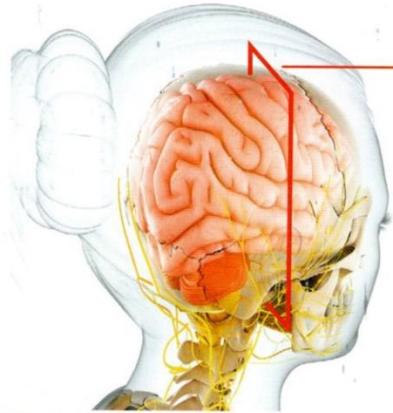


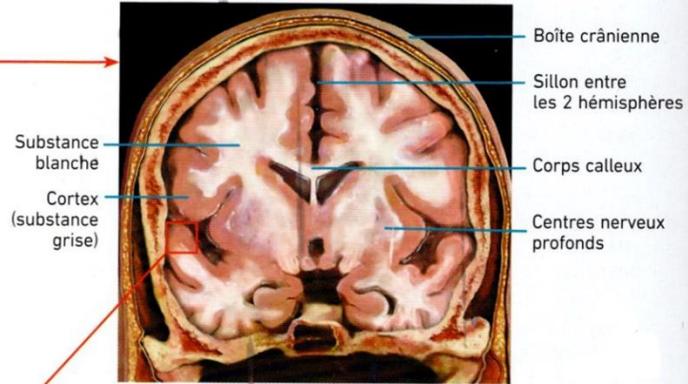
Du cerveau aux neurones

Situé dans la boîte crânienne, l'encéphale est constitué du cerveau (principal organe du système nerveux central*), du cervelet et du tronc cérébral. Le cerveau est composé de deux hémisphères dont la surface forme de nombreux

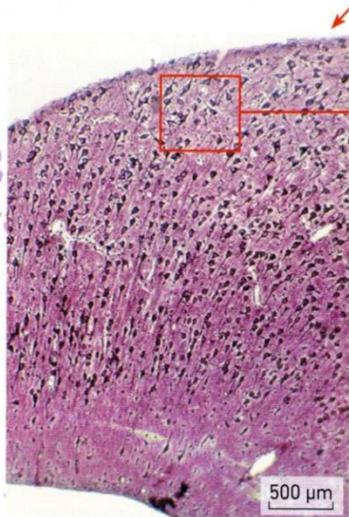
replis ou circonvolutions. En coupe, il apparaît constitué de deux grands types de tissus : la substance grise (cortex* en périphérie, centres nerveux profonds) et la substance blanche.



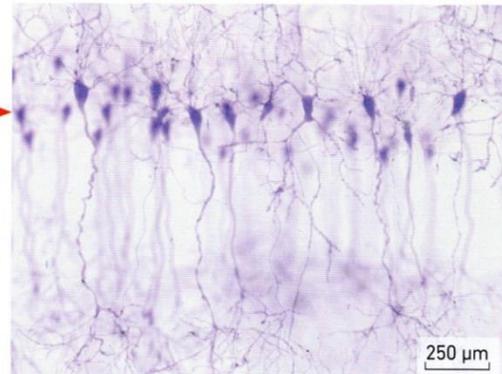
A Situation du cerveau dans la boîte crânienne.



B Coupe coronale* de cerveau humain.

