Chapitre 16
Motricité et plasticité cérébrale

Thème E La communication nerveuse

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 cerveau et se traduire aussi par des dysfonctionnements de contrôles musculaires.

Comment le système nerveux central contrôle-t-il les mouvements volontaires ?

I De la volonté au mouvement

A. La découverte des aires motrices à l'origine des mouvements volontaires

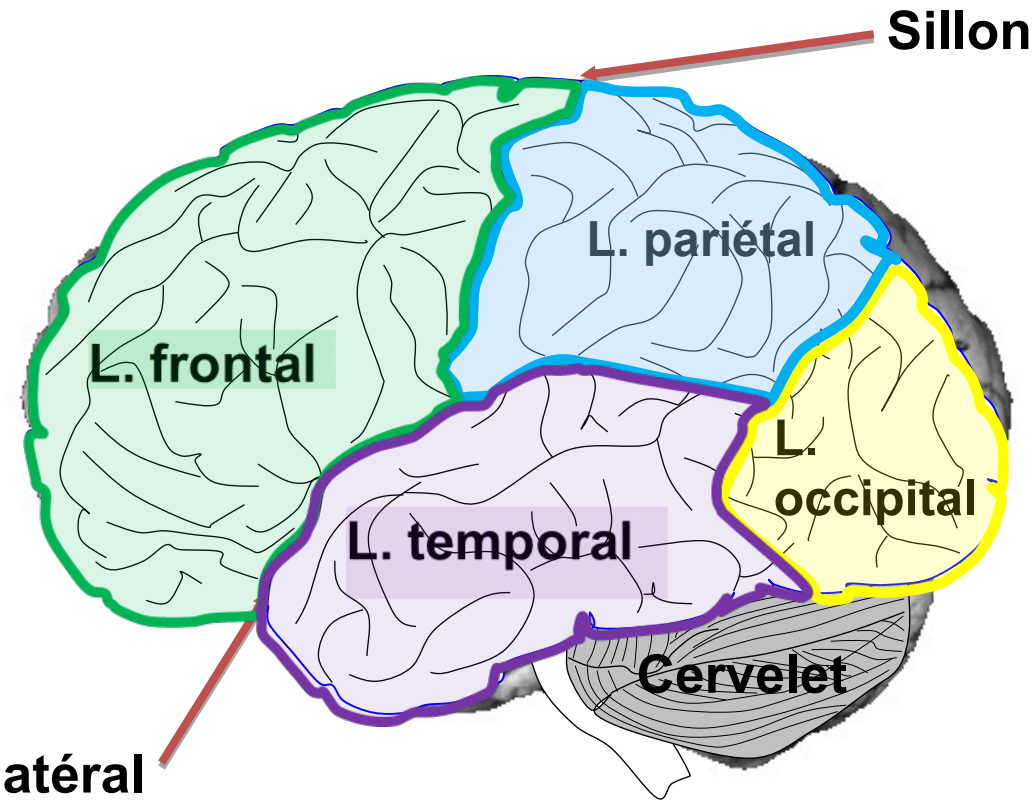
Rappel

Distribution photocop

HAUT

AVANT

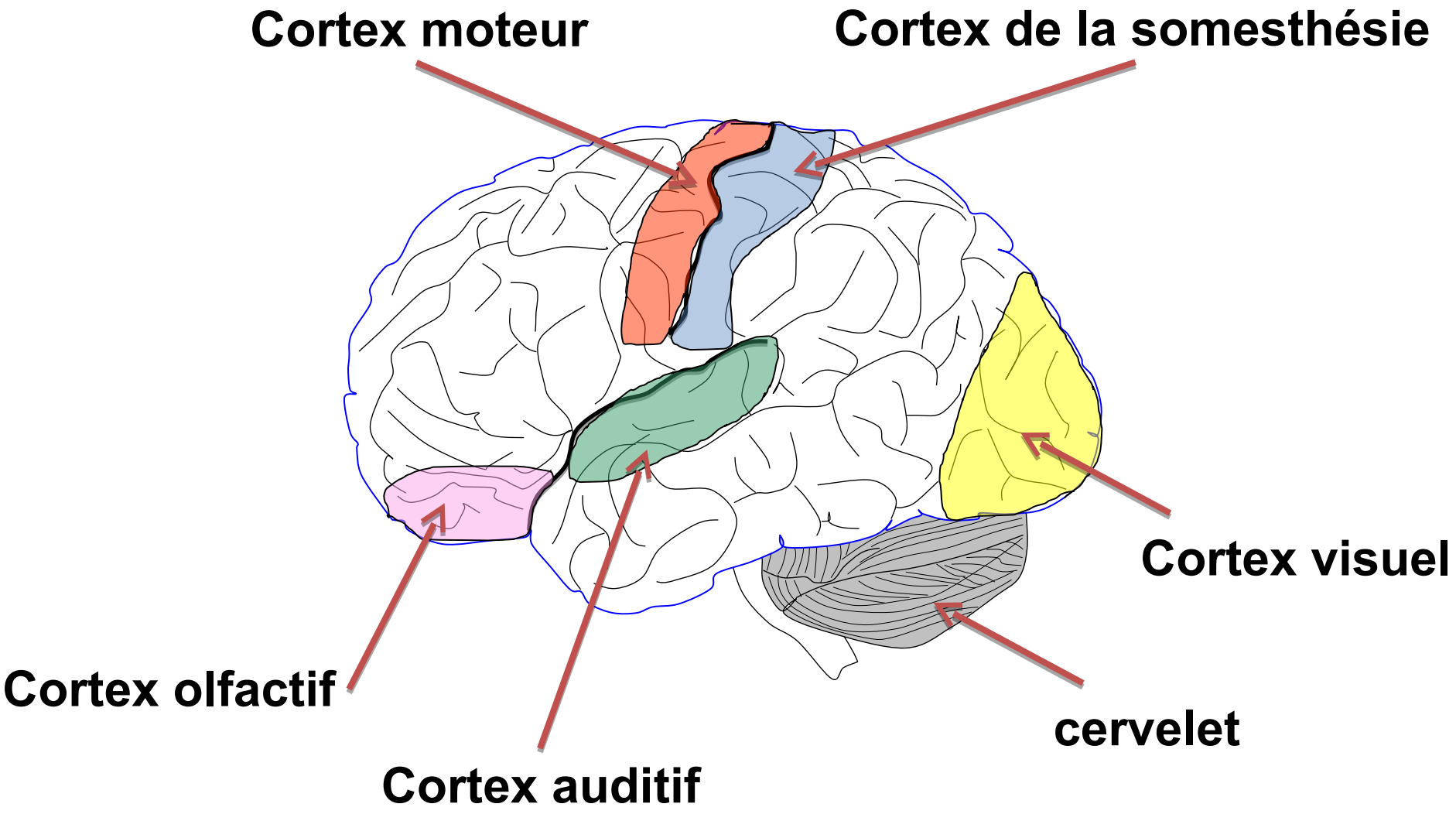
ARRIERE



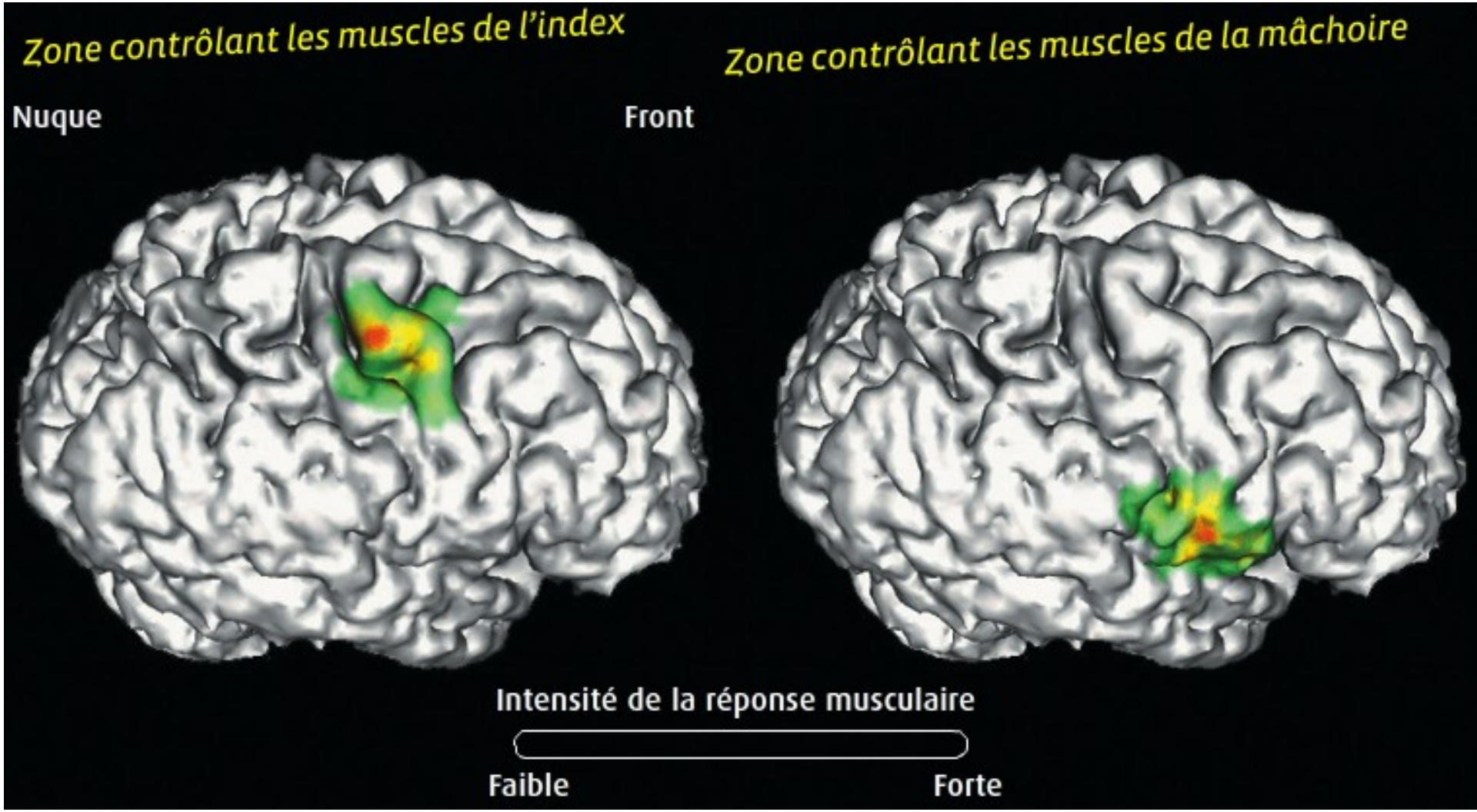
1870 E. Hitzig, médecin allemand, stimule électriquement le cortex cérébral de chiens. (encore eux...)

