

Comment intervient le cerveau dans la commande du mouvement volontaire et pourquoi le préserver ?

Thème 3A - Chapitre 2 : Le cerveau, rôle dans le mouvement volontaire et fragilité

I. La commande d'un mouvement volontaire

1. Le cortex moteur

Le **cortex cérébral moteur** désigne une région du cerveau (à la surface de chaque hémisphère) responsable de la motricité. Il est constitué de plusieurs **aires motrices spécialisées** dont l'**aire motrice primaire** (), qui **commande directement les mouvements**

Elles sont constituées de **substance grise**, contenant les **corps cellulaires des neurones pyramidaux (neurones du cerveau dont le prolongement forme une synapse avec un neurone moteur dans la moelle épinière)**.



Vidéo : la commande du mouvement

Chaque zone de l'aire motrice contrôle une partie particulière du corps. La cartographie des aires motrices conduit à la construction **d'un homonculus moteur p 401** (*la représentation surdimensionnée des mains, visage et langue correspond aux régions où la motricité fine est la plus importante = nombre plus important de motoneurones vers les mains*).

2. Les cellules du cerveau p 402-403 document 2 à compléter

Le cerveau n'est pas uniquement composé de neurones, il contient aussi des **cellules gliales**. Ces cellules assurent diverses fonctions qui permettent le bon fonctionnement de l'ensemble du système nerveux.

Les **oligodendrocytes** sont des cellules gliales formant une **gaine de myéline** autour des axones ce qui permet **d'augmenter la vitesse de conduction des messages nerveux**. En cas d'atteinte de cette gaine de myéline (comme dans le cas de la **sclérose en plaque**) différents troubles apparaissent.

3. Les voies motrices document 3 à remplir

Les messages nerveux moteurs commandant un mouvement volontaire sont élaborés au niveau du **cortex moteur** et cheminent par des faisceaux de neurones qui "descendent" dans la moelle épinière jusqu'aux motoneurones. Ces messages se propagent le long des axones des **neurones pyramidaux** et se croisent (commande controlatérale) dans le **bulbe rachidien** puis descendent dans la moelle épinière.

Dans la moelle épinière, le message nerveux est transmis aux neurones moteurs innervant les muscles sollicités : **chaque fibre musculaire reçoit le message d'un seul motoneurone**.

II. L'activité intégratrice des motoneurones

Deux types de synapses peuvent être observées au niveau des motoneurones :

Les **synapses excitatrices** libèrent dans la fente synaptique des neurotransmetteurs (ex : acétylcholine) qui **stimulent la réponse** du neurone post-synaptique (**formation d'un potentiel d'action post-synaptique**).

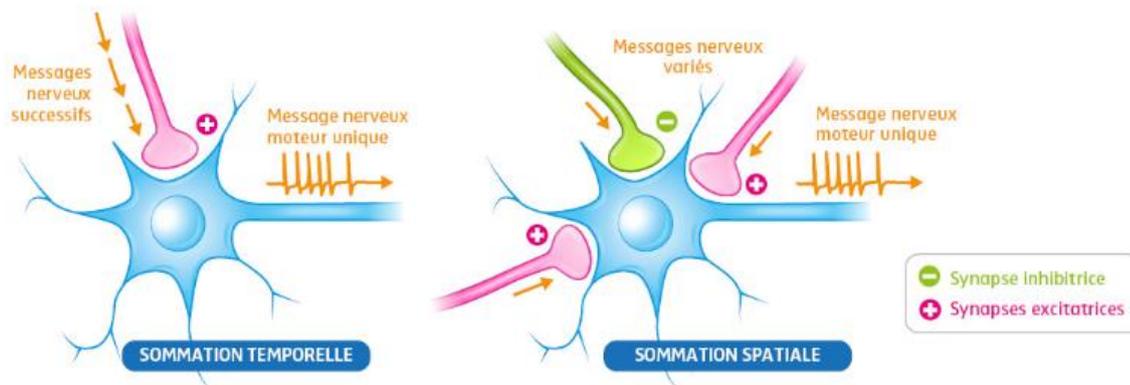
Les **synapses inhibitrices** libèrent dans la fente synaptique des neurotransmetteurs (ex : GABA) qui **inhibent la réponse** du neurone post-synaptique.

A partir de toutes ces informations, un seul et **unique message moteur** part du **corps cellulaire de ce motoneurone vers les cellules musculaires** qu'il contrôle. C'est l'**INTEGRATION** : un **message moteur unique**, codé d'une fréquence plus ou moins importante de potentiels d'action, est créé à chaque instant au niveau du corps cellulaire de chaque motoneurone. Il est transmis via son axone jusqu'à la **plaque motrice**.

