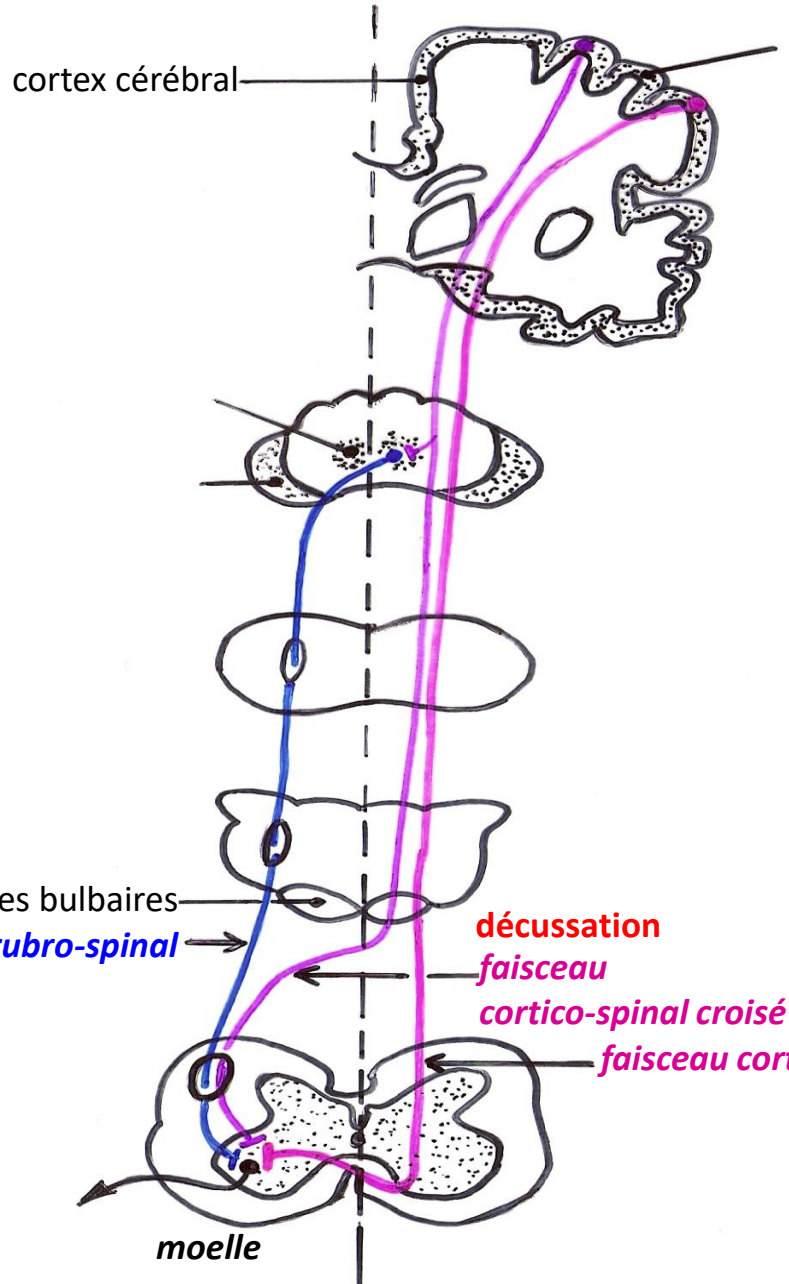
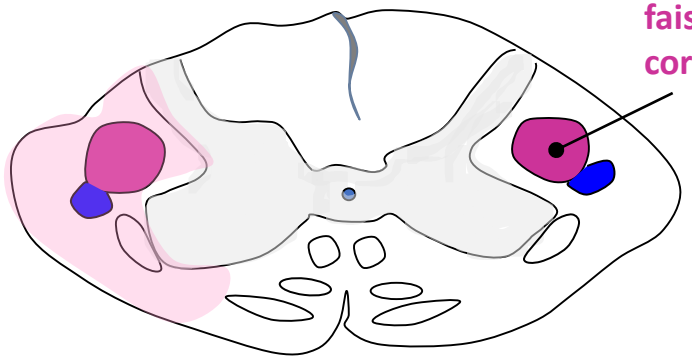
Système latéral

cortex moteur (aires 4, 6)



