralysies partielles ou totales (hémiplégié, paraplégie, tétraplégie).



Les voies motrices.

#### 4- L'intégration des messages (p 380-381)

Les motoneurones de la moelle épinière sont connectés à de nombreux autres neurones par l'intermédiaire des synapses. Chaque neurone intègre toutes ces informations et élabore une réponse adaptée : c'est la sommation. La sommation est de 2 types :

- Sommation spatiale : elle permet au neurone d'intégrer les messages en provenance de neurones différents qui n'apportent pas les mêmes messages.
- Sommation temporelle : elle permet au neurone de tenir compte de la répétition de certains messages.



## II. Mouvement volontaire et santé

### 1- Mouvement et déficience cérébrale (doc 3 p 377 + doc 1 et 2 p378)

La lésion des voies motrices entraîne une paralysie (tétraplégie, paraplégie liées à des sections de la moelle épinière ou encore hémiparésie liée à un AVC).

D'autre part, la déficience de certaines zones du cortex peut également empêcher la réalisation des mouvements : maladie de Parkinson et destruction du « locus niger », une aire cérébrale prémotrice (neurones à dopamine).

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p><b>La maladie de Parkinson</b></p> <p>La maladie de Parkinson touche 1,5 % des personnes de plus de 65 ans. Elle se manifeste par des troubles de la motricité : tremblements au repos, surtout au niveau des mains, mouvements difficiles à exécuter, marche lente à petits pas, difficultés d'élocution... Cette maladie est due à la disparition progressive de neurones situés en profondeur dans l'encéphale.</p> | <p>Dr Gaëtan Garraux – Service de neurologie, CHU de Liège, Belgique<br/>Coupes transversales montrant une diminution de l'activité des neurones utilisant de la dopamine comme neurotransmetteur.<br/>a : sujet normal.<br/>b : sujet atteint de la maladie de Parkinson.</p> | <p><b>L'apraxie</b></p> <p>L'apraxie (du grec <i>praxis</i>, action) est un trouble de la réalisation des gestes : le sujet est incapable d'exécuter certains mouvements de façon intentionnelle ou lorsqu'on lui donne un ordre. Les fonctions motrices sont cependant intactes : le sujet ne présente aucune paralysie.</p> <p>Ce déficit neurologique concerne la conceptualisation et l'exécution programmée des mouvements, mettant en jeu les aires prémotrices et le cortex préfrontal.</p> |
|---|--|--|

Doc. 3 Des troubles de la motricité dus à des déficiences cérébrales.

### 2- Plasticité et apprentissage (p 382-383)

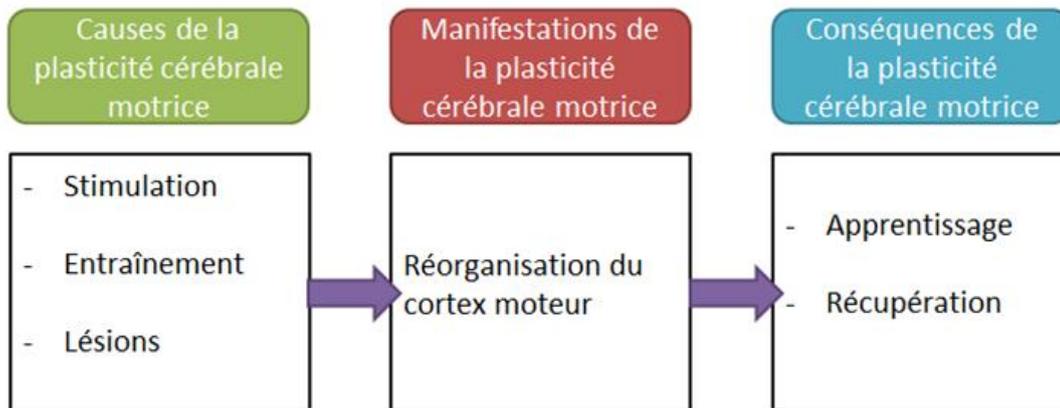
L'imagerie médicale et notamment l'IRM permet d'étudier le fonctionnement du cerveau en localisant les zones activées lors d'une tâche précise. La comparaison des cartes motrices de plusieurs individus montre des différences qui peuvent être importantes. C'est le cas notamment entre les droitiers/gauchers mais également en fonction des apprentissages (musique, dactylographie, ...). Exemple : un entraînement quotidien au piano développe chez l'individu certains territoires de l'aire motrice primaire contrôlant les muscles de la main.