Voir Activité Sommations et intégrations à la maison et schéma à compléter (document 4)

Le neurone moteur "additionne" les informations reçues :

- Il effectue une **sommation temporelle** prenant en compte le fait que plusieurs messages afférents arrivent en un temps plus ou moins rapproché.
- Il réalise une **sommation spatiale** lorsque les messages nerveux provenant de différentes synapses (excitatrices et/ou inhibitrices) sont pris en compte en même temps à un instant donné.
 - Cette double sommation détermine la nature de la réponse du motoneurone (émission ou non de PA) et son intensité (en fréquence de PA) : on dit qu'il y a eu intégration des messages nerveux afférents.



L'intégration des informations par les motoneurones.

III. Dysfonctionnement du système nerveux

Voir Tableau des dysfonctionnements. Document 1

Les centres nerveux sont formés de **tissus fragiles** protégés par le squelette (crâne, colonne vertébrale).

Des **dysfonctionnements** de ces centres nerveux peuvent conduire à une **perte de motricité** :

- Les **sections accidentelles de la moelle épinière** peuvent entraîner des **paralysies** partielles ou totales en coupant les voies motrices: **hémiplégié** (paralysie plus ou moins importante d'un côté du corps), **paraplégie** (paralysie des membres inférieurs), **tétraplégie** (paralysie des membres supérieurs).
- Les **accidents vasculaires cérébraux (AVC)**, provoqués par l'obstruction ou la rupture d'un vaisseau sanguin irriguant une région du cerveau, peuvent entraîner la mort des neurones et avoir pour conséquence des pertes de motricité lorsqu'ils touchent l'aire motrice.
- Les **maladies neurodégénératives** comme la **sclérose en plaque** ou la **maladie de Parkinson** provoquent une détérioration du fonctionnement des cellules nerveuses perturbant la transmission du message nerveux.
- Le système nerveux peut également être la cible d'**infections virales ou bactériennes**.

IV. La plasticité cérébrale

1. Plasticité et apprentissage *TP5bis à la maison*

L'imagerie médicale (en particulier 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 en particulier en fonction des **apprentissages** (musique, dactylographie, ...) de chacun. Un **entraînement** quotidien au piano, par exemple, développe chez l'individu certains territoires de l'aire motrice primaire contrôlant les muscles de la main. Même chez l'adulte, les effets d'un entraînement moteur se traduisent par une amélioration des performances que l'on peut associer à une **extension de l'aire motrice concernée**.

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

2. Plasticité cérébrale et récupération

Chez des patients ayant subi un **accident vasculaire cérébral (AVC)** affectant les aires motrices et corticales, on constate souvent une **récupération progressive** des capacités motrices. C'est la **plasticité cérébrale** qui explique ces capacités de récupération du cerveau : en effet des **remaniements** du fonctionnement cérébral, favorisés par une **rééducation** permettent de suppléer au territoire déficient. De **nouvelles régions proches de la zone initialement touchée** peuvent ainsi être **recrutées** pour la réalisation des mouvements que l'AVC avait affectés.

De **nouveaux neurones** peuvent aussi se différencier et établir de nouveaux contacts dans des réseaux préexistants, mais en faible quantité. Cette différenciation de nouveaux neurones est un **espoir de traitement** pour les maladies neurodégénératives.

V. Le cerveau, un organe fragile à préserver *questions p 409*

Les neurotransmetteurs sont synthétisés par l'organisme (→ molécules endogènes) et permettent la transmission des messages nerveux. Mais certaines molécules, dites **exogènes** car elles ne sont pas synthétisées par l'organisme, sont également capables d'agir sur le fonctionnement du système nerveux : la prise de **molécules exogènes** psychoactives (alcool, cocaïne, caféine, nicotine...) perturbe le fonctionnement de certaines **aires corticales** (aires du **circuit de récompense** impliquant le neurotransmetteur dopamine) en agissant au niveau des synapses du système nerveux central. Ces molécules exogènes peuvent en effet **empêcher, mimer ou amplifier l'action des neurotransmetteurs endogènes**, ce qui peut perturber les messages nerveux et parfois être responsable des **comportements addictifs**. Il en résulte des modifications du comportement et des diminutions des capacités cognitives.

La santé de notre cerveau dépend donc en partie de notre capacité à adopter des comportements responsables.