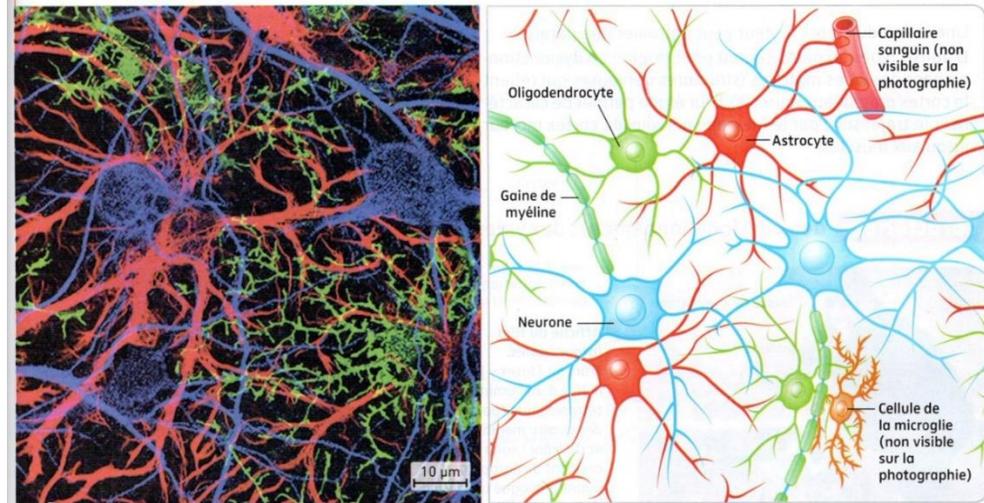


C Cortex cérébral (microscopie optique).

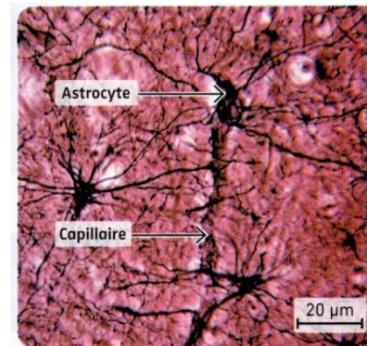


D Neurones pyramidaux du cortex cérébral.

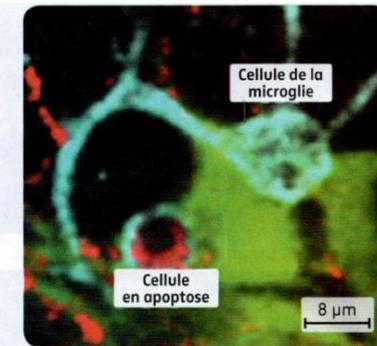
L'observation microscopique du cortex montre une organisation en plusieurs couches de **neurones*** dits pyramidaux. Le nombre total de neurones à l'intérieur du cerveau est estimé entre 86 et 100 milliards.



Cellules nerveuses en microscopie à fluorescence et schéma d'interprétation.
Les neurones (en bleu) sont associés à trois grands types de cellules gliales : les astrocytes (en rouge), les oligodendrocytes (en vert) et les cellules de la microglie (non visibles sur ce cliché).



Astrocytes en contact avec un capillaire sanguin. Les astrocytes prélèvent du glucose dans le sang, le stockent sous forme de glycogène et le transforment en lactate directement utilisé par les neurones.



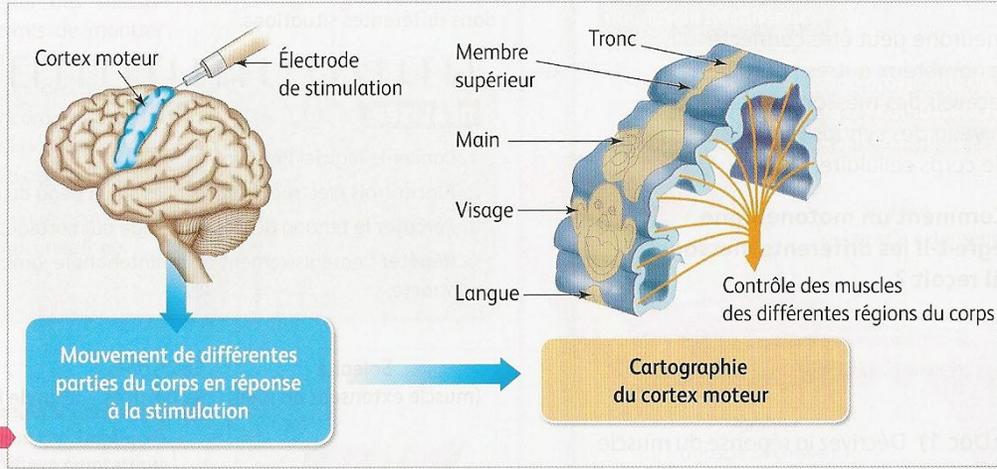
Cellule de la microglie phagocytant une cellule en apoptose (mort cellulaire). Observation en microscopie à fluorescence. Les cellules de la microglie sont de petites cellules mobiles ; ce sont les macrophages du cerveau.

