

ATTENTION : ENCADRE ROUGE = BILANS A SAVOIR ABSOLUMENT + VOCABULAIRE A MAITRISER EN ORANGE

Pb. Scientifique général du CHAP. 10 :

Comment les mouvements volontaires sont-ils contrôlés ?

- CHAPITRE 10

MOTRICITE VOLONTAIRE ET PLASTICITE CEREBRALE

Acquis à mobiliser : (voir fiche CHAP. 9)

Introduction :

Si le **réflexe myotatique** sert d'outil diagnostique pour *identifier d'éventuelles anomalies* du système neuromusculaire local, il n'est pas suffisant car certaines anomalies peuvent résulter d'anomalies touchant le **système nerveux central** et se traduire aussi par des dysfonctionnements musculaires.

Ainsi, les mouvements volontaires sont contrôlés par le système nerveux central.

Problèmes : - *Quelles zones du cerveau commandent les mouvements volontaires ?*

- *Comment le cerveau peut-il récupérer ses fonctions motrices après une lésion ?*

I. De la volonté au mouvement

Le **réflexe myotatique** aboutit à une **contraction automatique des muscles** qui ne fait pas intervenir le cerveau, mais les **muscles** peuvent également être **contractés volontairement**.

Suite à un AVC, un patient atteint d'hémiplégie peut néanmoins récupérer de la motricité.

TP 13 : LA COMMANDE VOLONTAIRE DU MOUVEMENT ET LES VOIES MOTRICES : DU CORTEX AUX MUSCLES
(LOGICIEL EDUANATOMIST)

A- Des aires cérébrales spécialisées

• **ACTIVITE 1 : L'EXISTENCE D'UNE COMMANDE CEREBRALE DU MOUVEMENT**

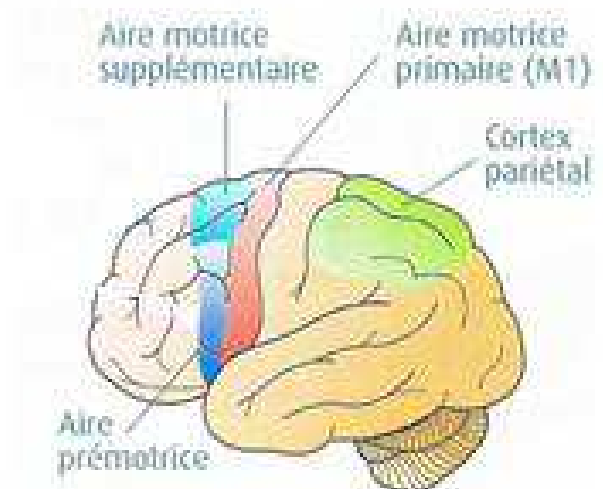
- **Objectif :** Recenser, extraire et exploiter des informations, afin de caractériser les aires motrices cérébrales

L'exploration du cortex cérébral par IRM permet de localiser une **zone du cerveau spécialisée dans le contrôle volontaire du mouvement** appelée **cortex moteur** : en effet il est possible de déterminer des **variations d'activités de certaines zones** lorsque le sujet **effectue une tâche déterminée** (IRM_f).

Le **cortex moteur** est constitué de plusieurs aires qui collaborent entre elles.

- **L'aire motrice primaire** commande **directement les mouvements**. Les intentions du mouvement sont élaborées, entre autres, dans le cortex pariétal, en lien avec les informations sensorielles reçues.

- **L'aire prémotrice et l'aire motrice supplémentaire** permettent quant à elles la **préparation du mouvement** en fonction des stimuli externes ou internes reçus.

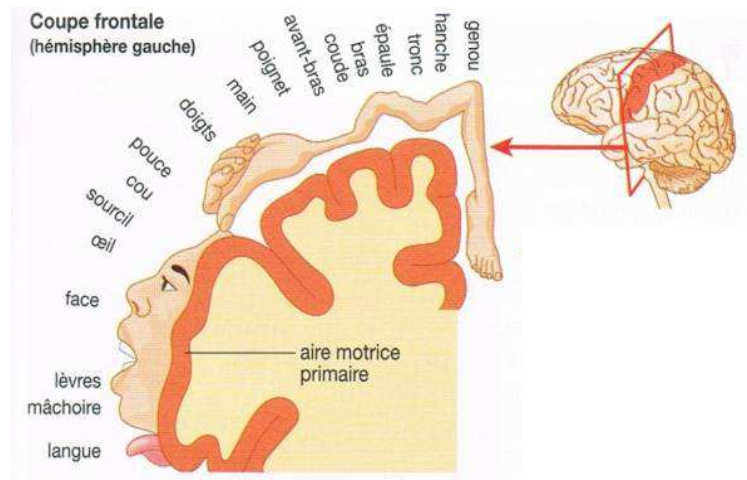


Rq : *D'autres structures cérébrales*, les ganglions de la base situés dans des zones plus profondes du cerveau, sont également impliqués dans la commande du mouvement volontaire.