cortex moteur primaire est situé dans la partie postérieure du lobe frontal

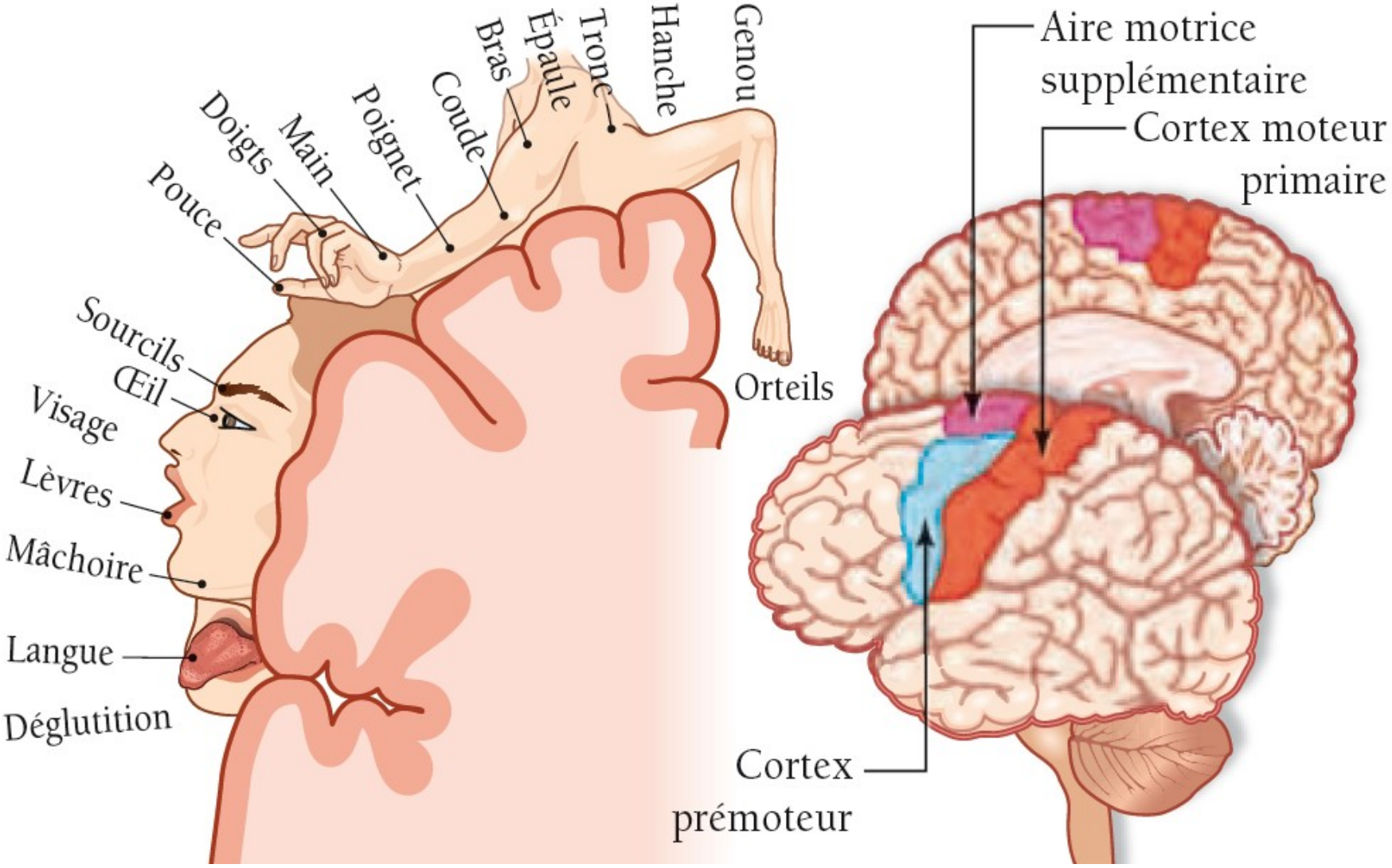
Identification des aires spécialisées

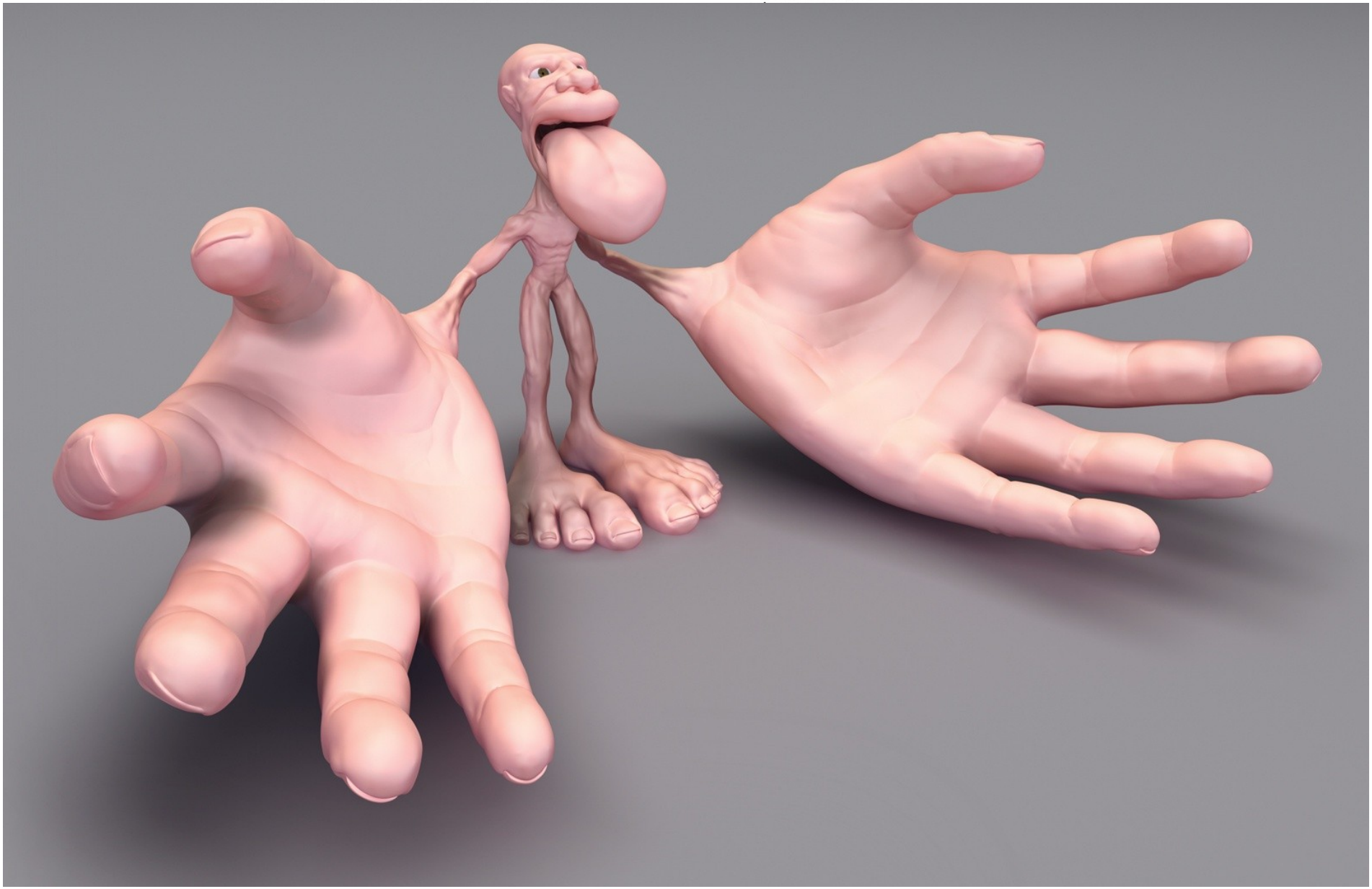


Grâce à l'IRM fonctionnel



Carte motrice



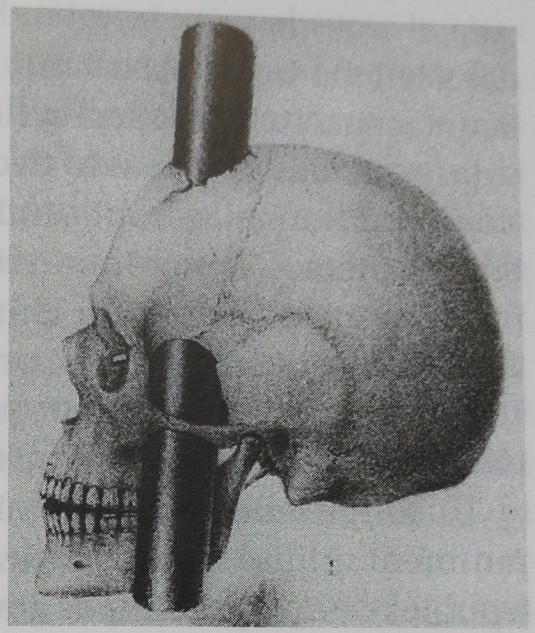


L'HOMONCULUS MOTEUR
(bonhomme aux proportionnalités des surfaces cérébrales dédiées)

Vs L'HOMONCULUS sensitif

B. Le cheminement du message moteur volontaire

La fonction du lobe frontal

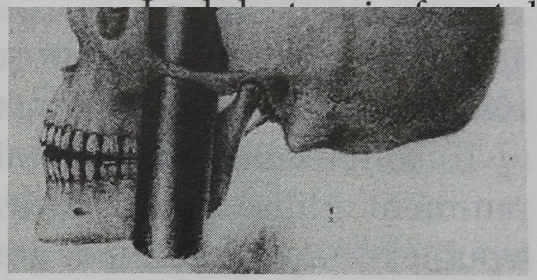


En 1848, un accident de travail horrible a permis de mieux comprendre le rôle du cortex préfrontal dans le tempérament et la prise de décision. Phineas Gage supervisait la construction d'une voie ferrée, au Vermont, lorsque, à la suite d'une explosion de dynamite, une tige de métal de 3 cm de diamètre lui a transpercé le crâne. La tige, entrée juste sous l'œil gauche, ressortit par le dessus de la boîte crânienne après avoir endommagé une grande partie de son lobe frontal. Contre toute attente, Gage s'est rétabli ; il a même survécu durant 12 ans, mais sa personnalité s'était radicalement transformée. Il est devenu émotionnellement détaché, impatient et inconstant dans son comportement.

Le lien entre les lésions cérébrales de Gage et les changements survenus dans sa personnalité est controversé, mais on sait que les patients chez qui on diagnostique des tumeurs

La fonction du lobe front

En 1848, un accident de travail horrible a permis de mieux comprendre le rôle du cortex préfrontal dans le tempérament et la prise de décision. Phineas Gage supervisait la construction d'une voie ferrée, au Vermont, lorsque, à la suite d'une explosion de dynamite, une tige de métal de 3 cm de diamètre lui a transpercé le crâne. La tige, entrée juste sous l'œil gauche, ressortit par le dessus de la boîte crânienne après avoir endommagé une grande partie de son lobe frontal. Contre toute attente, Gage s'est rétabli ; il a même survécu durant 12 ans, mais sa personnalité s'était radicalement transformée. Il est devenu émotionnellement détaché, impatient et inconstant dans son comportement.