Rôles des cellules du cerveau:

- Neurones: conduction/intégration du message nerveux
- Oligodendrocyte: production de myéline
- Astrocytes: nutrition des neurones
- Cellule de la microglie: ce sont des macrophages

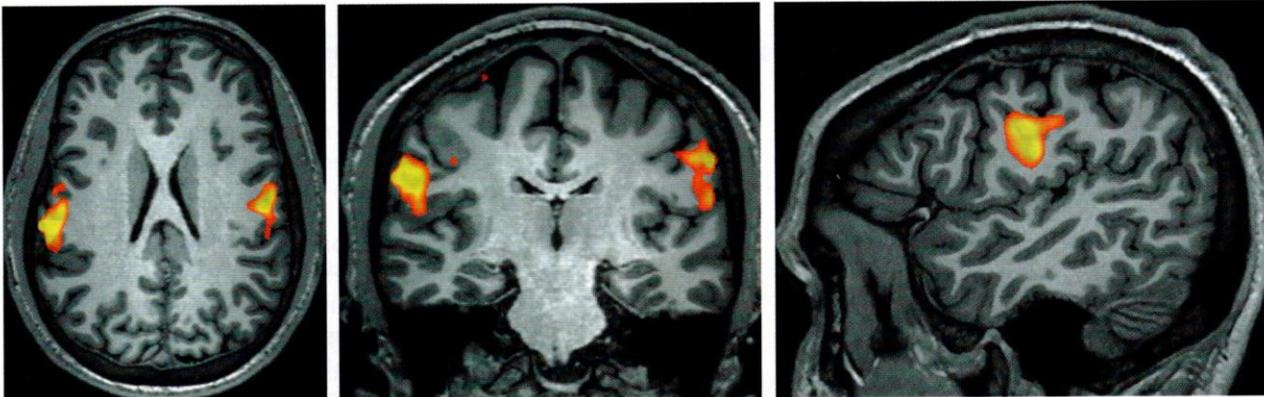
- ▶ Au cours d'opérations du cerveau, Penfield a stimulé localement différentes zones du cortex moteur et observé la localisation des mouvements provoqués.
- ▶ La stimulation électrique du cortex moteur droit déclenche des mouvements dans la région gauche du corps et inversement.

▶ La stimulation de la partie dorsale du cortex moteur provoque des mouvements des membres inférieurs alors que celle des régions ventrales provoque des mouvements dans la partie supérieure du corps (main, face). Il a ainsi pu déterminer les régions commandant les différents muscles et cartographier le cortex moteur.



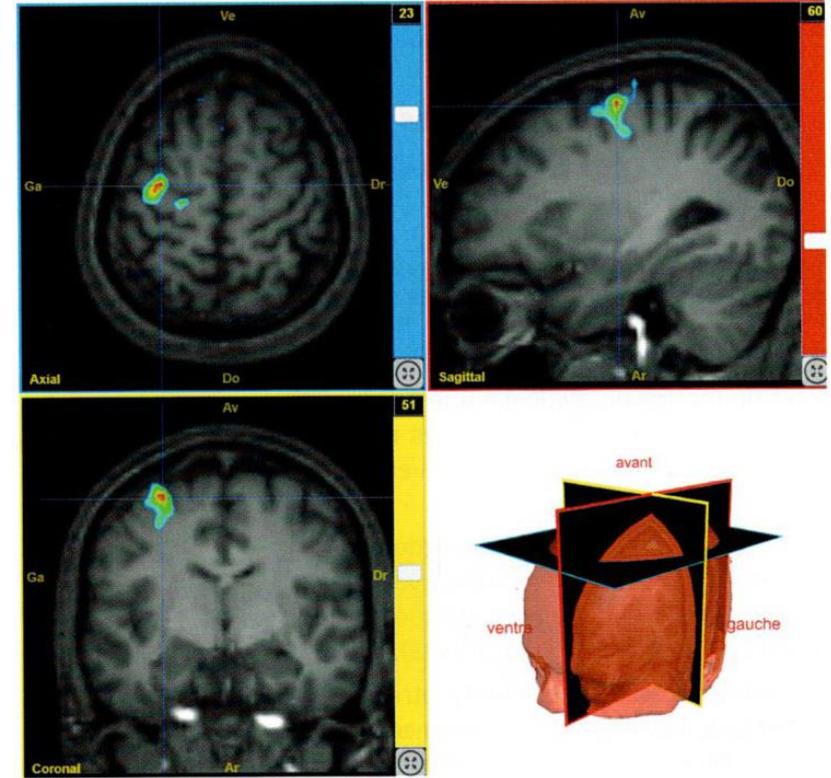
Les stimulations de Penfield.

