

Les aires motrices commandent le mouvement volontaire, c'est-à-dire qu'elles dirigent, en envoyant des messages nerveux au neurone moteur de la moelle épinière, la contraction des muscles impliqués dans le mouvement voulu.

Nous avons vu que l'hémisphère droit du cerveau contrôle les muscles de la partie gauche du corps et inversement.

1^{ère} activité : Trajet du message nerveux volontaire

Objectif : On cherche à déterminer le trajet du message nerveux volontaire.

Consignes :

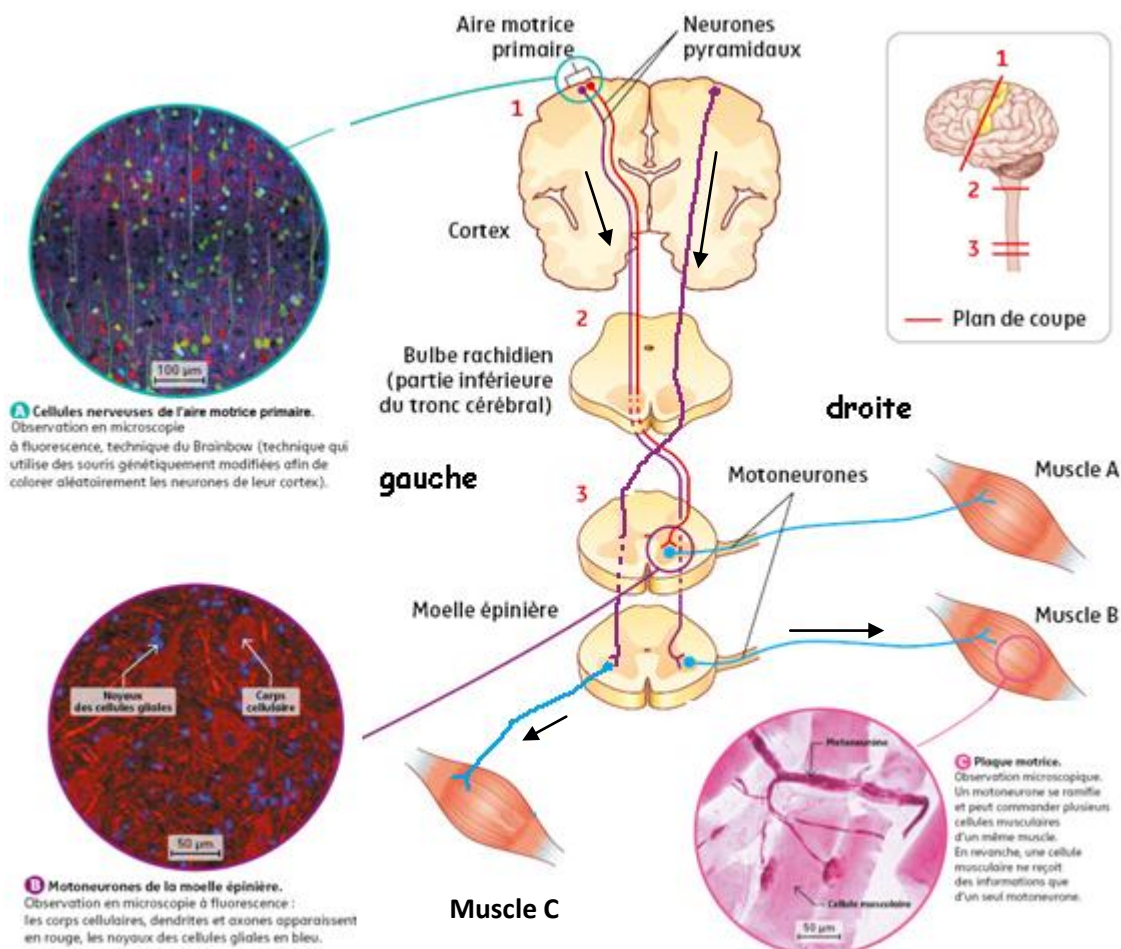
1- A partir des documents ressources et de l'annexe 1, **expliquer** comment les 2 dysfonctionnements des voies motrices présentés peuvent être à l'origine de paralysies.