Cordons latéraux

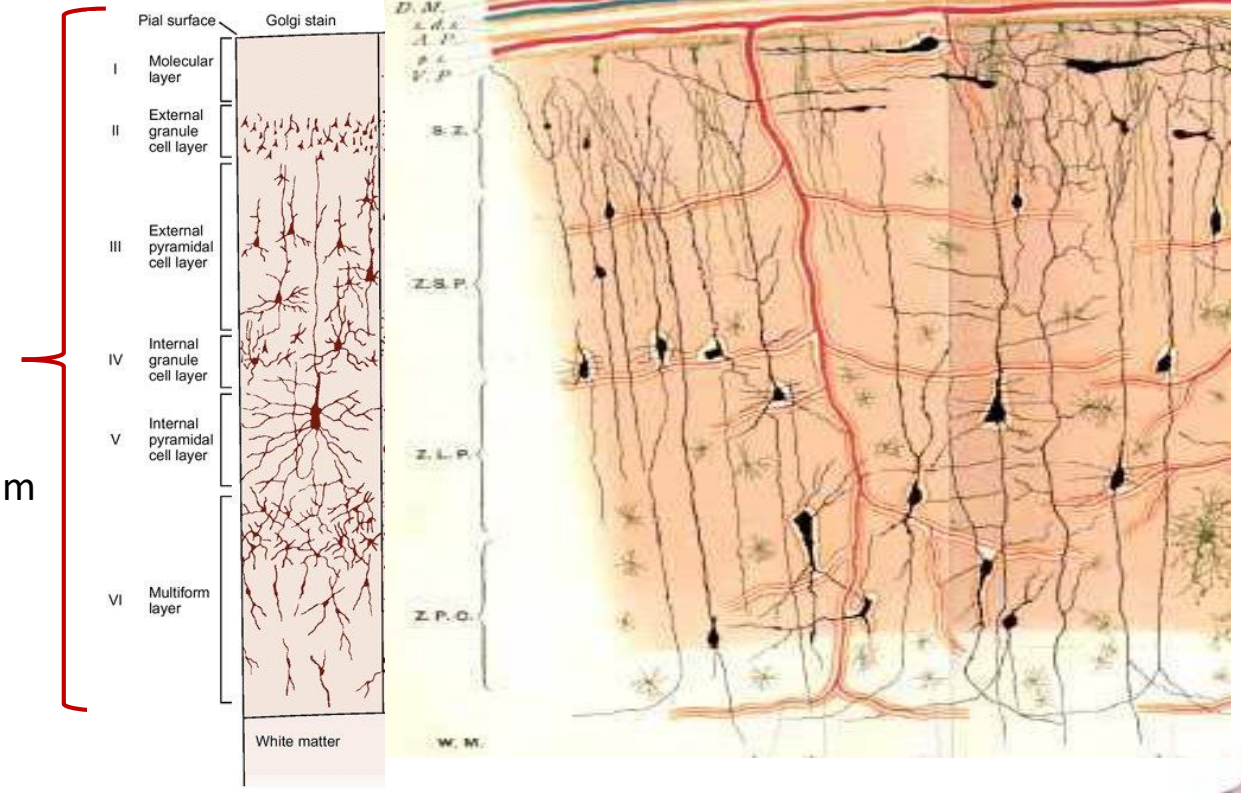
voie pyramidale