Le cortex moteur présente donc des capacités de remaniement au cours de la vie : c'est la plasticité. La plasticité du cortex moteur est à la base du processus d'apprentissage.

### 3- Plasticité cérébrale et récupération (p384-385)

Chez des patients ayant subi un AVC affectant les aires motrices cérébrales, on constate une récupération progressive des capacités motrices. Dans le même temps, les zones endommagées retrouvent leurs fonctions et les zones voisines sont recrutées lors de la réalisation des mouvements que l'AVC empêchait.

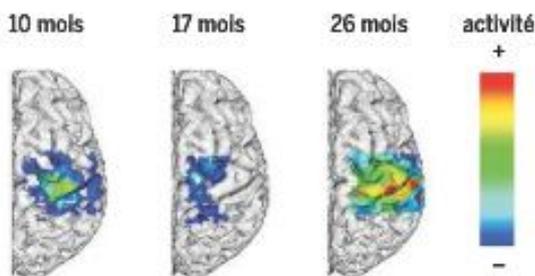
Même observation après une greffe de la main. Les cartes motrices sont modifiées afin de compenser les pertes.



En 2000, l'équipe de l'hôpital Édouard-Herriot de Lyon pratiquait la première greffe mondiale de deux mains chez un patient qui avait dû être amputé quatre ans plus tôt (voir page 374).

Un mois et demi après, le patient pouvait ébaucher des mouvements des doigts et au bout de six mois, il pouvait commencer à saisir des objets. Aujourd'hui, il se sert normalement des deux mains.

L'examen **IRMf** a permis de détecter, 10 mois après la greffe, des zones actives du cortex moteur correspondant aux muscles de la main greffée. Ces zones, diffuses au départ, se sont peu à peu déplacées pour occuper leur position normale : petit à petit, le cerveau « intègre » les muscles greffés dans le cortex moteur.

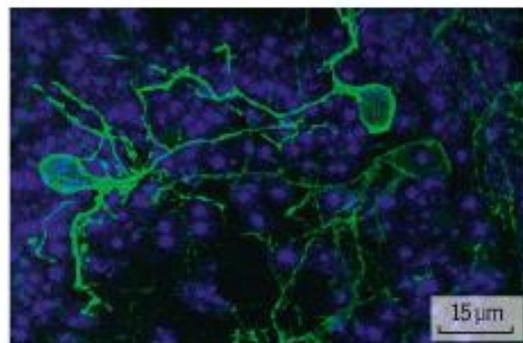


Activité du cortex moteur (hémisphère droit) correspondant aux muscles assurant la mobilité de l'index gauche dans les mois suivant la greffe.

**Doc. 4** Les suites d'une greffe.

On a longtemps cru que les neurones ne se renouvelaient pas et qu'une inexorable diminution de leur nombre expliquait les symptômes du vieillissement. On sait depuis peu que ces idées sont fausses. En effet, des **cellules souches** pouvant se différencier en nouveaux neurones ont été découvertes dans le cerveau d'un homme adulte. On sait aussi que ces neurones ont la possibilité de migrer, d'établir de nouveaux contacts synaptiques et de s'intégrer dans un réseau déjà existant. Cependant, leur nombre reste faible et leur intervention dans le remplacement d'un tissu lésé n'est pas établie. Par ailleurs, le développement de méthodes rigoureuses pour compter le nombre de neurones a conduit à la conclusion que la chute du nombre de neurones n'est pas significative dans le vieillissement normal. En revanche, elle l'est dans le cas d'une dégénérescence massive à l'origine des maladies dites neurodégénératives (Alzheimer, Parkinson).

Ainsi, il se confirme que la régénération du système nerveux est difficile : les neurones sont donc un capital qu'il convient de préserver !

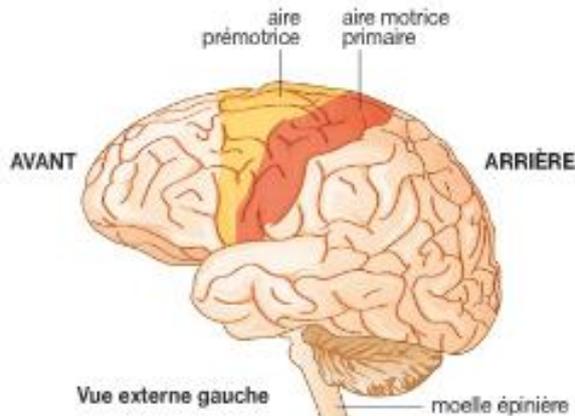


Nouveaux neurones âgés de 3 semaines (en vert) venant de s'intégrer dans le cerveau d'une souris adulte.