→ L'IRM de M. Pozzo di Borgo montre **une lésion très importante de la moelle épinière au niveau du cou liée à la fracture de la cervicale C4**. On en déduit que **les neurones issus du cerveau (= neurones pyramidaux) sont sectionnés** et ne peuvent plus faire de synapse avec les neurones moteurs de la moelle. Il y a donc **interruption de la circulation du message nerveux volontaire**. **Les neurones moteurs de la moelle ne recevant pas d'informations volontaires, ils ne provoquent pas la contraction du muscle auquel ils sont reliés = paralysie**.

Comme la lésion est en partie haute de la moelle épinière, c'est l'ensemble des motoneurones de la moelle qui ne reçoit pas d'informations nerveuses volontaires ce qui explique la tétraplégie.

→ La **SLA** est une maladie neurodégénérative qui se caractérise par **une paralysie progressive des muscles du corps**. Elle est liée à la **dégénérescence progressive des motoneurones** qui partent soit du bulbe rachidien, soit de la moelle épinière. Dans les 2 cas, l'information nerveuse motrice ne peut plus circuler vers les muscles donc ils ne se contractent plus → paralysie progressive.

2- **Compléter** le schéma du document 2 en ajoutant des neurones permettant le transport des messages nerveux à l'origine des **mouvements volontaires de la partie gauche du corps**.



Les aires motrices primaires du cortex cérébral commandent directement les mouvements volontaires.

Les aires motrices de l'hémisphère gauche contrôlent la partie droite du corps et inversement : la commande est dite **controlatérale**.

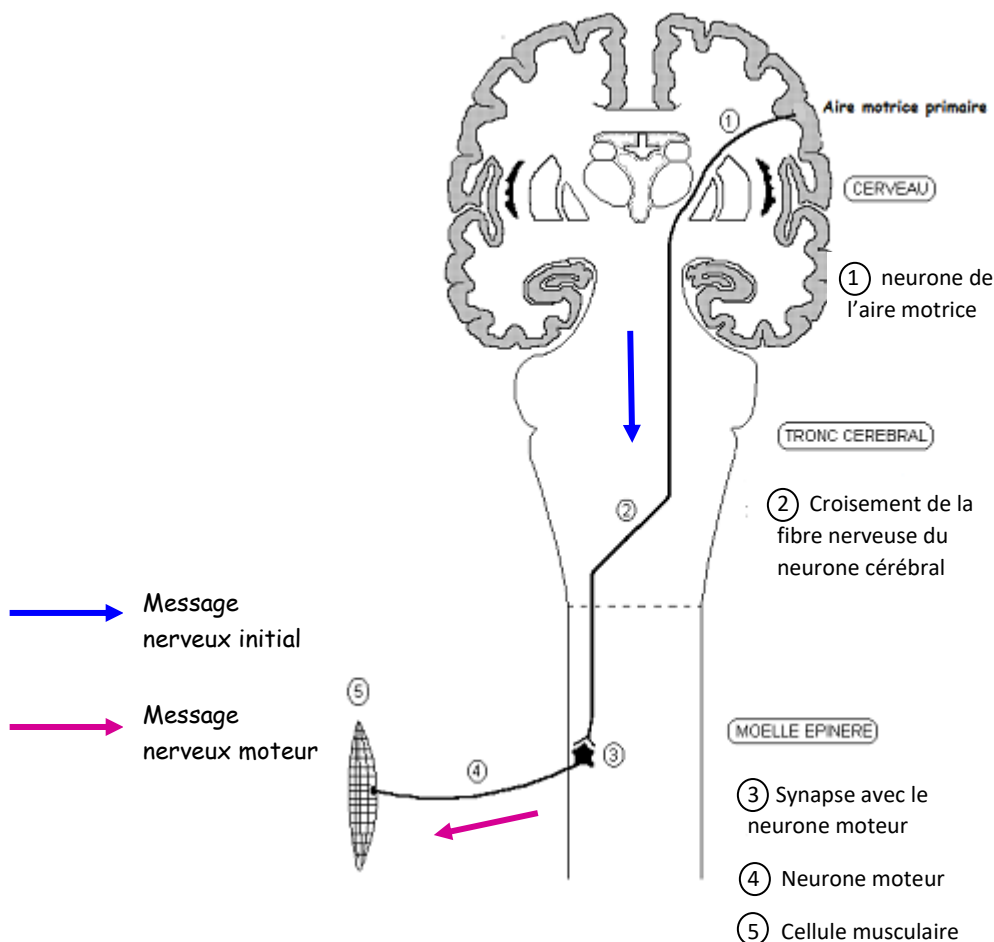
Ainsi, les messages nerveux moteurs qui partent des aires motrices primaires circulent dans des faisceaux de neurones dits neurones pyramidaux et descendent dans la moelle épinière. À différents niveaux, ces neurones sont en connexion synaptique avec les neurones moteurs de la moelle, qui produisent un nouveau message moteur commandant la contraction des muscles responsables du mouvement.