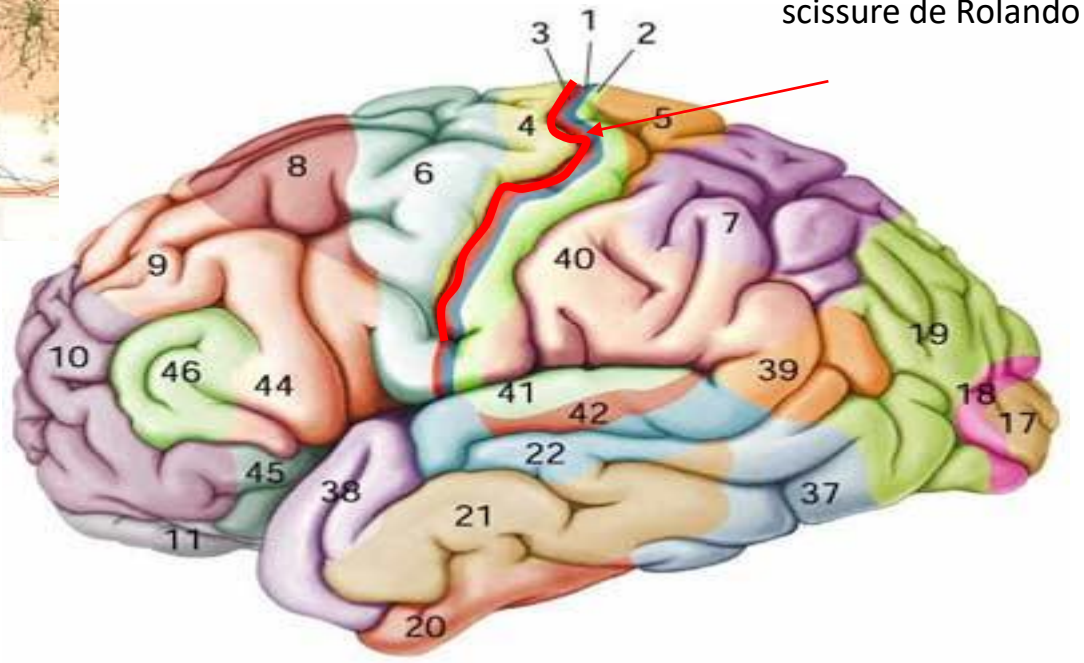
Cytoarchitecture du cortex cérébrale et aires de Brodmann