- Dans le test présenté ci-dessous, on a simplement demandé au sujet d'effectuer un mouvement de la langue en répétant la syllabe « la ».



B IRMf montrant les zones du cortex impliquées lors d'un mouvement volontaire de la langue (dans l'ordre : plan axial, coronal et sagittal gauche).

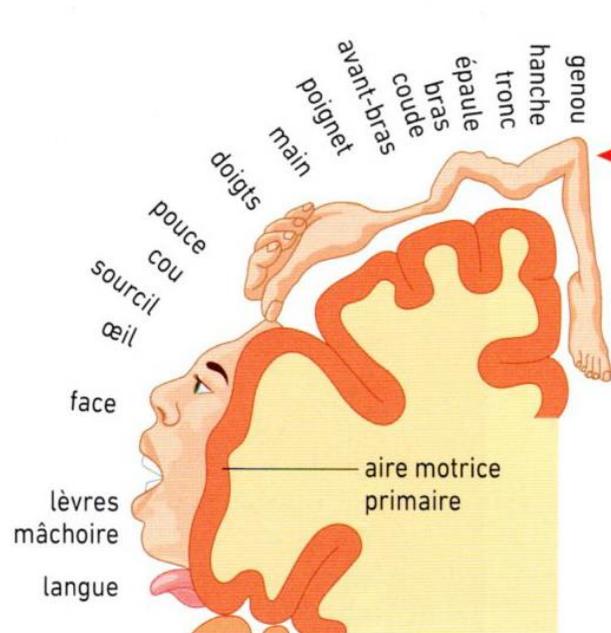
Exploration du cortex moteur



A IRM et calque fonctionnel montrant la zone corticale impliquée dans la réponse motrice de la main droite.

Le cortex moteur

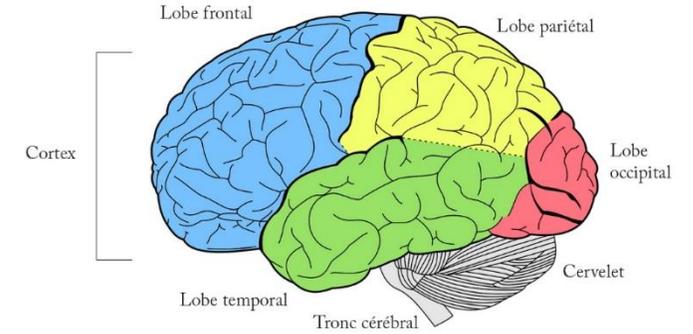
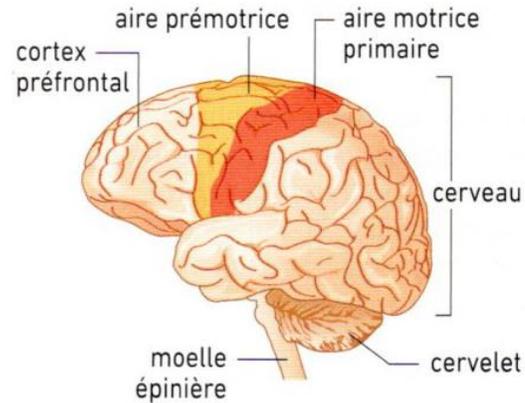
La commande des mouvements volontaires met en jeu des territoires bien déterminés du cortex cérébral, appelés pour cette raison aires corticales motrices. Ces aires motrices sont présentes symétriquement dans les deux hémisphères cérébraux.



Une carte motrice à la surface du cerveau.