La **localisation du cortex moteur** est **identique** pour tous les individus.

Des expériences de stimulation qui confirment une investigation par imagerie cérébrale (Livre p. 347), ont permis de dresser une **cartographie de l'aire primaire motrice**.

Chaque région du corps est contrôlée par **une zone particulière de l'aire motrice dont la surface dépend de la sensibilité motrice de la région** : les surfaces allouées sur le cortex ne sont pas proportionnelles à la taille de la partie du corps correspondante, mais plutôt à la complexité des mouvements que cette partie peut effectuer. Pour cette raison, les surfaces allouées à la main et au visage ont une taille disproportionnée par rapport au reste du corps.



Doc. Cartographie du cortex moteur appelée homonculus moteur ci-dessus + Livre p. 346). (mis en évidence par Penfield)

BILAN

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

B- Les voies nerveuses de la motricité

• ACTIVITE 2 : LES VOIES MOTRICES

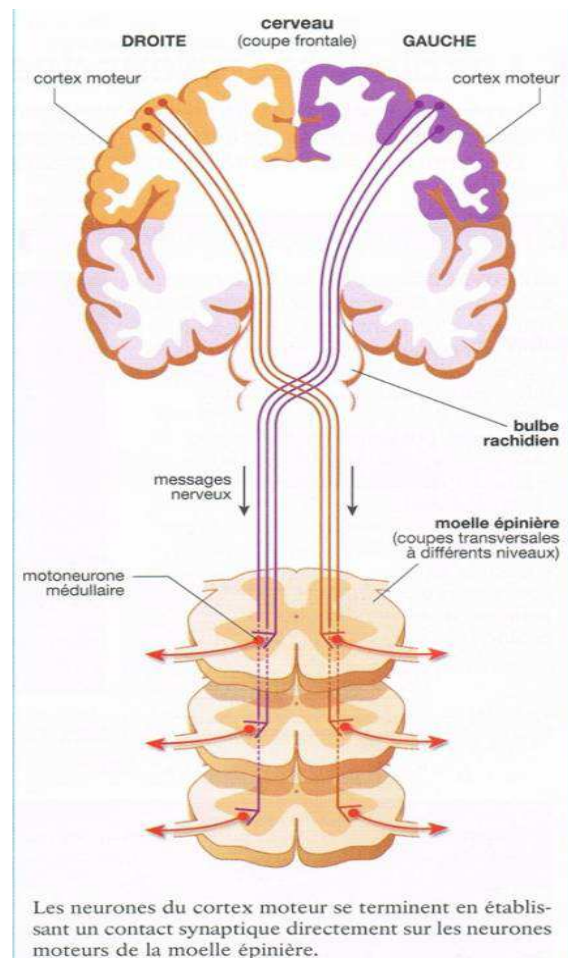
Objectif : - Montrer l'existence d'une commande corticale du mouvement.

Le **trajet des neurones pyramidaux** entre le cortex moteur et les motoneurons présentent un **croisement** dans le bulbe rachidien (= *décussation de la voie pyramidale*).

La **commande des mouvements volontaires** est **controlatérale** : c'est l'aire motrice de l'hémisphère cérébral droit qui contrôle les muscles situés à la gauche du corps et inversement.

BILAN

Les **messages nerveux moteurs** qui partent du cerveau cheminent par des **faisceaux d'axones** qui descendent par le **bulbe rachidien** puis la **moelle épinière** jusqu'aux **motoneurons**. C'est ce qui explique les effets paralysants des lésions médullaires. (*doc. p. 348-349*)



Les neurones du cortex moteur se terminent en établissant un contact synaptique directement sur les neurones moteurs de la moelle épinière.