Épaisseur

du cortex ~ 4mm



scissure de Rolando



- L'aire 4 de Brodmann est agranulaire

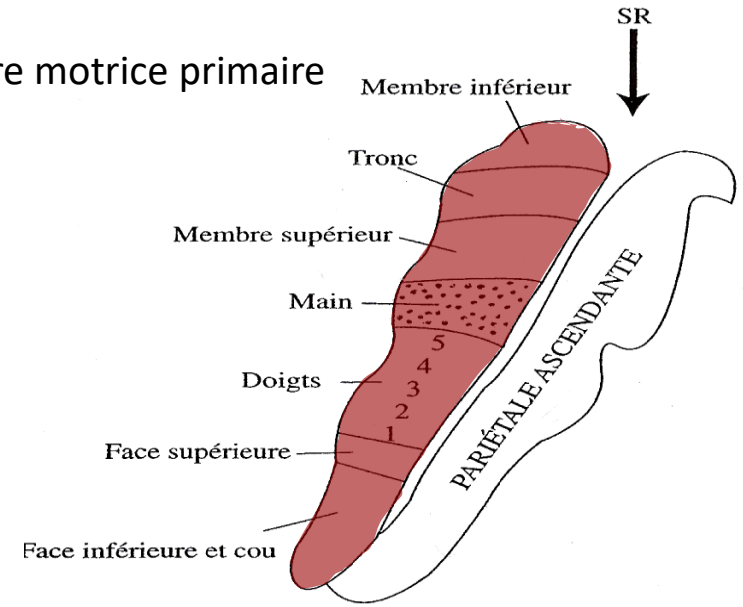
Cortex moteur: l'aire motrice primaire

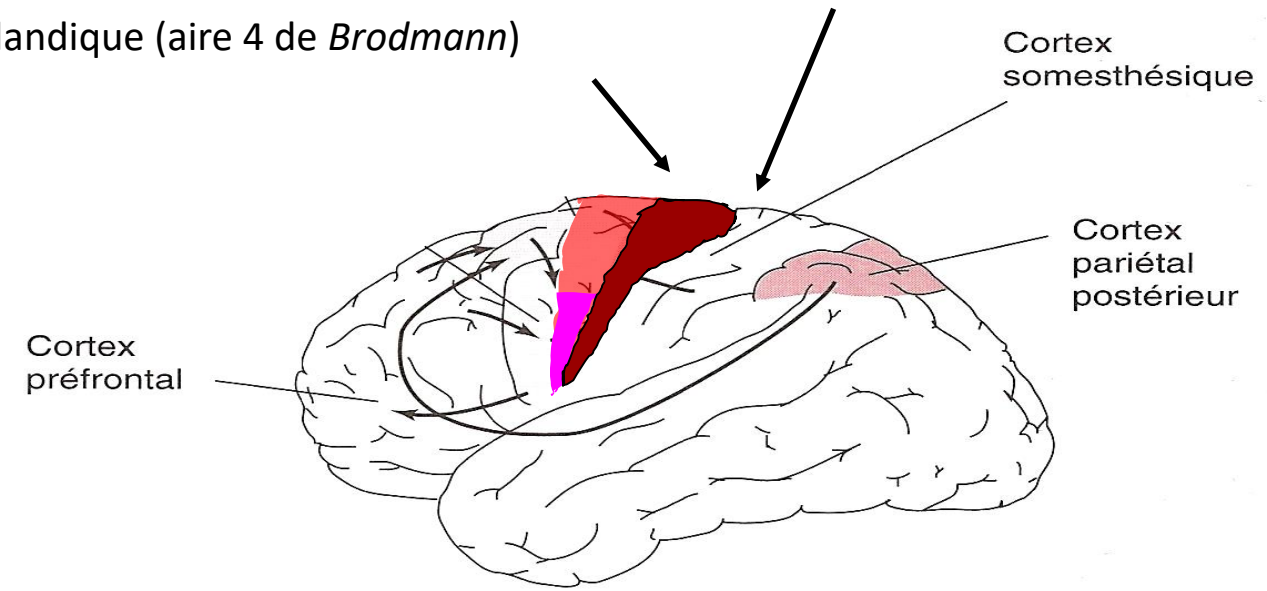
aire motrice primaire

pré-rolandique (aire 4 de *Brodmann*)

scissure de Rolando

aire motrice primaire



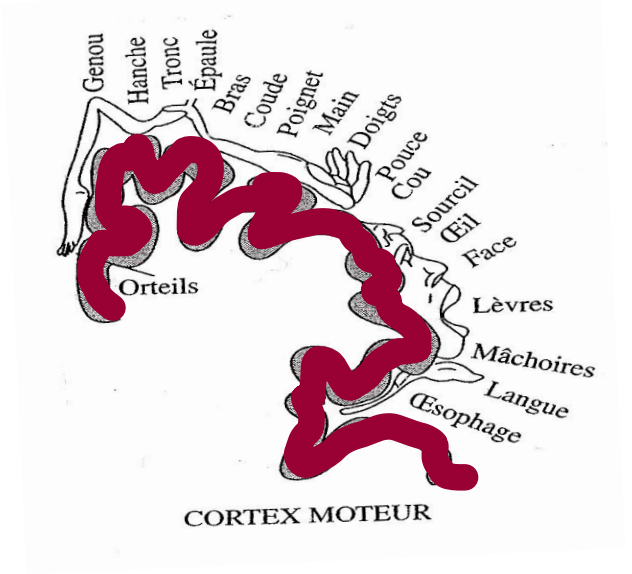


organisation somatotopique (*Penfield*)