Les neurones pyramidaux se croisent sous le bulbe rachidien, expliquant la commande controlatérale des mouvements volontaires.

Bilan :

* Un AVC (Accident Vasculo-Cérébral) ou une tumeur cérébrale peut perturber le **fonctionnement du cortex moteur**. L'individu atteint peut souffrir paralysie musculaire touchant le côté du corps opposé à la zone de lésion : on parle d'**hémiplégi**e. Cela implique plusieurs points :

- les messages nerveux moteurs qui partent du cortex moteur cheminent par **des faisceaux de neurones** qui « descendent » dans la **moelle épinière**. A différents niveaux de la moelle épinière, ils font une connexion synaptique avec **des neurones moteurs** qui commandent les muscles.
- les fibres nerveuses des neurones d'une aire motrice **changent de côté** avant d'arriver à la moelle épinière. Ainsi, l'hémisphère droit contrôle la partie gauche du corps et inversement.



Trajet du message nerveux volontaire depuis le cortex moteur jusqu'au muscle commandé

2^{ème} activité : Intégration neuronale

Les neurones moteurs de la moelle épinière interviennent aussi bien dans les réflexes neuromusculaires que dans la motricité volontaire; ils **reçoivent donc des informations variées**, parfois contradictoires, qu'ils doivent traiter afin d'élaborer une réponse appropriée qui sera ensuite transmise au muscle.

Objectif : On cherche à comprendre comment les neurones moteurs de la moelle épinière tiennent compte des diverses informations reçues pour produire au final un message nerveux moteur adapté.

Consigne :

A partir des documents de l'annexe 2 et des animations, **expliquer** comment un neurone moteur de la moelle intègre et élabore une réponse adaptée à la multitude de messages nerveux qu'il reçoit.

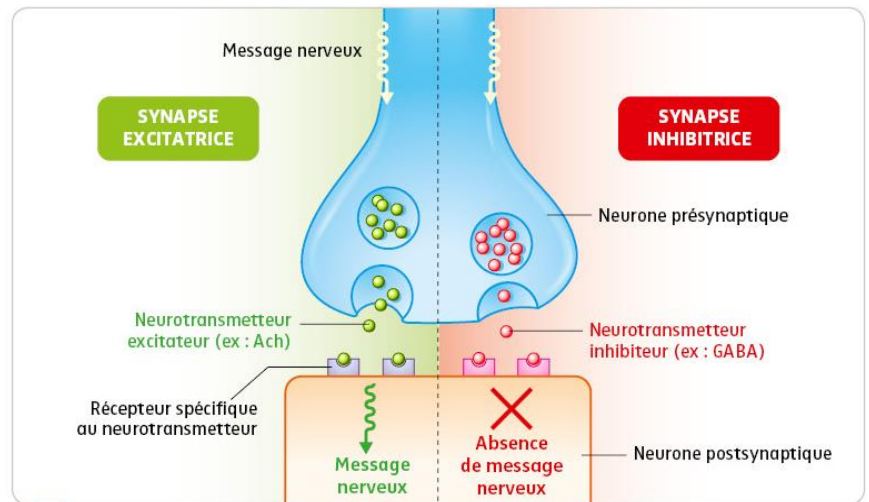
Vous **préciserez** la notion de synapse excitatrice et de synapse inhibitrice.

Un neurone moteur de la moelle épinière reçoit **des informations multiples issues de nombreux neurones qui établissent avec lui** :

- soit des **synapses excitatrices** (neurones sensitifs du réflexe myotatique, neurones du cortex moteur) ou
- soit des **synapses inhibitrices** (interneurones inhibiteurs).

Le type de synapse dépend du neurotransmetteur que libère le neurone présynaptique :

- l'acétylcholine est excitateur
- le GABA est inhibiteur



Synapses excitatrices et inhibitrices. Toutes les synapses fonctionnent de la même manière mais, selon la nature du neurotransmetteur libéré, la synapse peut être excitatrice ou inhibitrice.