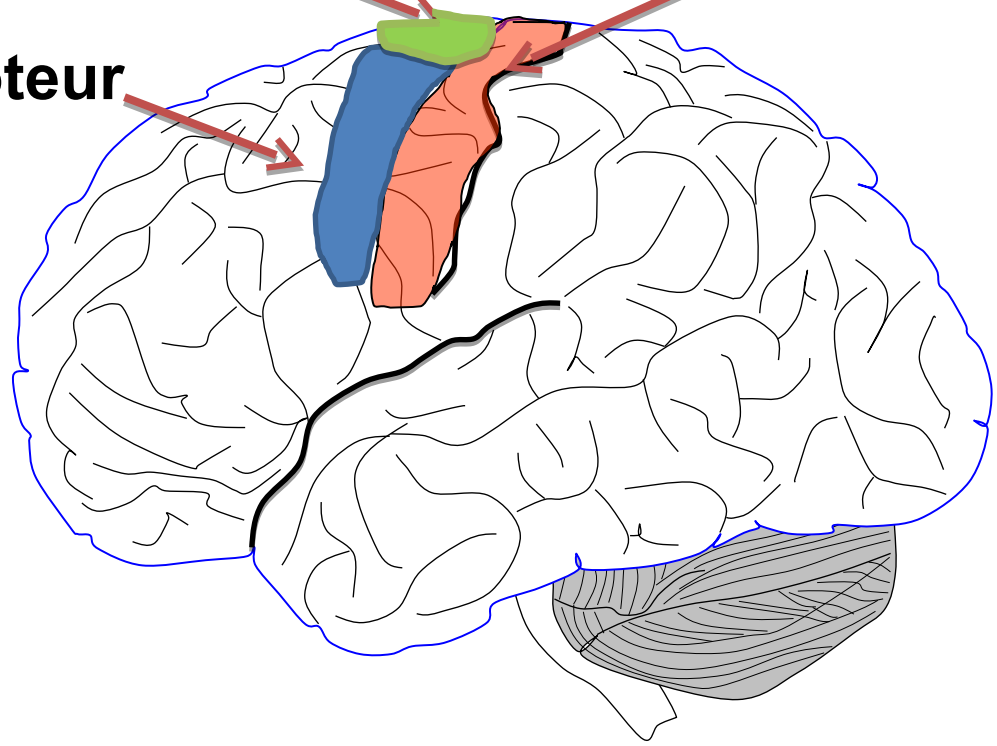


Le lien entre les lésions cérébrales de Gage et les changements survenus dans sa personnalité est controversé, mais on sait que les patients chez qui on diagnostique des tumeurs dans le lobe frontal souffrent parfois des mêmes symptômes. Leurs capacités intellectuelles et leur mémoire semblent intactes, mais la prise de décision est perturbée et les réactions émotionnelles sont diminuées. Au 20e siècle, on constatait les mêmes symptômes lorsqu'on pratiquait la lobotomie frontale, une intervention chirurgicale qui consistait en l'ablation du lien entre le cortex préfrontal et le système limbique. Ces observations montrent que les lobes frontaux jouent un rôle considérable dans les fonctions souvent dites «exécutives».

Cortex moteur supplémentaire

Cortex moteur

Cortex prémoteur

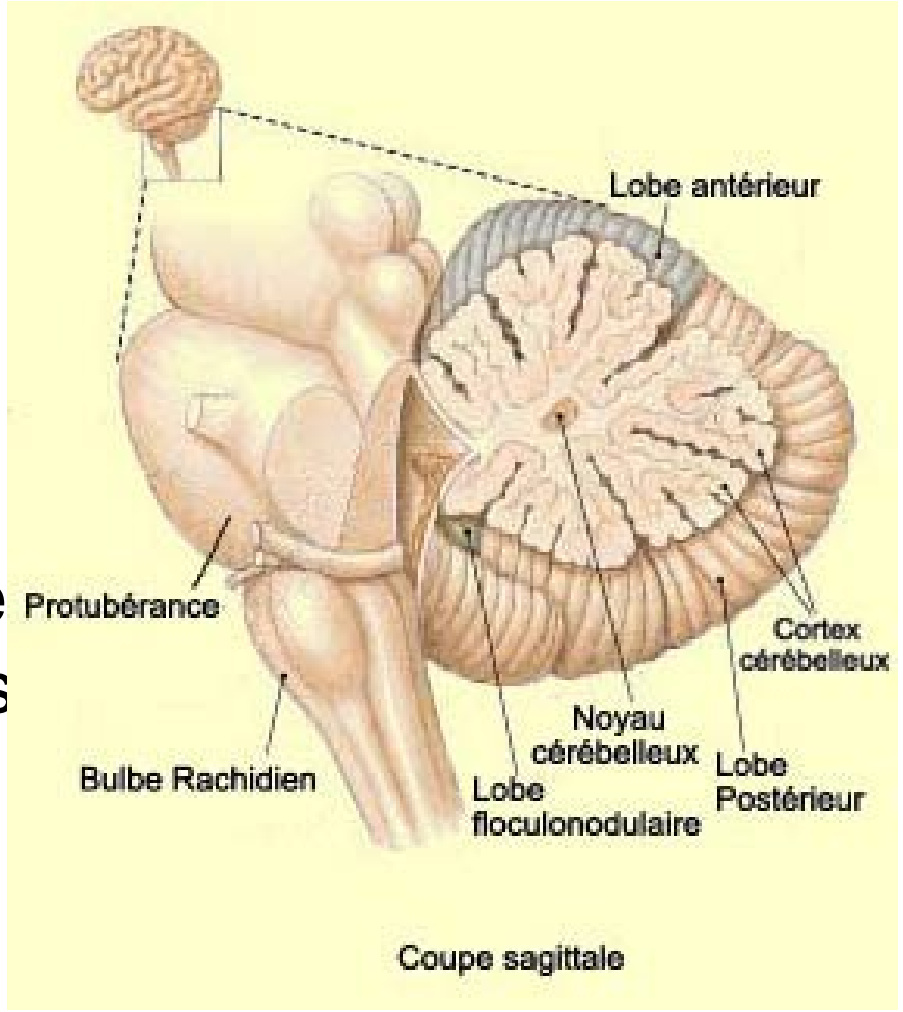


INFO HORS PROGRAMME MAIS TRÈS INTÉRESSANTE….

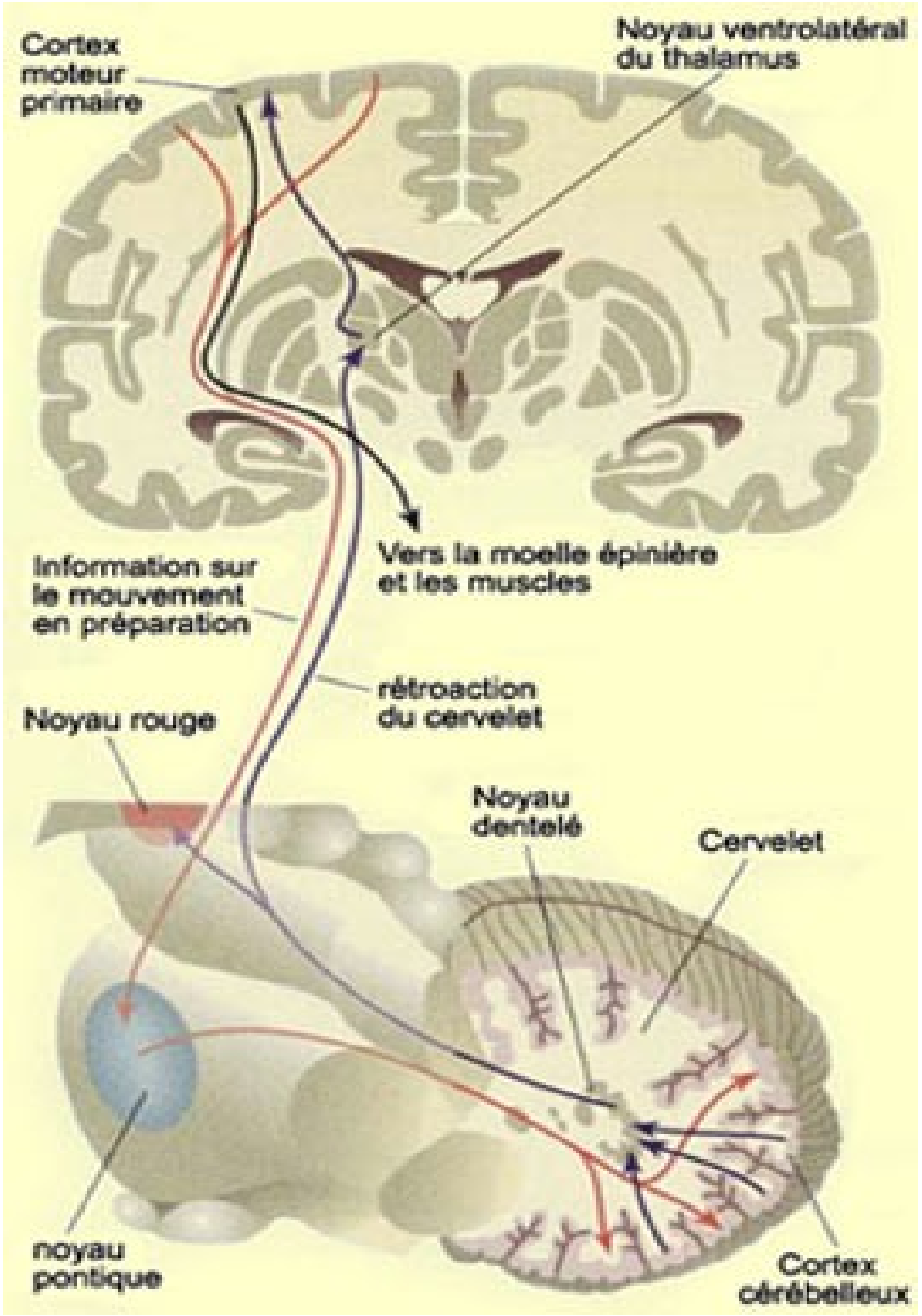
Le **cervelet** semble jouer plusieurs rôles, il :
emmagasine des séquences de mouvements apprises,
Participe à l'ajustement fin.

Participe à la coordination de mouvements produits ailleurs par le cerveau

Intègre le tout pour produire des mouvements si fluides et harmonieux que nous n'en avons même plus conscience.



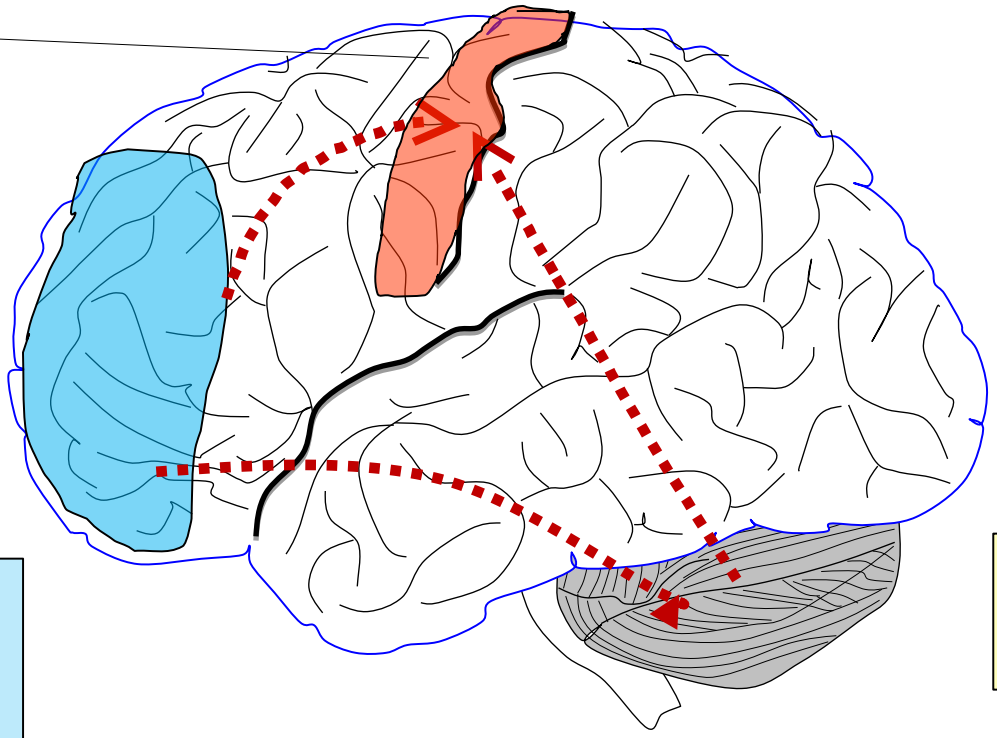
Pour ce faire, le cervelet entretient d'étroites relations avec le cortex. Les aires motrices, somatosensorielles et pariétales postérieures de ce dernier et le cervelet sont liés par un important contingent d'axones via les noyaux du pont situés dans le tronc cérébral. (relais synaptiques)