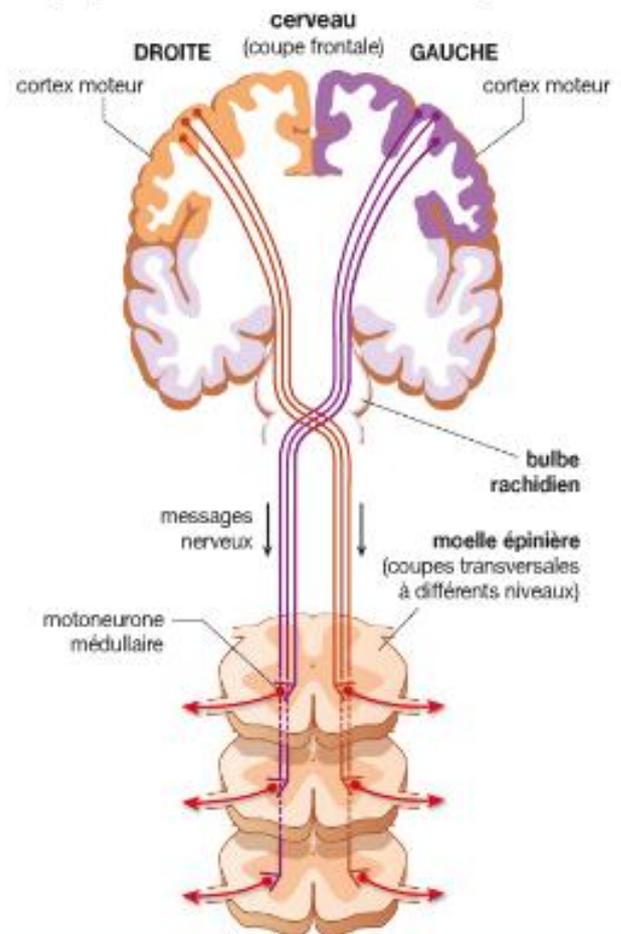
**Doc. 5** La production de nouveaux neurones.

Aires et voies de la motricité volontaire

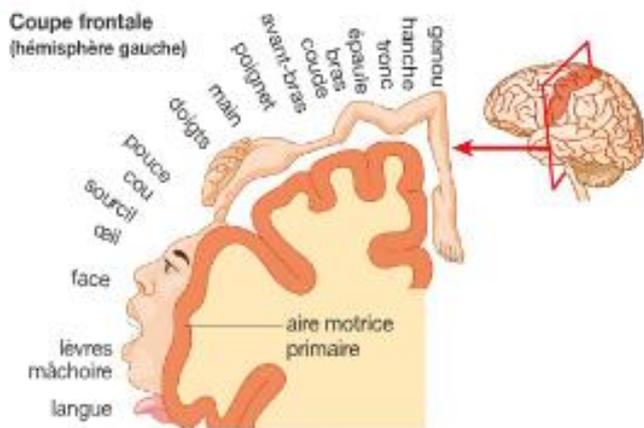
- Les aires motrices du cortex cérébral



- Les messages nerveux moteurs cheminent jusqu'aux motoneurons de la moelle épinière

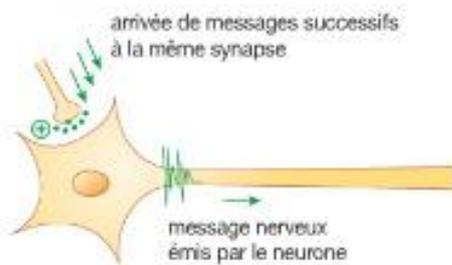


- Une « carte motrice » à la surface du cerveau

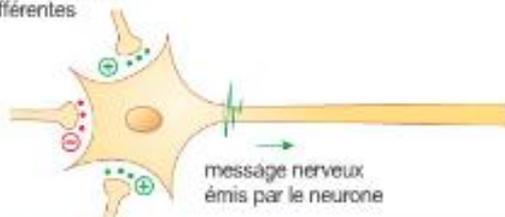


Le rôle intégrateur des neurones

- Le corps cellulaire du motoneurone émet un message nerveux qui dépend des informations reçues



arrivée simultanée de messages à des synapses différentes



Des capacités de remaniements

- La plasticité du cortex moteur explique les capacités de récupération après une paralysie accidentelle ainsi que l'efficacité de l'apprentissage des gestes.



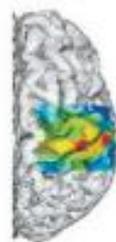
10 mois



17 mois



26 mois



IRM montrant une récupération progressive de la motricité de la main