C- Le rôle intégrateur des motoneurones (p 349)

• ACTIVITE 3 : LE ROLE INTEGRATEUR DES MOTONEURONES

Objectif : - Montrer l'existence d'une intégration par le motoneurone

Par l'intermédiaire de synapses, le corps cellulaire d'un motoneurone reçoit des informations de différents neurones, notamment des neurones sensitifs, de neurones pyramidaux provenant du cerveau mais également d'interneurones.

Chaque synapse transmet séparément des informations au motoneurone : le principe de fonctionnement est le même, mais selon le neurotransmetteur libéré, les **synapses** peuvent avoir des **effets opposés** sur le neurone postsynaptique (motoneurone) :

- Une **synapse** est **inhibitrice** si le neurotransmetteur empêche ou diminue l'émission de PA au niveau du **motoneurone**
- Une synapse est **excitatrice** si le neurotransmetteur stimule l'émission de PA au niveau du **motoneurone**

Le motoneurone reçoit donc des informations différentes, excitatrices et inhibitrices.

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

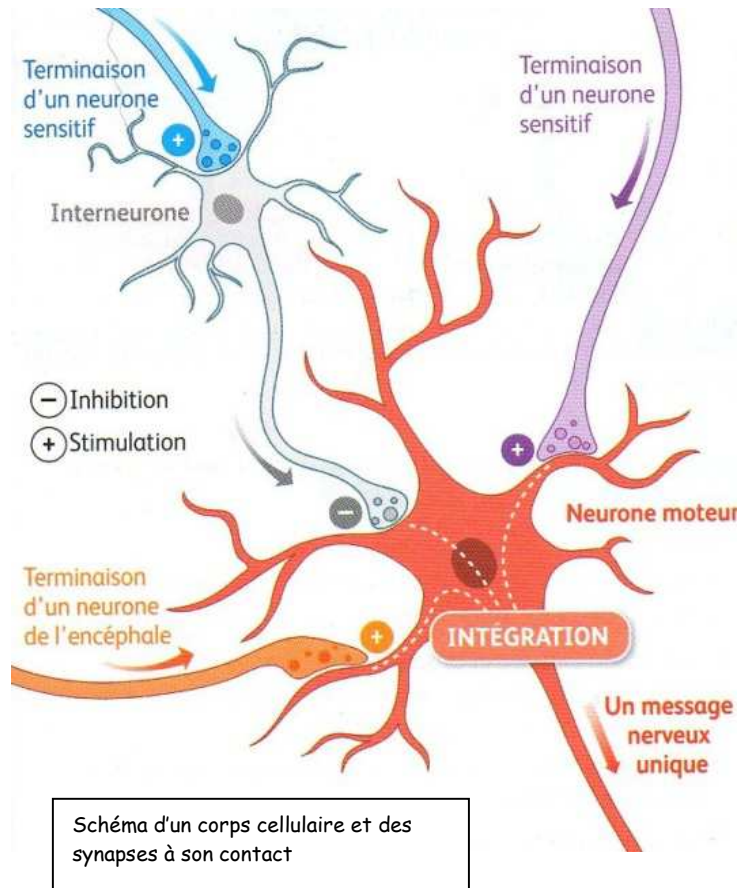
La **sommation** peut être **temporelle** (messages successifs très rapprochés provenant d'un neurone présynaptique) ou **spatiale** (messages provenant de plusieurs neurones présynaptiques différents)

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

- **Toutes les informations reçues** sont donc **intégrées** et le motoneurone élabore **un message nerveux moteur unique**. Ce message transmis aux fibres musculaires par l'intermédiaire des synapses neuromusculaires provoque leur contraction.
- Chaque motoneurone peut être **connecté à plusieurs fibres musculaires** qu'il contrôle simultanément mais chaque fibre musculaire n'est contrôlée que par **un seul motoneurone** : la fibre musculaire n'a donc aucune capacité d'intégration.

BILAN

Le **corps cellulaire du motoneurone** reçoit des informations diverses qu'il **intègre** sous la forme d'un **message moteur unique** et chaque fibre musculaire reçoit le message d'**un seul motoneurone**.



Problèmes : *Le cortex moteur présente-t-il une plasticité ? Comment la plasticité cérébrale est-elle mobilisée au cours de la vie d'un individu ?*

II. Motricité et plasticité cérébrale

TP 14 : MOTRICITE ET PLASTICITE CEREBRALE

(LOGICIEL EDUANATOMIST)

A- Des variations d'organisation en relation avec le mode de vie.