Toute stimulation d'une zone précise de l'aire motrice primaire* se traduit par l'exécution d'un mouvement d'une partie du corps, alors qu'une lésion* de cette zone entraîne une paralysie de cette même partie. Les expériences systématiques de stimulation, confirmées par une investigation par IRM, ont permis de dresser une cartographie de l'aire motrice primaire : sur la représentation ci-contre, appelée *homonculus* moteur, chaque partie du corps humain a été associée au territoire du cortex qui assure sa commande motrice.

Remarque : d'autres territoires voisins (aires prémotrices et aires motrices supplémentaires) sont impliqués dans la planification et le contrôle du mouvement.



Le cortex moteur est organisé en deux zones : l'aire motrice primaire qui commande l'exécution des mouvements volontaires et l'aire prémotrice qui planifie et contrôle les mouvements.

Zones activées pour différentes tâches

L'étude des IRM fonctionnelles permet de mettre en évidence une coopération entre différentes aires du cortex et avec des centres nerveux plus profonds.

Le schéma ci-contre présente les zones activées chez un sujet droitier écrivant un texte (seules les régions impliquées dans l'acte d'écrire sont localisées).

L'écriture nécessite une action motrice complexe. Elle implique les aires corticales liées à la motricité fine (aires motrice, prémotrice et motrice supplémentaire), des centres nerveux plus profonds impliqués dans le contrôle de la motricité et des aires corticales liées à la formation des lettres et à l'écriture des mots.