Coopération des aires corticales lors d'un mouvement volontaire

Cortex moteur

MOUVEMENT ADAPTE



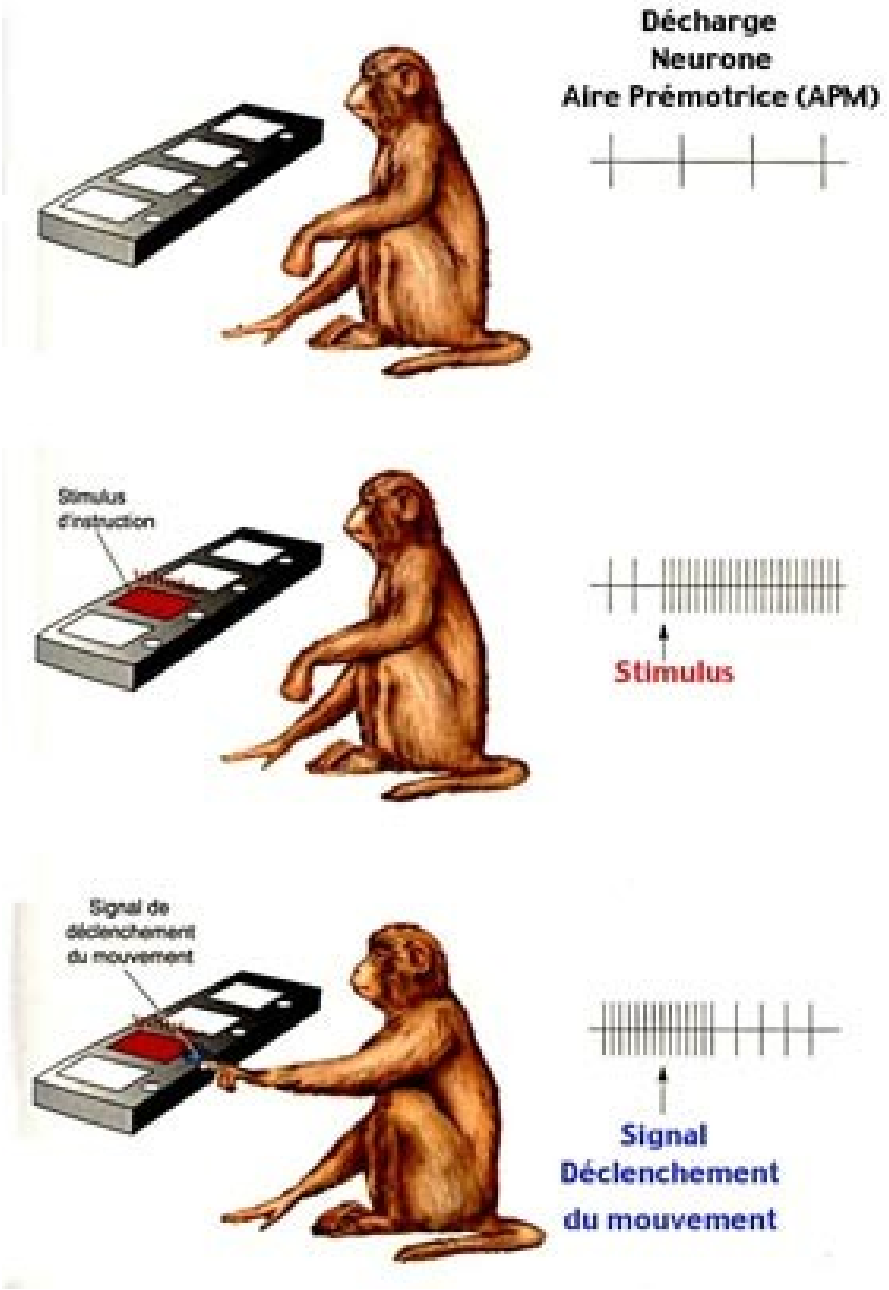
lobe frontal: planification du mouvement volontaire

Cervelet : coordination

Expérimentations de mise en évidence du rôle des aires :

Prémotrices

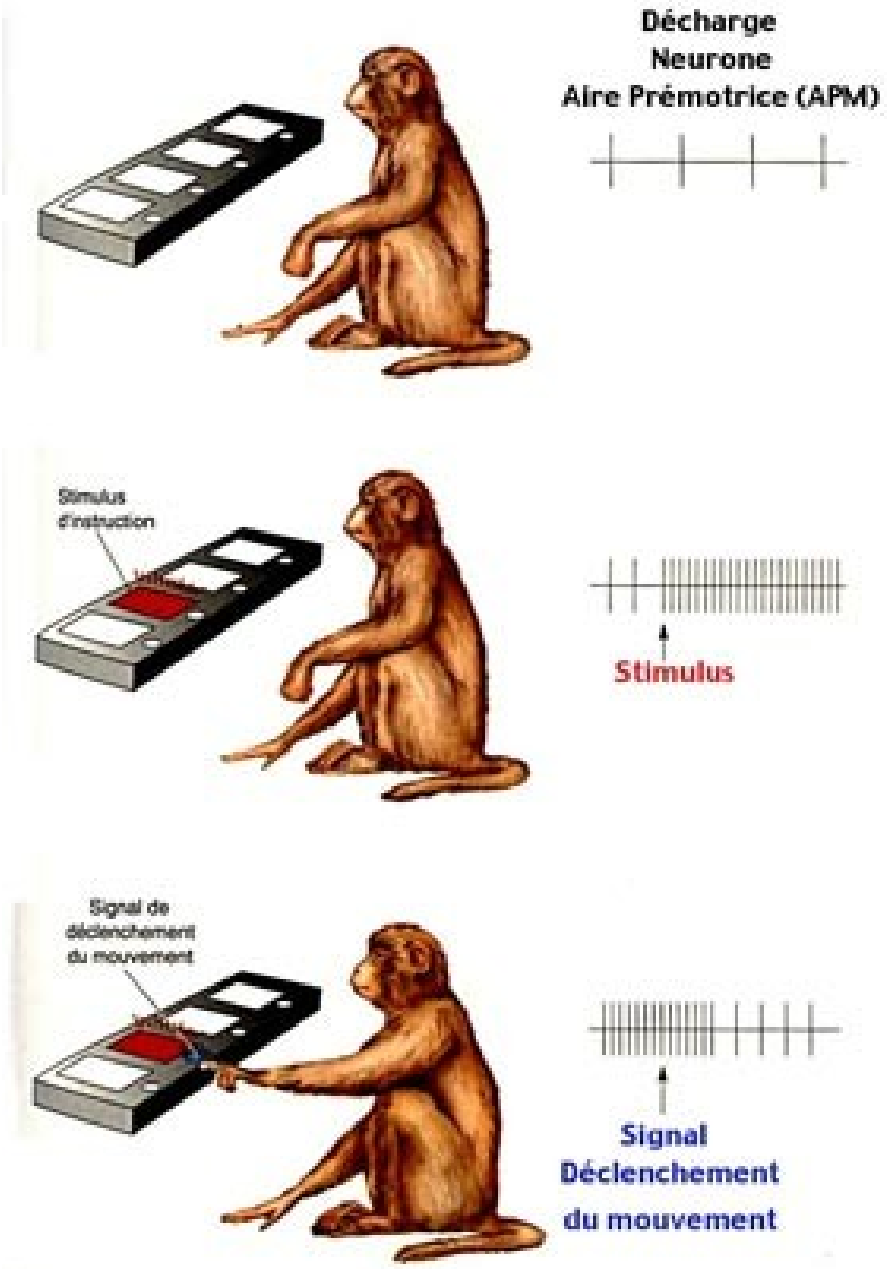
Motrice supplémentaire



Étude de l'activité neuronale au cours d'un mouvement.

Weinrich et Wise en 1982 implantent à des singes des électrodes dans leur cortex prémoteur. Ces **électrodes** permettent de faire ensuite des **enregistrements** extracellulaires chez ces animaux éveillés et conditionnés à effectuer une tâche simple impliquant le mouvement de la main vers une cible.

Un premier voyant lumineux s'allume et indique à l'animal vers où il doit bouger sa main. Sauf que le singe a été conditionné à attendre un second signal avant de faire son geste et ne le fait donc pas tout de suite. Après un délai variable un second voyant lumineux s'allume et indique à l'animal qu'il peut maintenant effectuer son mouvement.

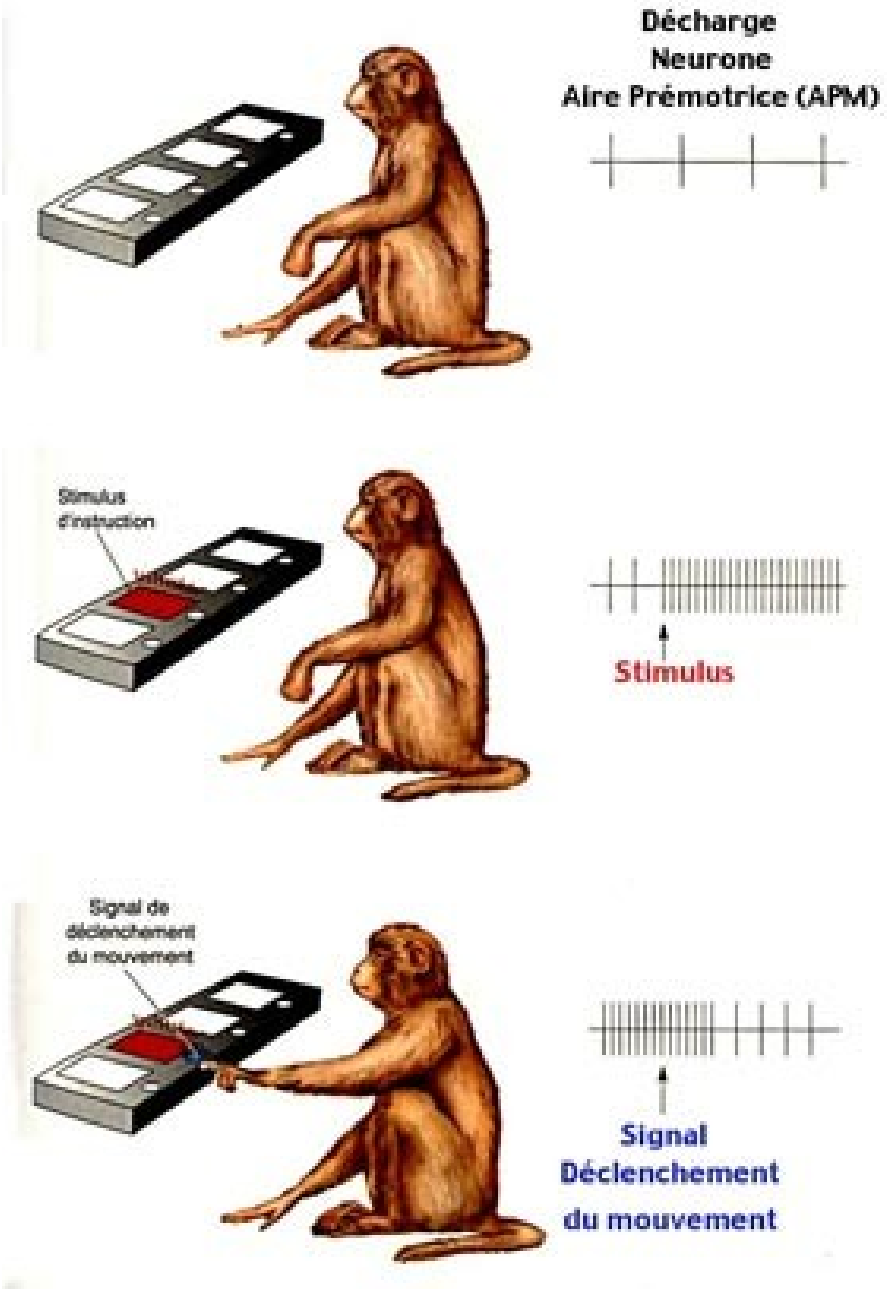


Étude de l'activité neuronale au cours d'un mouvement.