• ACTIVITE 4 : DES VARIATIONS D'ORGANISATION EN RELATION AVEC LE MODE DE VIE

- **Objectifs :** - Recenser et exploiter des informations afin de mettre en évidence la plasticité du cortex moteur.
- Montrer l'importance de cette plasticité tant dans l'élaboration d'un phénotype spécifique.

La disposition des zones de contrôle des différentes parties du corps dans le cortex moteur constitue **la carte motrice**.

Lorsqu'on compare les cartes motrices de différents individus, on retrouve la **disposition globale** de la carte motrice ; cependant, **les zones de contrôle des différentes parties du corps sont plus ou moins étendues** dans le cortex. (doc p.350)

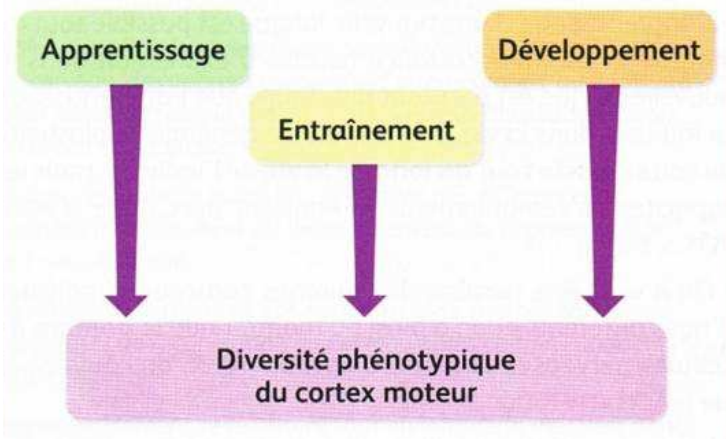
Ces différences ne sont pas innées, elles sont **acquises lors du développement de l'individu en relation avec son mode de vie**.

L'apprentissage moteur (acquisition d'une nouvelle performance motrice) ou **l'entraînement** provoque des différences dans le cortex moteur.

Les territoires fortement sollicités sont souvent plus développés.

Ces différences sont à mettre en relation avec une capacité fondamentale du cortex : **la plasticité** (=capacité d'adaptation anatomique et fonctionnelle du cortex en fonction des expériences vécues par l'individu).

Chaque individu, lors de son développement possède **une histoire qui lui est propre** (pratique d'un sport, apprentissages). C'est **cette histoire en relation avec la plasticité cérébrale** qui **permet l'élaboration d'un phénotype spécifique du cortex moteur** propre à chaque individu.



BILAN - La comparaison des **cartes motrices** de plusieurs individus montre des **différences importantes**. Loin d'être innées, ces différences s'acquièrent au cours du **développement**, de **l'apprentissage**, des **gestes** et de **l'entraînement**.

B- La plasticité lors de certains accidents

• ACTIVITE 5 : LA PLASTICITE LORS DE CERTAINS ACCIDENTS

- **Objectif :** Montrer l'importance de cette plasticité dans certaines situations médicales.

Chez des **patients ayant subi un AVC**, affectant les aires corticales motrices (et donc la motricité de certains muscles), on constate une **récupération progressive des capacités motrices**. Cette faculté de récupération est néanmoins limitée par l'importance de la lésion et elle dépend aussi de la rapidité avec laquelle la rééducation est mise en œuvre.

Cette **récupération de la motricité** est à **mettre en relation** avec une **réorganisation du cortex moteur**, ce qui **témoigne de la plasticité du cortex**.

De même, à **la suite de la section accidentelle des 2 mains**, les **représentations corticales** de ces 2 mains **diminuent** et ne représentent qu'une **petite partie du cortex moteur**.

Après la greffe, la représentation motrice de la main retrouve **l'importance qu'elle avait avant l'amputation**.