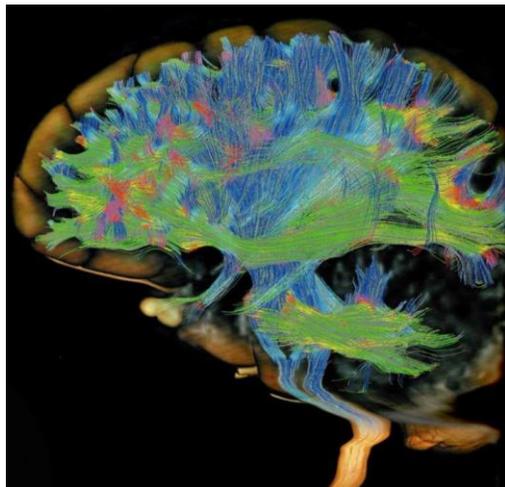
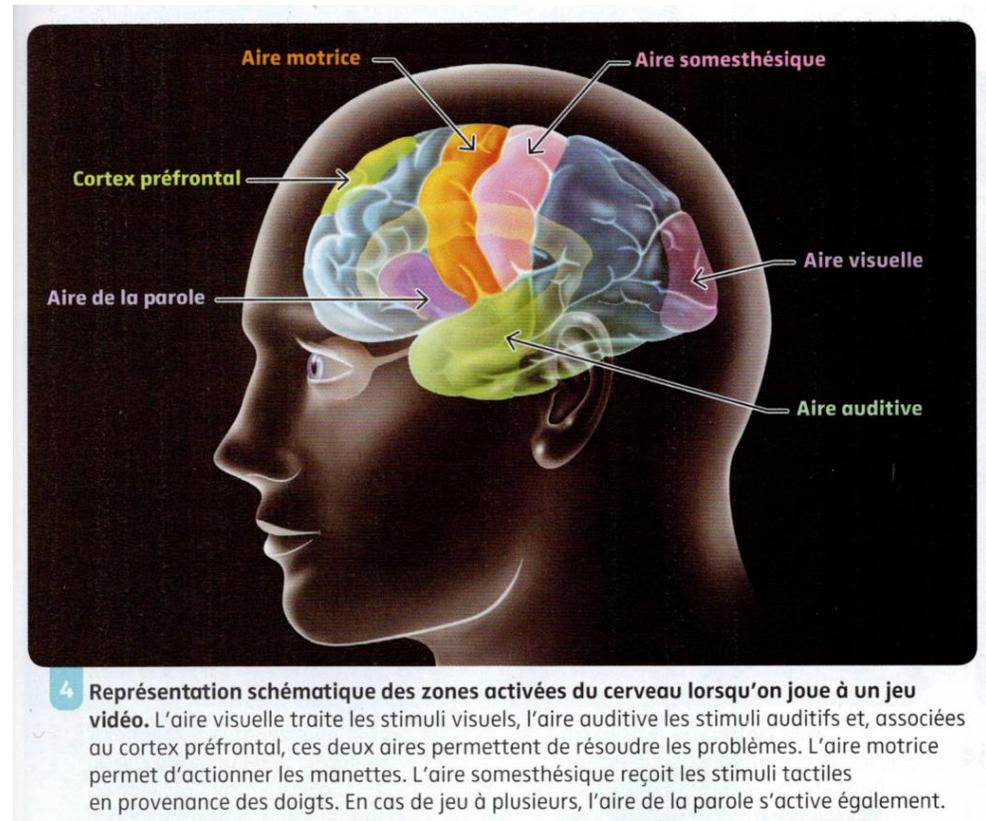
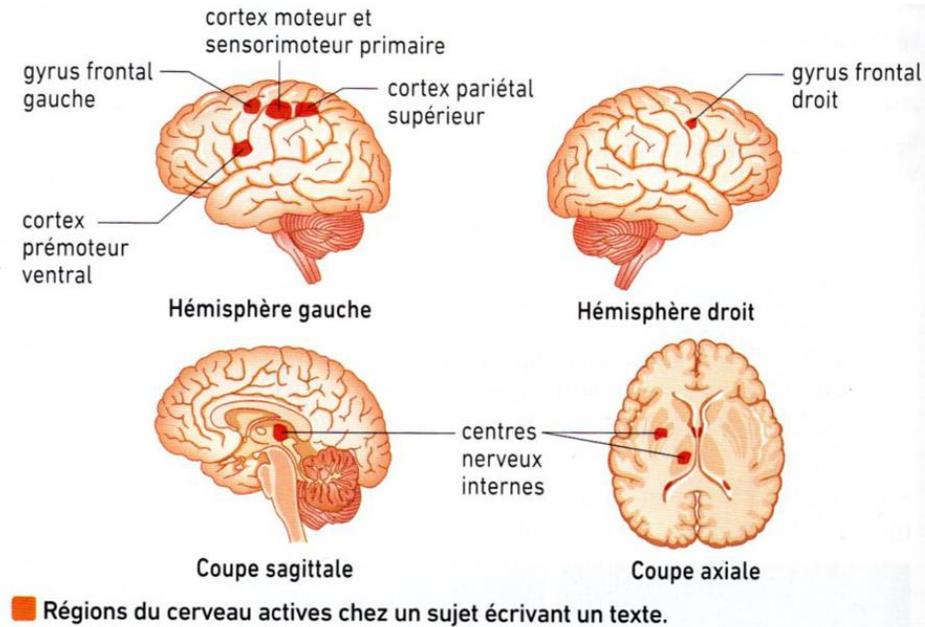
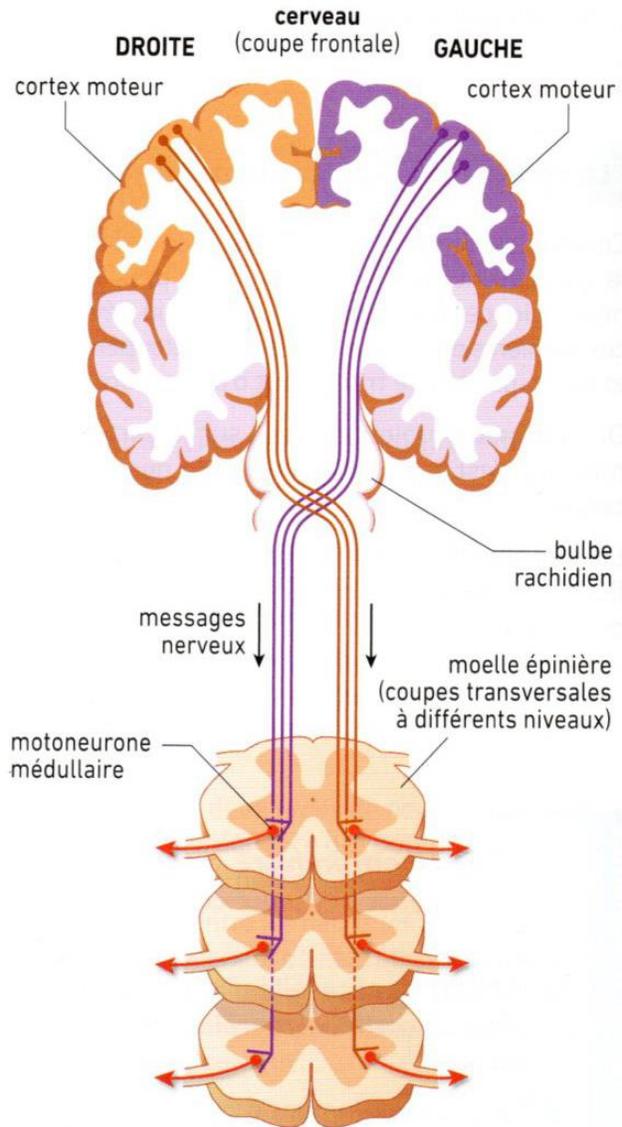
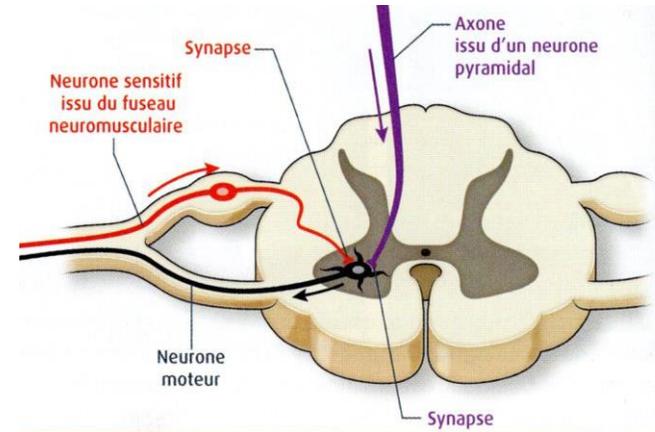