La réalisation correcte de la tâche, c'est-à-dire l'attente du signal déclenchant le mouvement, est récompensée par du jus de fruit.

L'activité des neurones de l'aire procréatrice à chacune des trois étapes de cette tâche est résumée à gauche

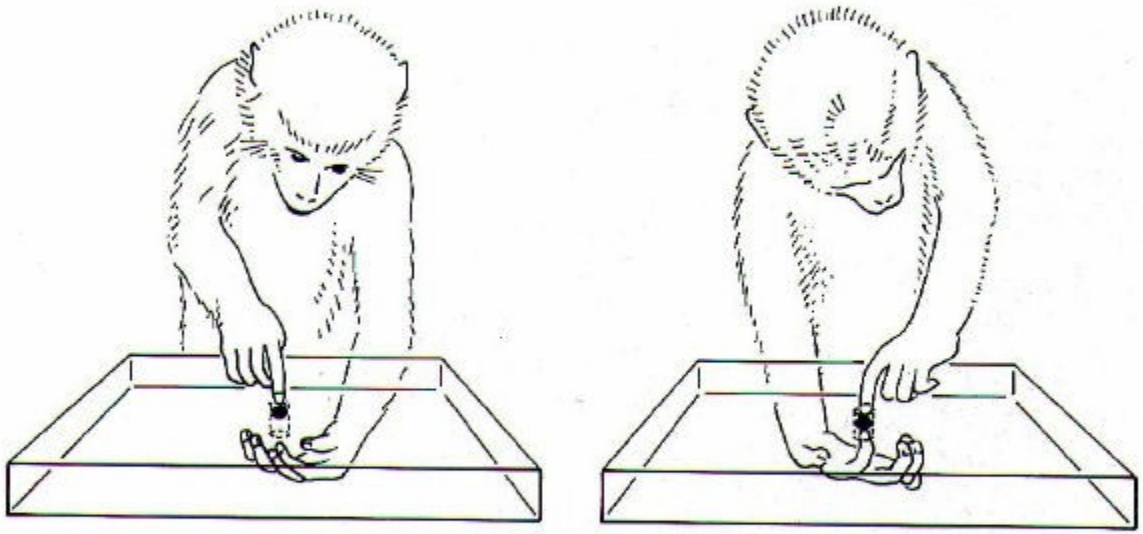
très vite après le début du mouvement, la décharge du neurone de l'aire prémotrice cesse.



Étude de l'activité neuronale au cours d'un mouvement.

Le constat que les neurones de l'aire prémotrice sont sélectivement activés avant le début d'un mouvement est conforme à leur rôle présumé dans la séquence d'activation d'un geste volontaire.

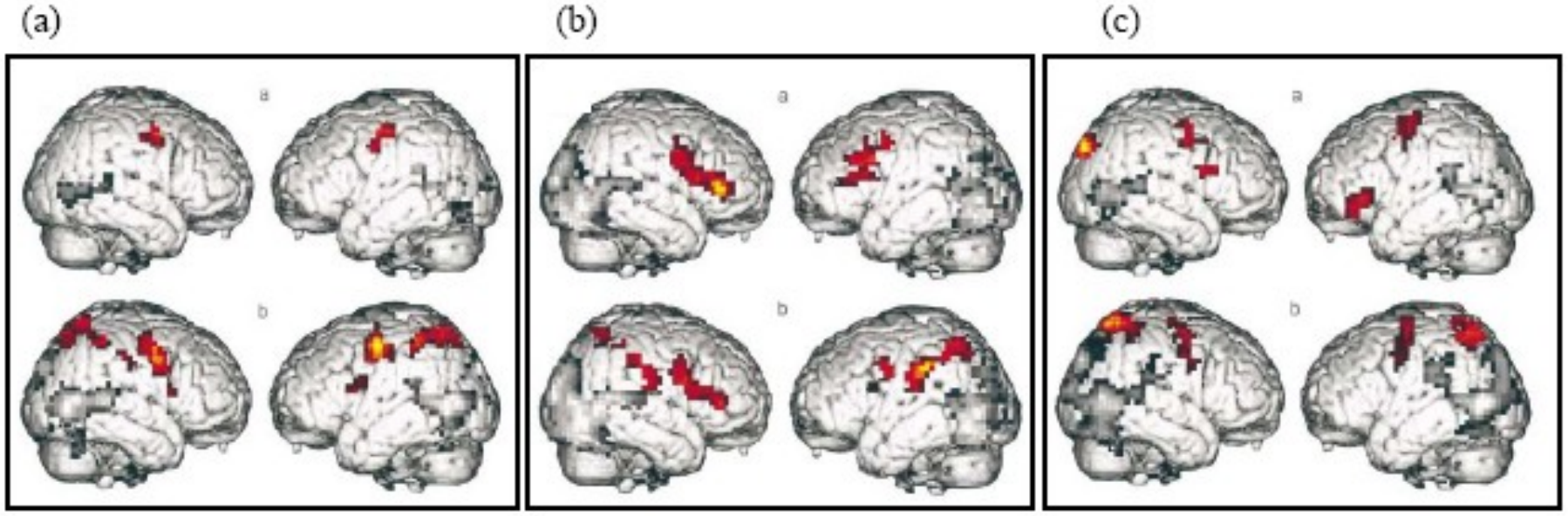
Rôle de l'aire motrice supplémentaire



Animal normal

5 mois après une lésion de l'AMS droite

- incoordination des 2 mains
- absence de stratégie élaborée



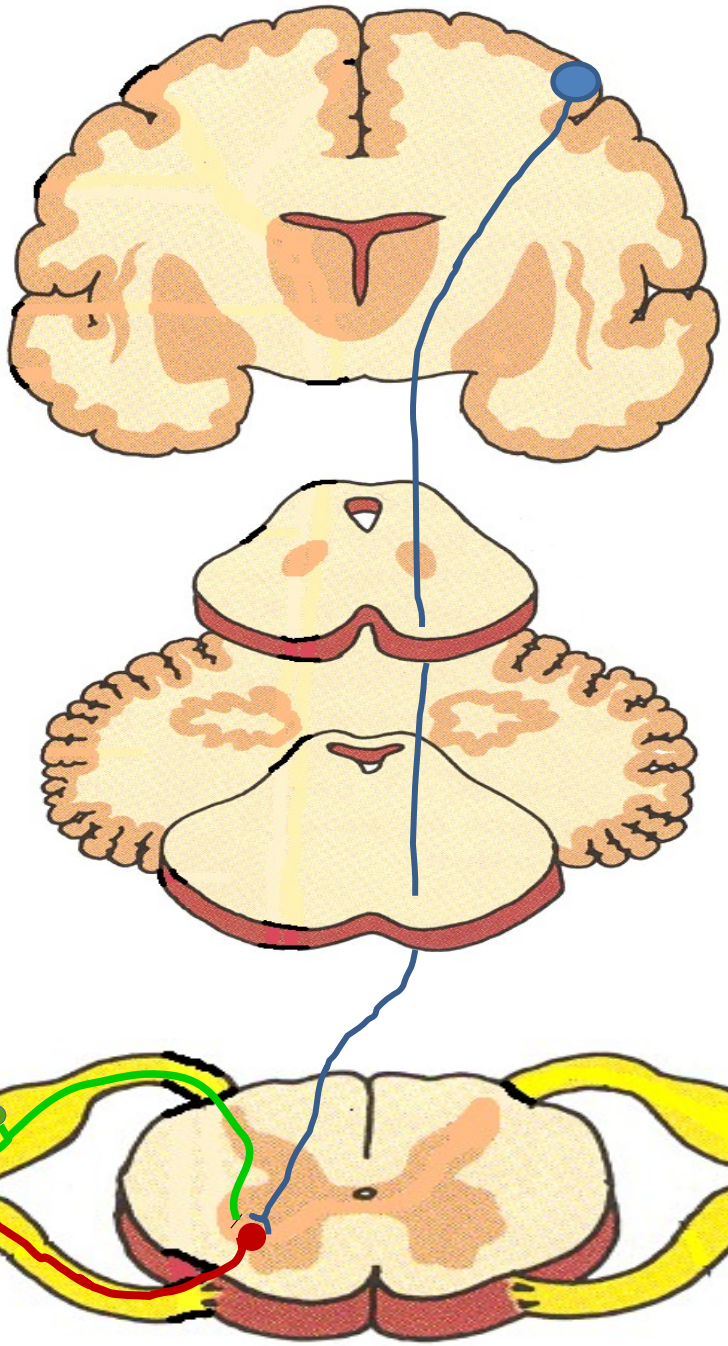
(a) Observation d'actions de la main intransitives (mime de saisie, a) et transitives (saisie d'objet, b). (b) Observation d'actions de la bouche intransitives (mâcher à vide, a) et transitives (croquer dans un fruit, b). (c) Observation d'actions du pied intransitives (mime de taper dans une balle, a) et transitives (taper dans une balle, b). La partie gauche de chaque panneau représente l'hémisphère droit et la partie droite l'hémisphère gauche.

Pris de Buccino et al. (2001)

LES COOPÉRATIONS ENTRE LES AIRES CÉRÉBRALES POUR LE CONTRÔLE DE LA MOTRICITÉ VOLONTAIRE EST DONC TRÈS COMPLEXE...

Faire semblant ou non, ce n'est pas pareil pour le cerveau.

Une fois que l'aire motrice émet un message moteur, voici le chemin parcouru...