Au niveau des synapses excitatrices, la fixation du neurotransmetteur sur les récepteurs postsynaptiques favorise la formation d'un nouveau message nerveux par le neurone moteur.

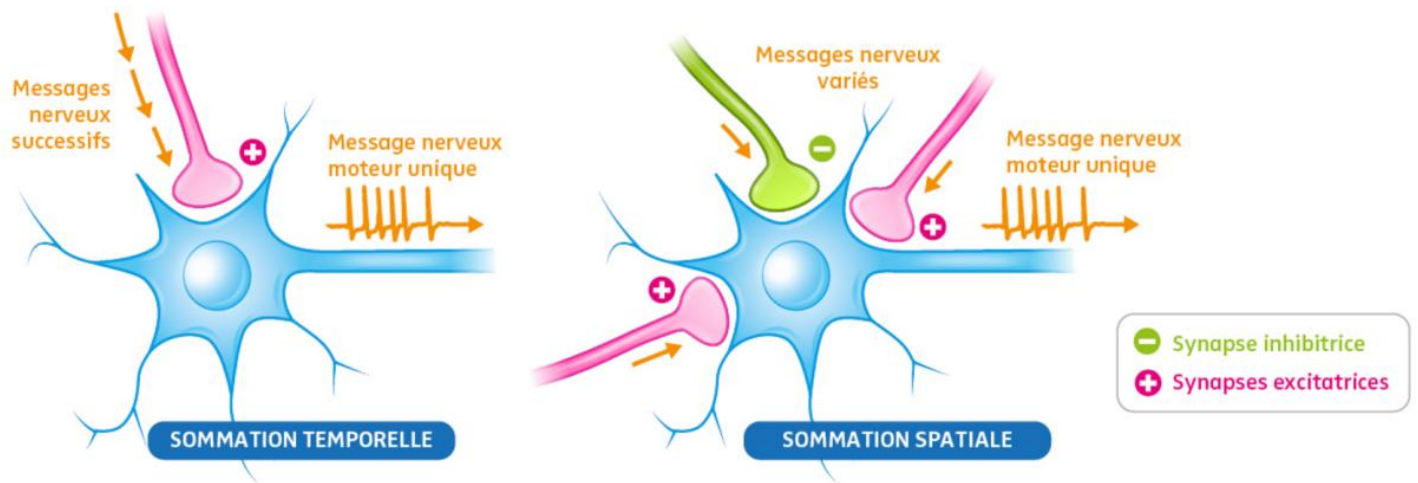
À l'inverse, le neurotransmetteur des synapses inhibitrices, en se fixant sur ses récepteurs, s'oppose à cette formation.

Le **neurone moteur**, soumis à l'action des différents neurotransmetteurs, est **capable d'intégrer l'ensemble des informations** lui parvenant et de produire éventuellement un nouveau message nerveux codé en fréquence de potentiels d'action.

Cette intégration s'effectue par deux mécanismes de sommation :

- **la sommation spatiale** : c'est la capacité du motoneurone de prendre en compte les informations excitatrices et inhibitrices lui parvenant de différents neurones présynaptiques.
- **la sommation temporelle** est la capacité du motoneurone d'additionner les informations lui parvenant successivement d'un même neurone présynaptique.

Si le résultat de cette double sommation est une excitation suffisante, des potentiels d'action sont émis le long de l'axone en direction du muscle avec une fréquence proportionnelle à l'excitation et il y aura **contraction du muscle**. Sinon, le neurone reste au repos.



L'intégration des informations par les motoneurones.

Bilan :