Image du cerveau visualisant les connexions cérébrales (connectome)

Les voies motrices



C Les voies nerveuses de la motricité volontaire.



Les messages nerveux partent des aires motrices primaires arrivent au niveau de la moelle épinière par des faisceaux de neurones pyramidaux dont les axones sont en contact avec les corps cellulaires de motoneurone. Les voies motrices sont croisées ce qui explique la commande controlatérale des mouvements volontaires.

Bilan connaissances:

Le cerveau est un organe complexe constitué d'environ 100 milliards de neurones qui traitent (intégration) et propagent les messages nerveux. D'autres cellules, les cellules gliales plus nombreuses encore participent au bon fonctionnement du cerveau (astrocytes, oligodendrocytes, cellules de la microglie)

Le cerveau est organisé en aires cérébrales spécialisées:

L'IRM, ou imagerie par résonance magnétique permet d'obtenir des images anatomiques du cerveau sous forme de coupes virtuelles sur lesquelles il est possible de visualiser les zones actives lorsque le sujet effectue une tâche déterminée (IRMf cf TP Eduanatomist)

Ainsi on a mis en évidence des territoires du lobe pariétal dont l'activité est liée à l'exécution d'un mouvement volontaire: ce sont les aires motrices.

- Les aires motrices contrôlant la partie droite du corps sont situées sur l'hémisphère gauche et inversement. La commande est controlatérale.
- Les aires motrices primaires commandent directement les mouvements. Chaque partie du corps est associée à un territoire précis du cortex qui assure sa commande: l'homunculus moteur matérialise l'organisation de la commande motrice des muscles du corps humain à la surface du cerveau.

Les aires cérébrales sont interconnectées:

La réalisation d'un mouvement complexe comme l'écriture nécessite la coopération de nombreuses aires corticales et de centres nerveux plus profonds. Ces différentes régions du cerveau communiquent entre elles par des réseaux de neurones (connectome)

Les voies motrices sont croisées:

Les messages nerveux qui partent des aires motrices primaires arrivent au niveau de la moelle épinière par des faisceaux de neurones dits pyramidaux dont les axones sont en contact avec les motoneurones. Les voies motrices sont croisées, expliquant la commande controlatérale.