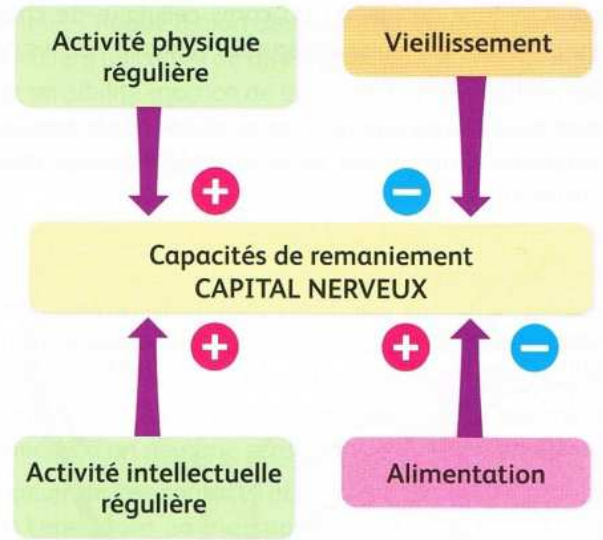
BILAN - La **plasticité cérébrale**, à l'origine des **remaniements**, explique les **capacités de récupération** du cerveau après la perte de fonction accidentelle d'une petite partie du cortex moteur.

C- Préserver son capital nerveux

• **ACTIVITE 6 : PRESERVER SA PLASTICITE CEREBRALE**

- **Objectif:** Montrer l'importance de préserver cette plasticité cérébrale

La **plasticité du cerveau** existe tout au long de la vie, mais les **capacités de remaniement diminuent avec l'âge** : cela va de pair avec une perte de neurones (10%).
Ce capital nerveux peut être maintenu grâce à une activité intellectuelle et physique régulières, une bonne hygiène de vie (alimentation).

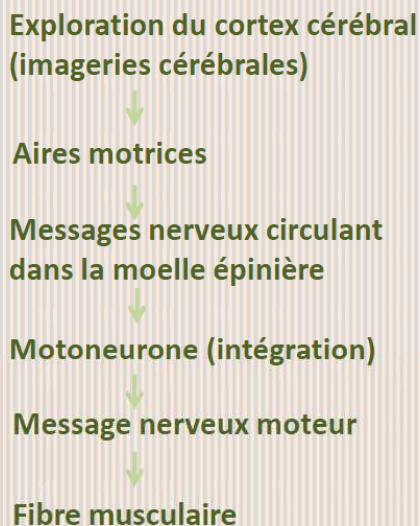


BILAN

Les **capacités de remaniement** se réduisent tout au long de la vie, de même que le nombre de cellules nerveuses. C'est donc un **capital à préserver** et **entretenir**.

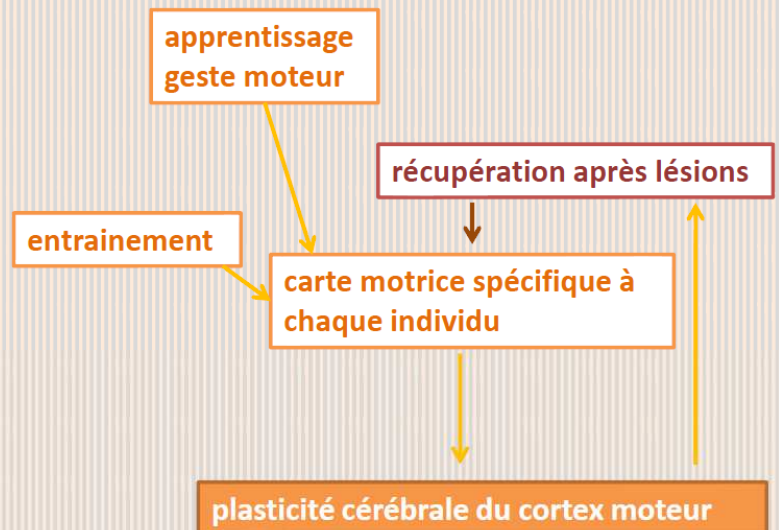
BILAN

3B2 de la volonté au mouvement



des représentations supposées du cerveau par Michel Ange dans le plafond de la Chapelle Sixtine
http://www.vatican.va/various/cappelle/sistina_vr/index.html
EduAnatomist : logiciel de visualisation d'images cérébrales — Acces
acces.ens-lyon.fr/acces/ressources/neurosciences/.../eduanatomist

3B3 motricité et plasticité cérébrale



Réorganisation cérébrale après une greffe de deux mains suite à une amputation accidentelle.
<http://www.cnrs.fr/cw/fr/pres/compress/ReorgCerebrale.htm>
« une empreinte dans le cortex des violonistes » <http://www.larecherche.fr/content/recherche/article?id=21649>