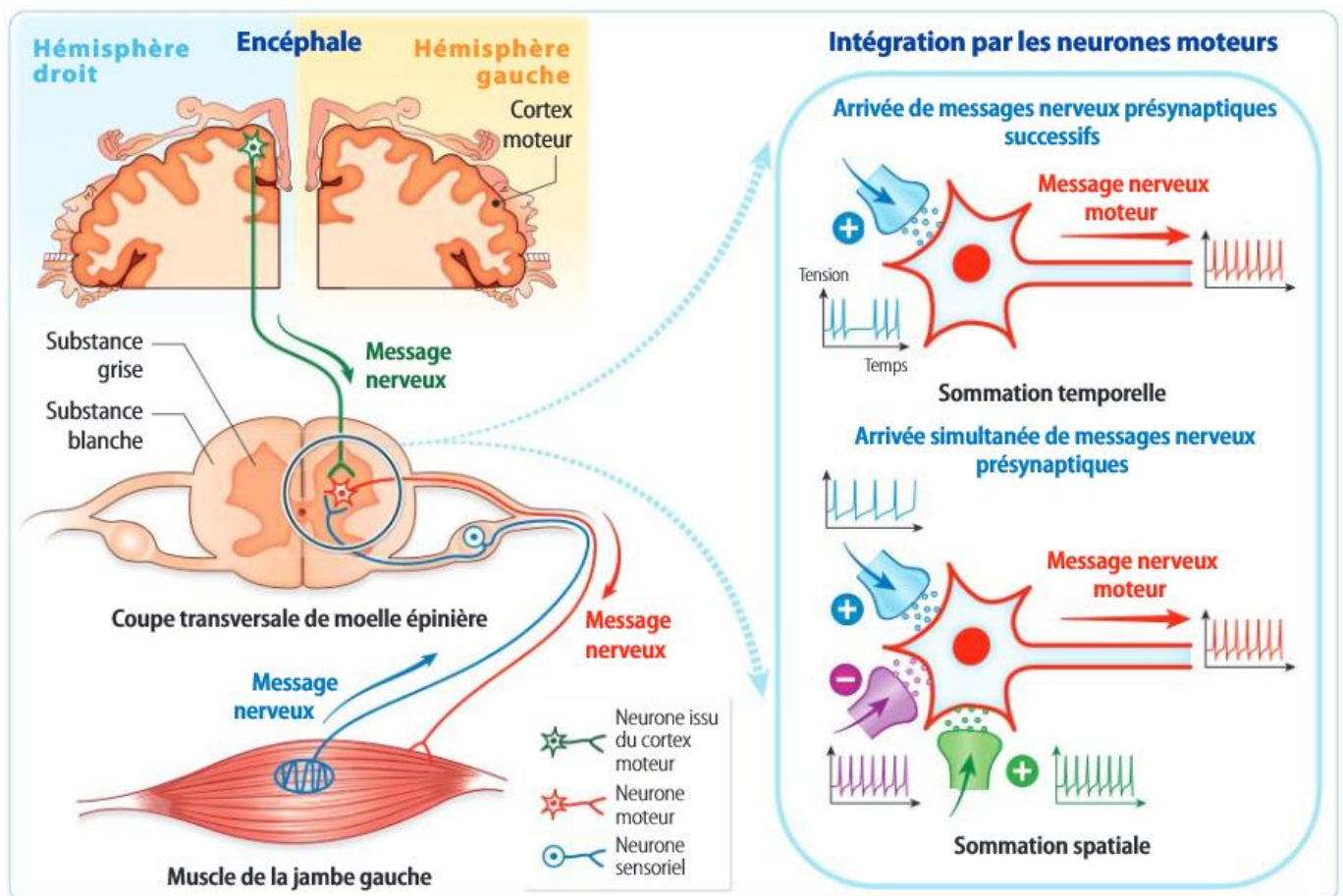
* Dans la moelle épinière, le corps cellulaire d'un neurone moteur reçoit une multitude d'informations diverses en provenance de plusieurs neurones (des neurones sensoriels, des neurones issus du cerveau...) qui sont soit excitateurs, soit inhibiteurs selon la nature du neurotransmetteur libéré.

* Il doit alors intégrer l'ensemble de ces messages (« = additionner ») afin de produire UN message nerveux moteur unique et adapté qu'il transmet aux cellules musculaires qu'il commande. Ainsi, chaque cellule musculaire ne reçoit le message que d'un seul neurone moteur, ce qui permet une régulation fine de la contraction musculaire et donc du mouvement.

* Cette « addition » d'informations par le neurone moteur se fait par sommation qui est à la fois :

- **spatiale** : il prend en compte, à un instant donné, tous les messages nerveux arrivant des différents neurones présynaptiques excitateurs et inhibiteurs
- **temporelle** : il prend en compte plusieurs messages nerveux rapprochés dans le temps arrivant d'un même neurone présynaptique.

On parle d'**intégration** pour désigner cette propriété du neurone moteur.



Trajet du message nerveux volontaire et capacité d'intégration du neurone moteur