Aire motrice primaire

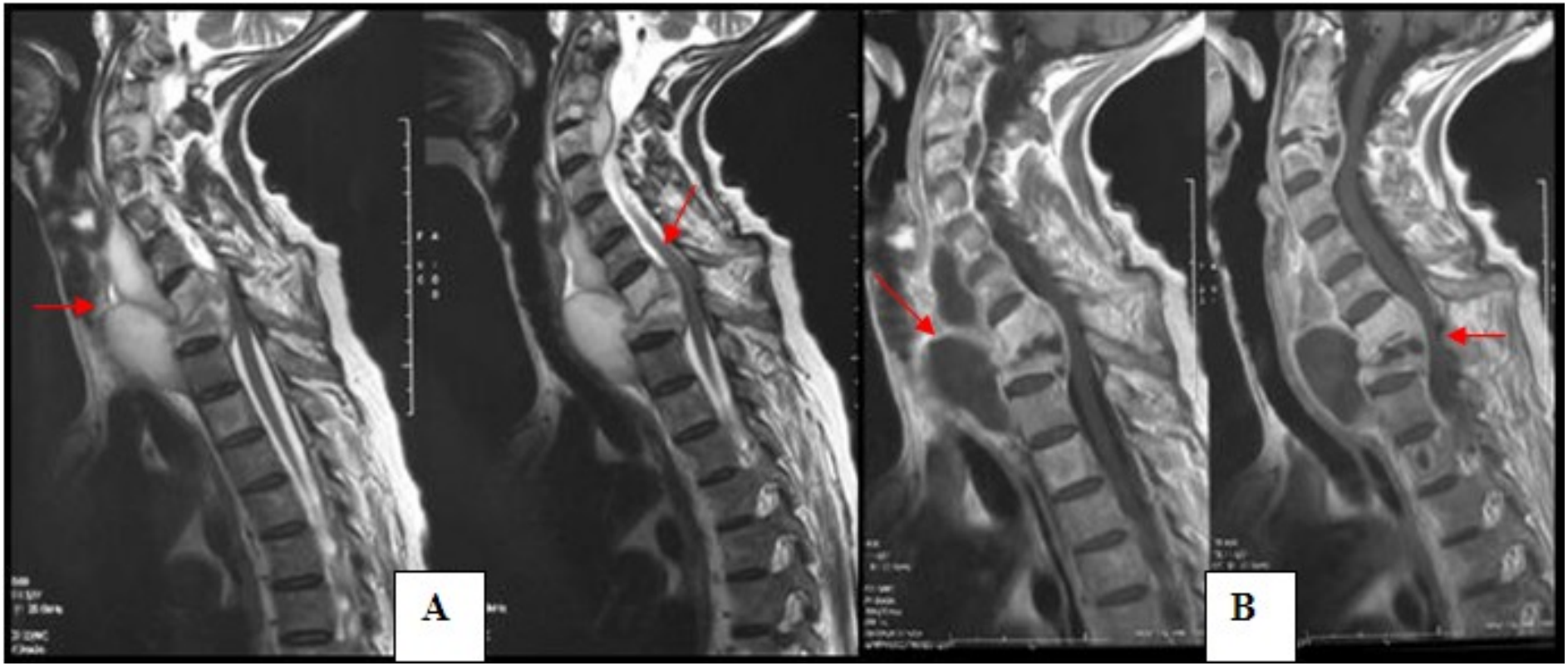
Tronc cérébral

cervelet

Distribution de photocop

Moelle épinière

Contraction musculaire

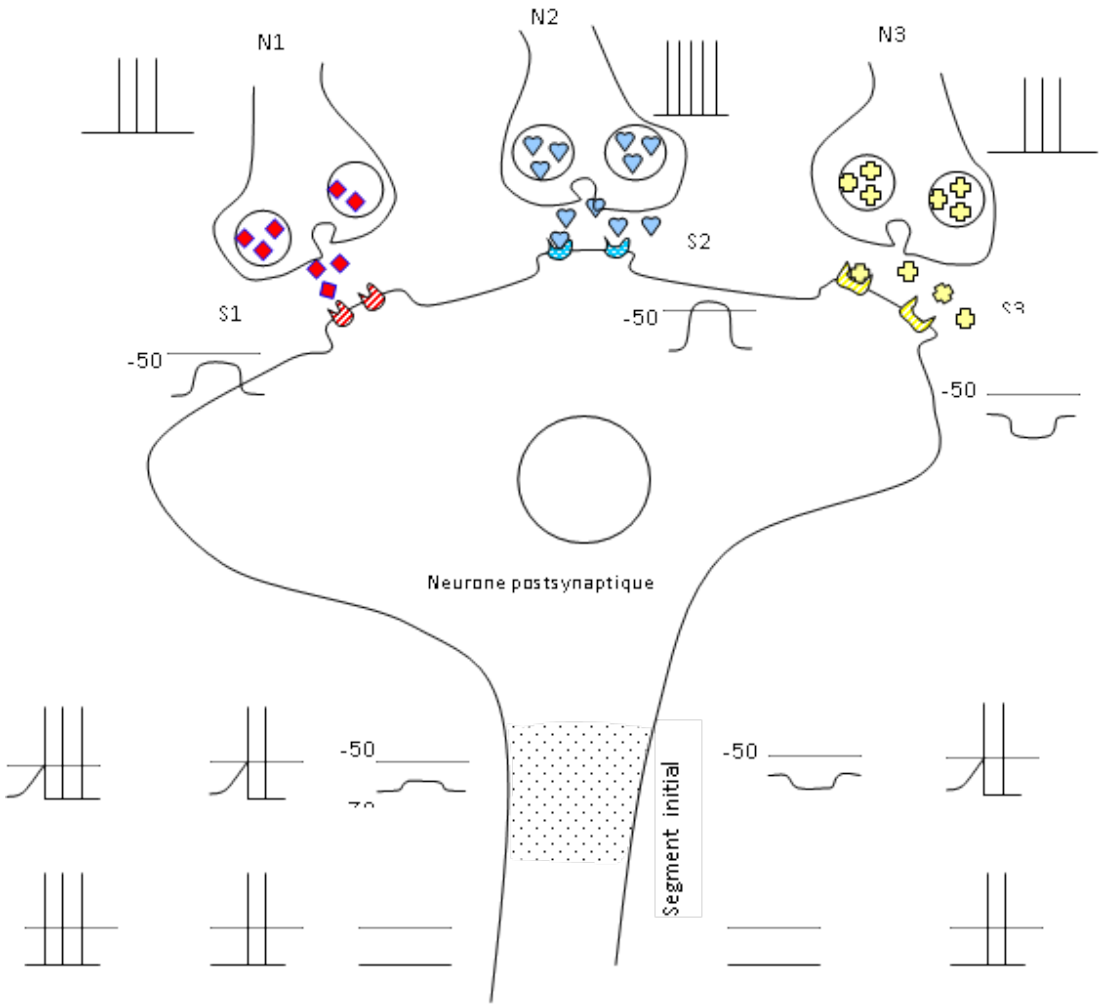


Une lésion médullaire (= de la moelle épinière) empêche le cortex moteur de provoquer un mouvement volontaire dans certaines zones du corps.

II L'intégration des messages nerveux sensitifs par les centres nerveux

A. La sommation des messages nerveux afférents au motoneurone

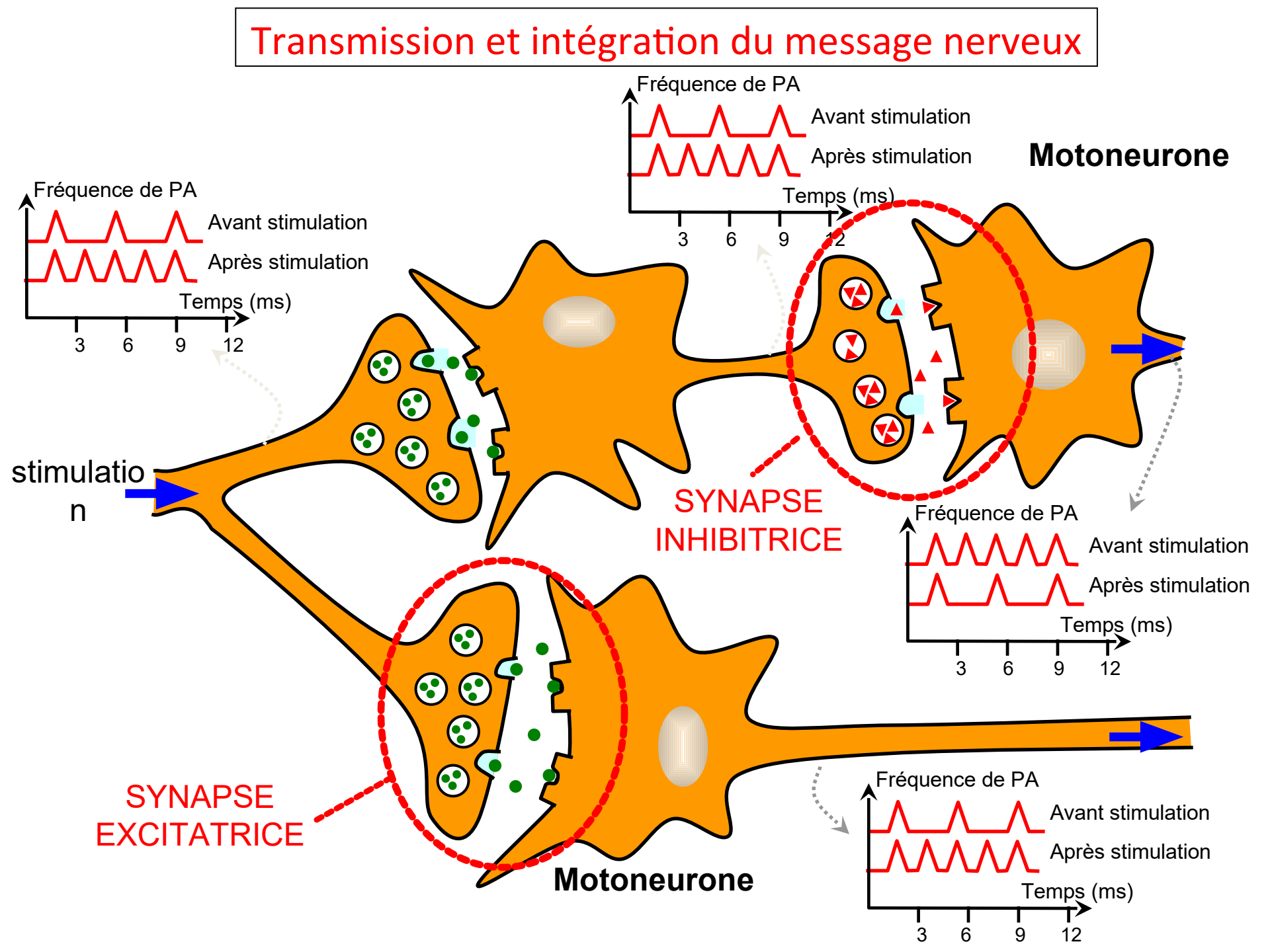
B. Le rôle des synapses dans l'intégration des messages nerveux.



Explication de la sommation spatiale au niveau neuronal

L'exemple du reflexe myotatique

Transmission et intégration du message nerveux



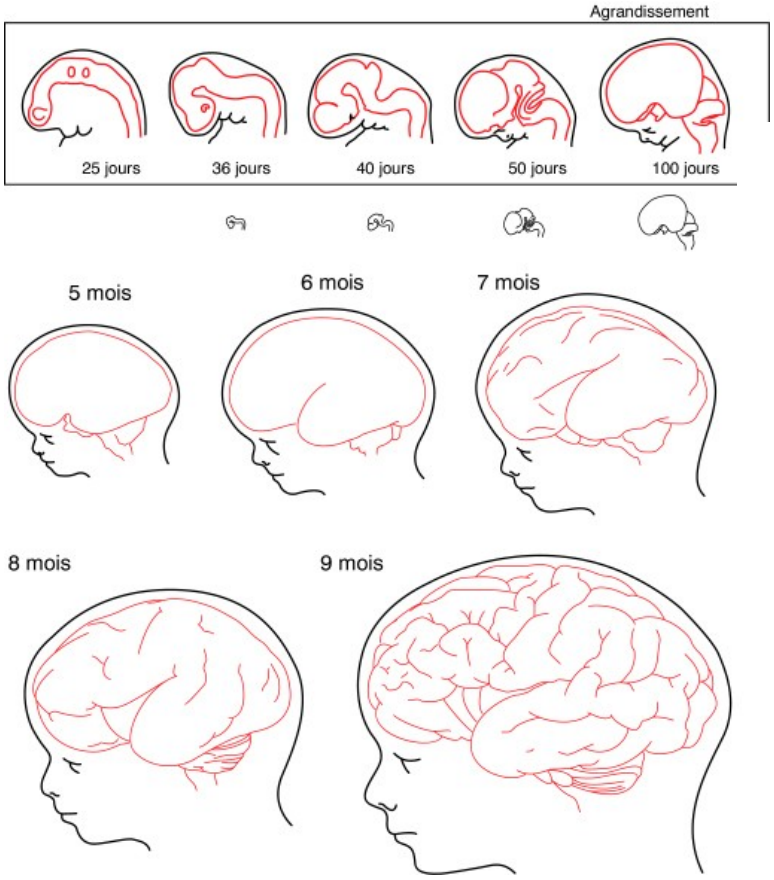
III Cartes motrices et variations individuelles

A. La mise en place du cortex cérébral

facteurs génétiques et environnementaux durant le développement

Conseil de visionnage : attention au titre qui est fourbe, le reste est top : https://www.dailymotion.com/video/x5wjpoq

B. La période post-natale du développement



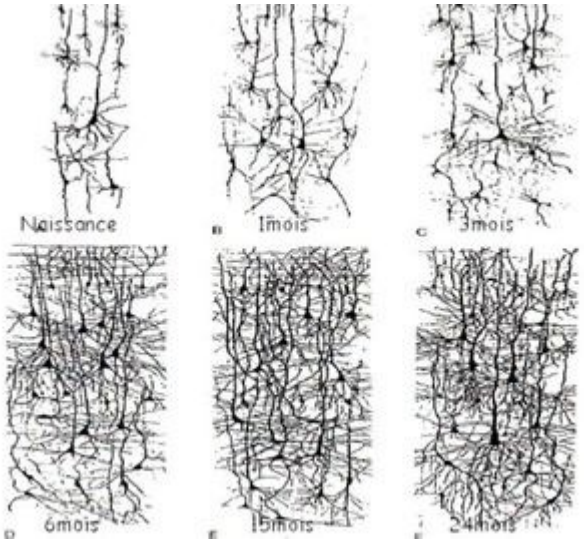
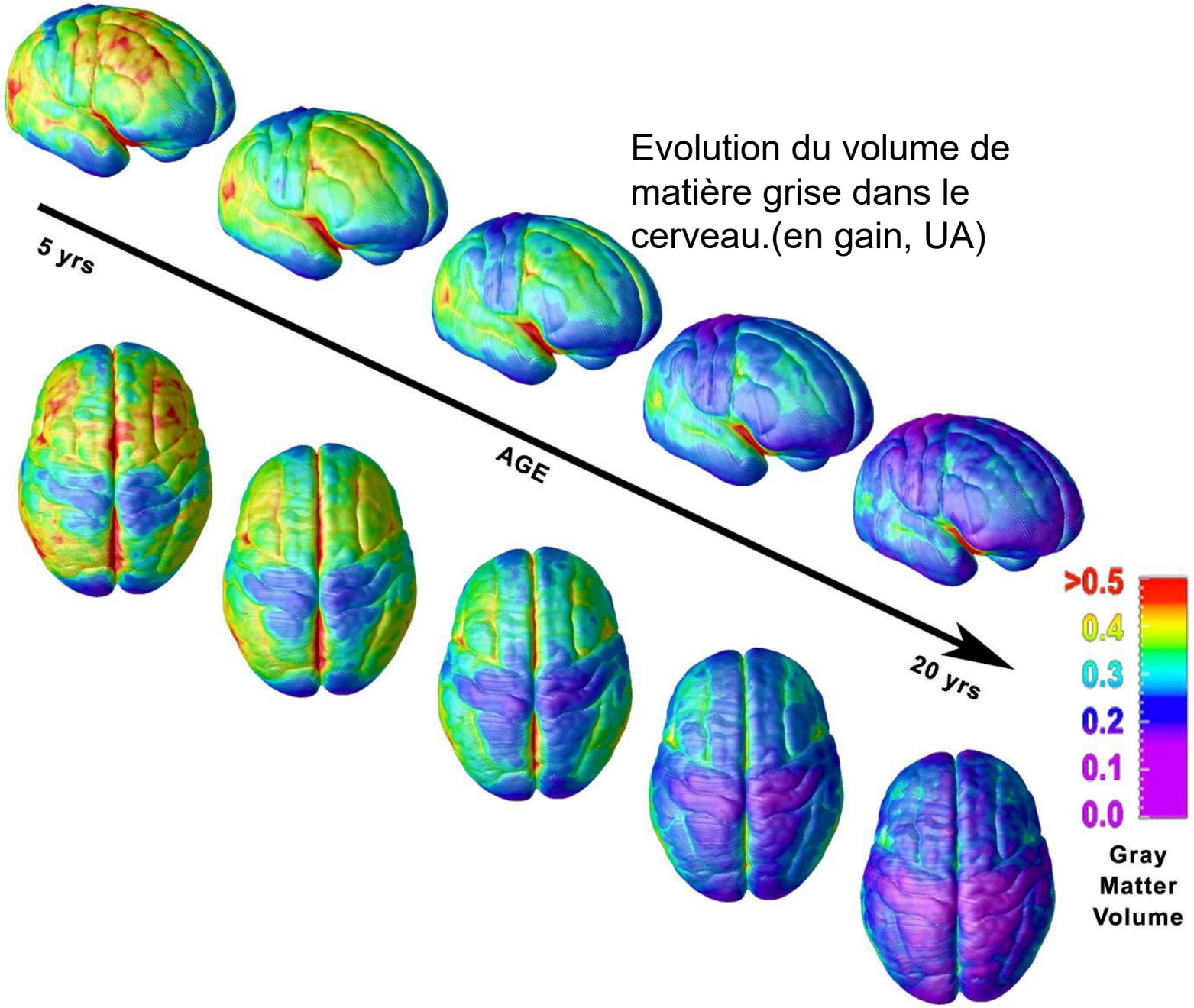


Image « fake » !!!
Impossible à obtenir
mais ça doit se passer
comme ça...


Evolution du volume de matière grise dans le cerveau.(en gain, UA)
5 yrs
AGE
20 yrs
>0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
Gray Matter Volume

existence **d’une «période sensible» correspondant à l’enfance et l’adolescence**,

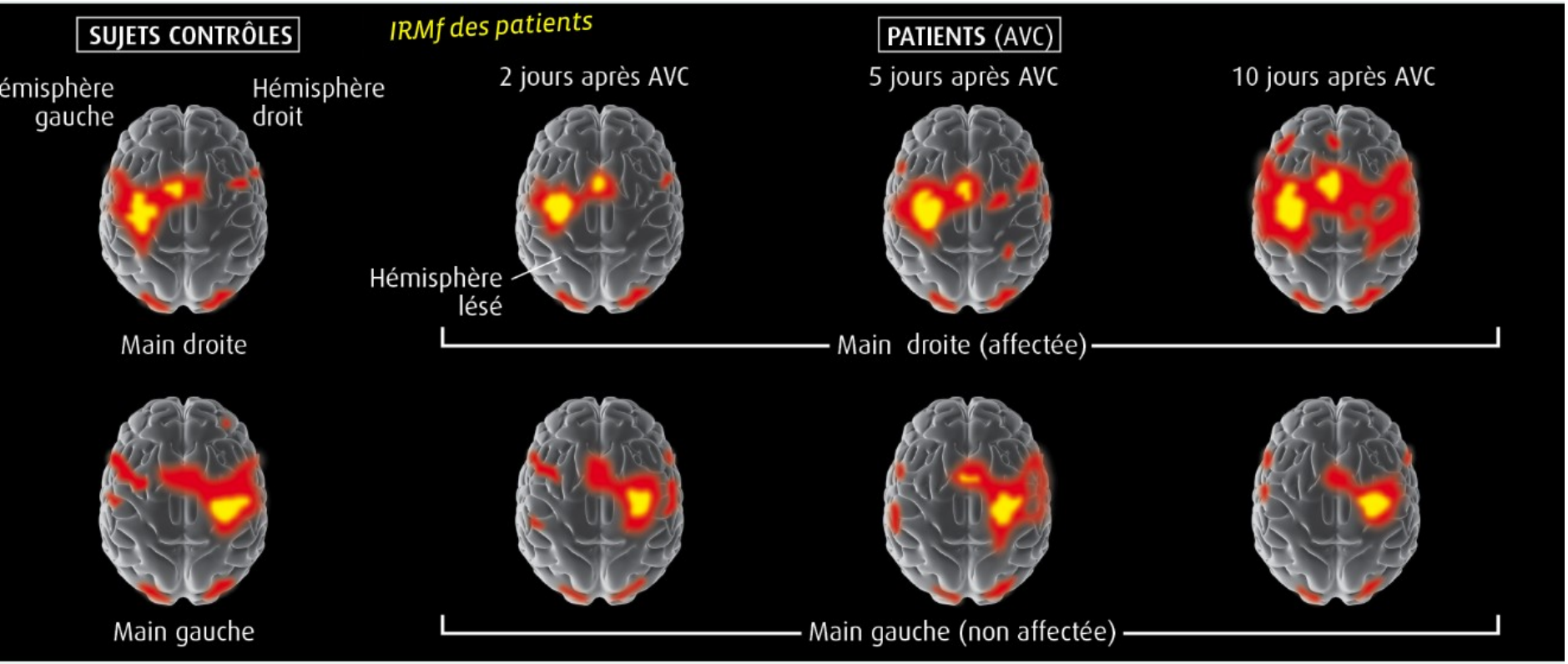
durant laquelle s’élaborent les propriétés fonctionnelles des neurones sous l'influence des **facteurs génétiques et environnementaux**.

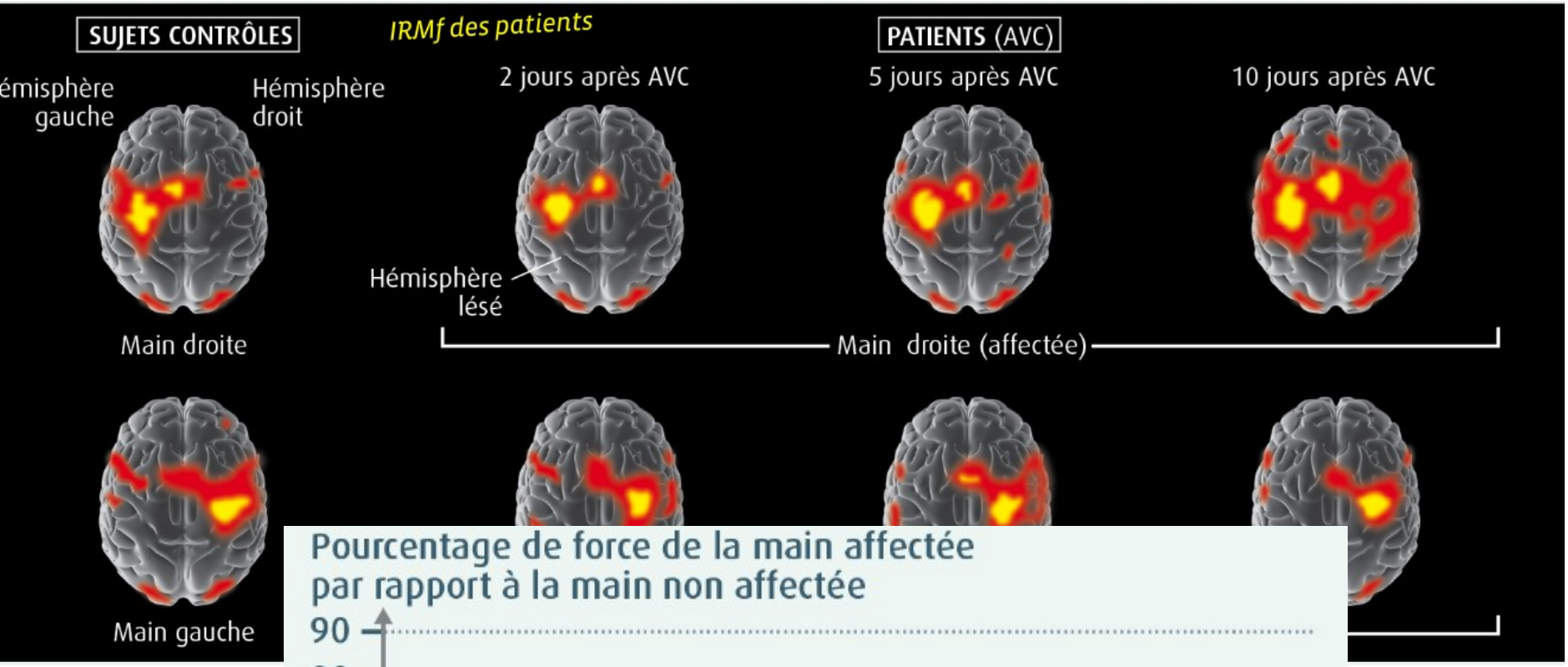
La carte motrice d’un jeune violoncelliste sera radicalement différente de celle d’un tennisman.

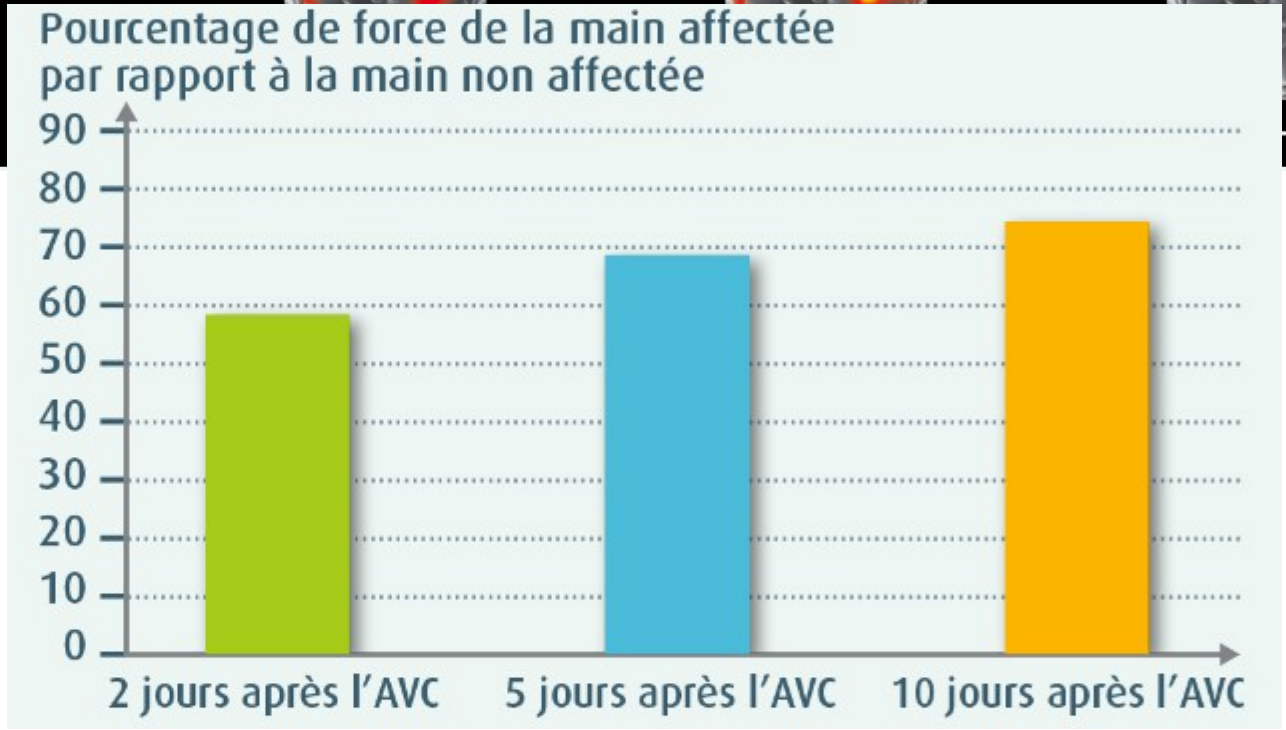
Halte aux mythes !!!

IV Plasticité cérébrale et récupération post-traumatique

A. Motricité et plasticité cérébrale


SUJETS CONTRÔLES
IRMf des patients
PATIENTS (AVC)
émisphère gauche
Hémisphère droit
2 jours après AVC
5 jours après AVC
10 jours après AVC
Hémisphère lésé
Main droite
Main droite (affectée)
Main gauche
Main gauche (non affectée)


SUJETS CONTRÔLES
IRMf des patients
PATIENTS (AVC)
émisphère gauche
Hémisphère droit
2 jours après AVC
5 jours après AVC
10 jours après AVC
Hémisphère lésé
Main droite
Main droite (affectée)
Main gauche


Pourcentage de force de la main affectée par rapport à la main non affectée
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
2 jours après l'AVC
5 jours après l'AVC
10 jours après l'AVC

SUJETS CONTRÔLES

IRMf des patients

PATIENTS (AVC)

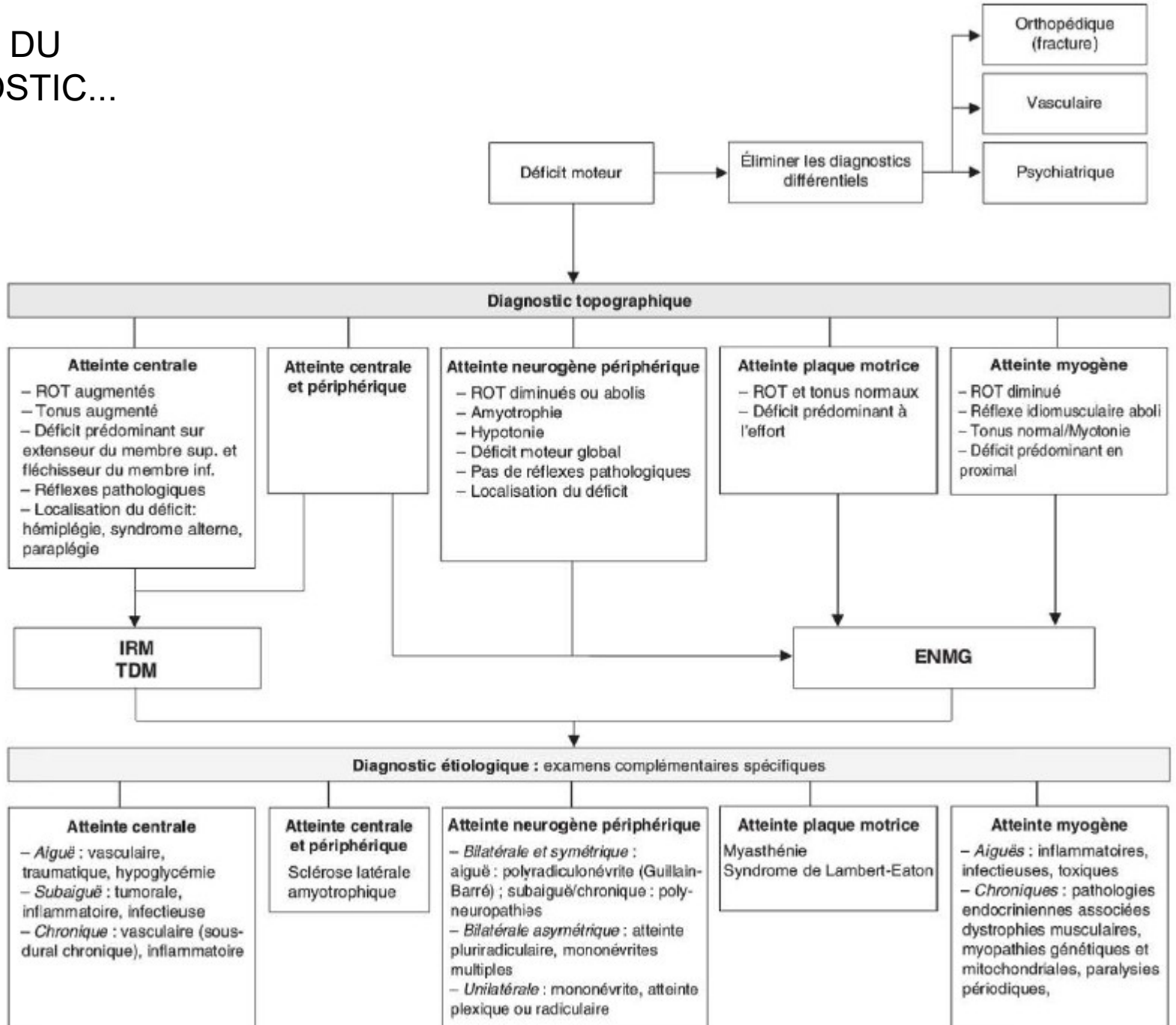
émisphère Hémisphère 2 jours après AVC 5 jours après AVC 10 jours après AVC

Lors d'un AVC, l'obstruction d'une petite artère interrompt la circulation sanguine dans la région qu'irriguait le vaisseau. Cela entraîne la mort d'un grand nombre de neurones dans cette zone. Onze patients ayant subi un AVC affectant le cortex moteur gauche ont été suivis. Tous présentaient un déficit moteur de la main droite. On a étudié par IRMf l'activité du cortex lorsque les patients fermaient le poing gauche ou le poing droit. L'expérience a été réalisée 2, 5 et 10 jours après l'AVC. Dans le même temps, la force de fermeture du poing droit a été évaluée.

B. Plasticité cérébrale en fonction de l'âge

ATTENUATION DU NOMBRE DE NEURONES(jusqu'à 10%)

Mais surtout du nombre de synapses...

→ Atténuation des capacités intellectuelles, d'apprentissage mais encore des possibilités !!!

B.A.B.A. DU DIAGNOSTIC...