Cortex moteur: l'aire motrice primaire

aire motrice primaire

organisation somatotopique (*Penfield*)



- **Somatotopie**= cartographie du corps
  - ❖ chaque partie du corps est représentée dans le cortex par une zone bien précise
    ➔organisation somatotopique du cortex moteur
- La représentation du corps est disproportionnée: les parties du corps qui sont capables de mouvements fins (mains) occupent plus d'espace dans le cortex moteur que les parties du corps dont le contrôle moteur est moins précis (tronc).
- Le neurones du cortex moteur primaire ont un bas seuil d'excitabilité

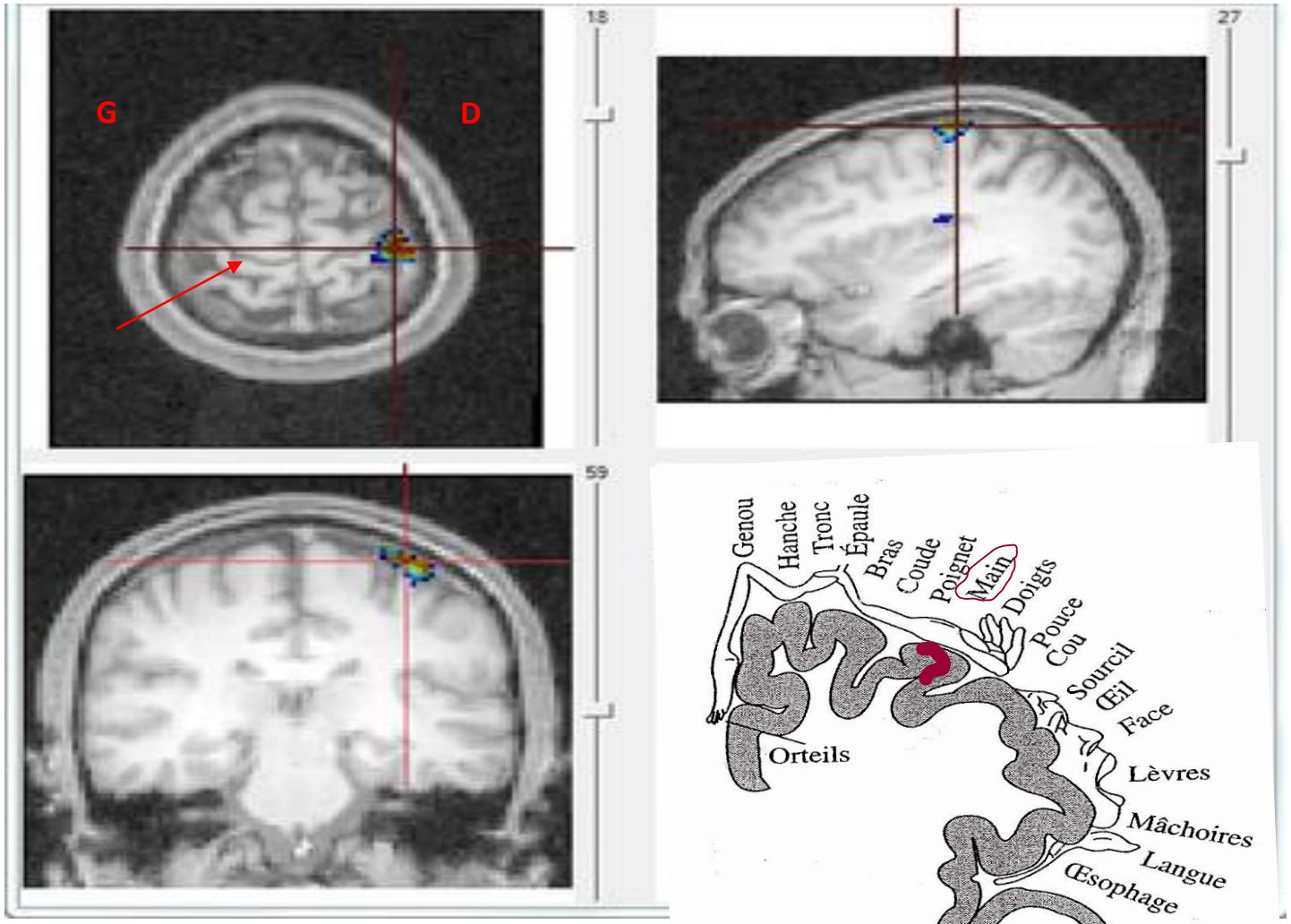
Cortex moteur

Activation du cortex cérébral lors d'un mouvement de la main gauche

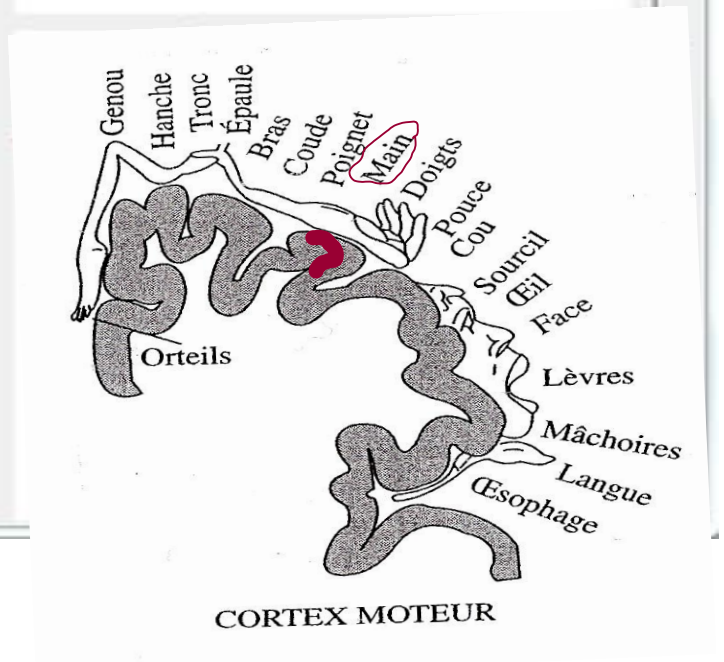
Coupe transversale

Coupe sagittale

scissure de Rolando

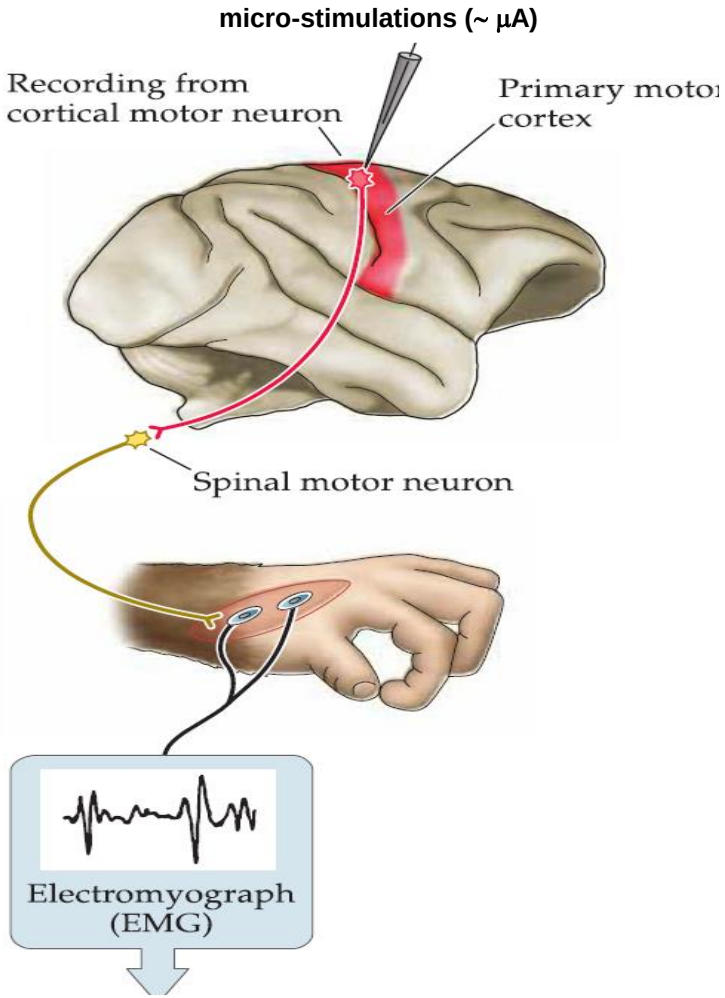


Coupe coronale



Cortex moteur: l'aire motrice primaire

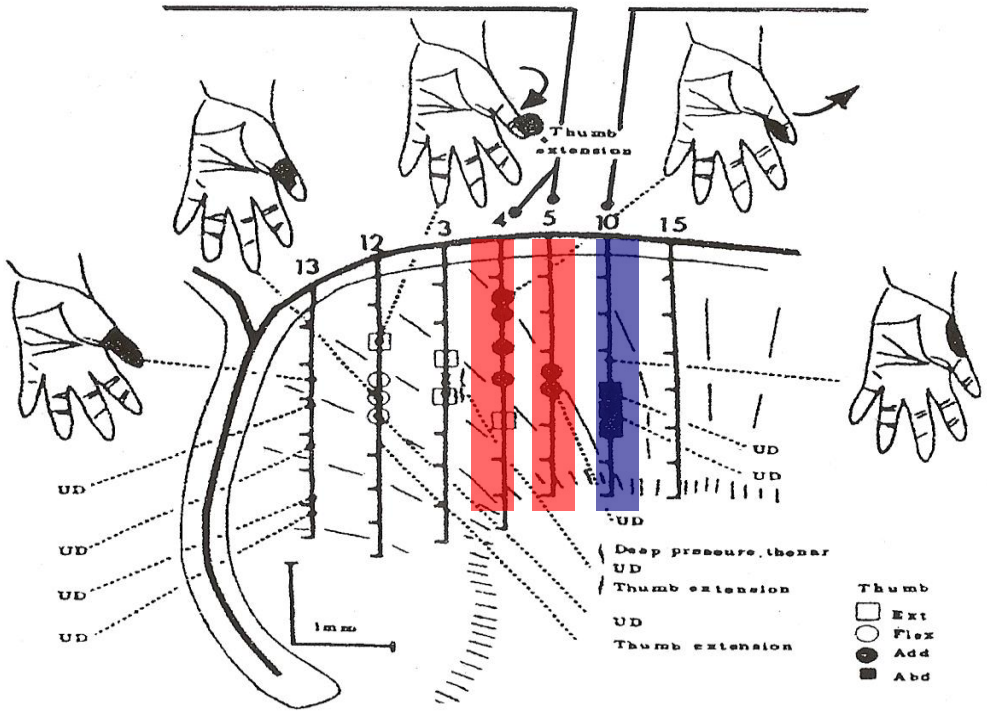
(Asanuma et Sakata, année '70)



- Microstimulation du cortex chez l'homme (Penfield XIX siècle!)
- Chez le primate et d'autres animaux: est-ce que la carte du cortex moteur est une carte de la musculature fonctionnant comme les touches d'un piano ou elle cache une carte des mouvements?
- Asanuma & Sakata chez le primate, les doigts et en particulier le pouce

Cortex moteur: l'aire motrice primaire

aire 4: **organisation en colonne** (1mm diamètre) *Asanuma et Sakata*



stimulation ⇒ mvt d'ADDUCTION = mvt pouce vers main

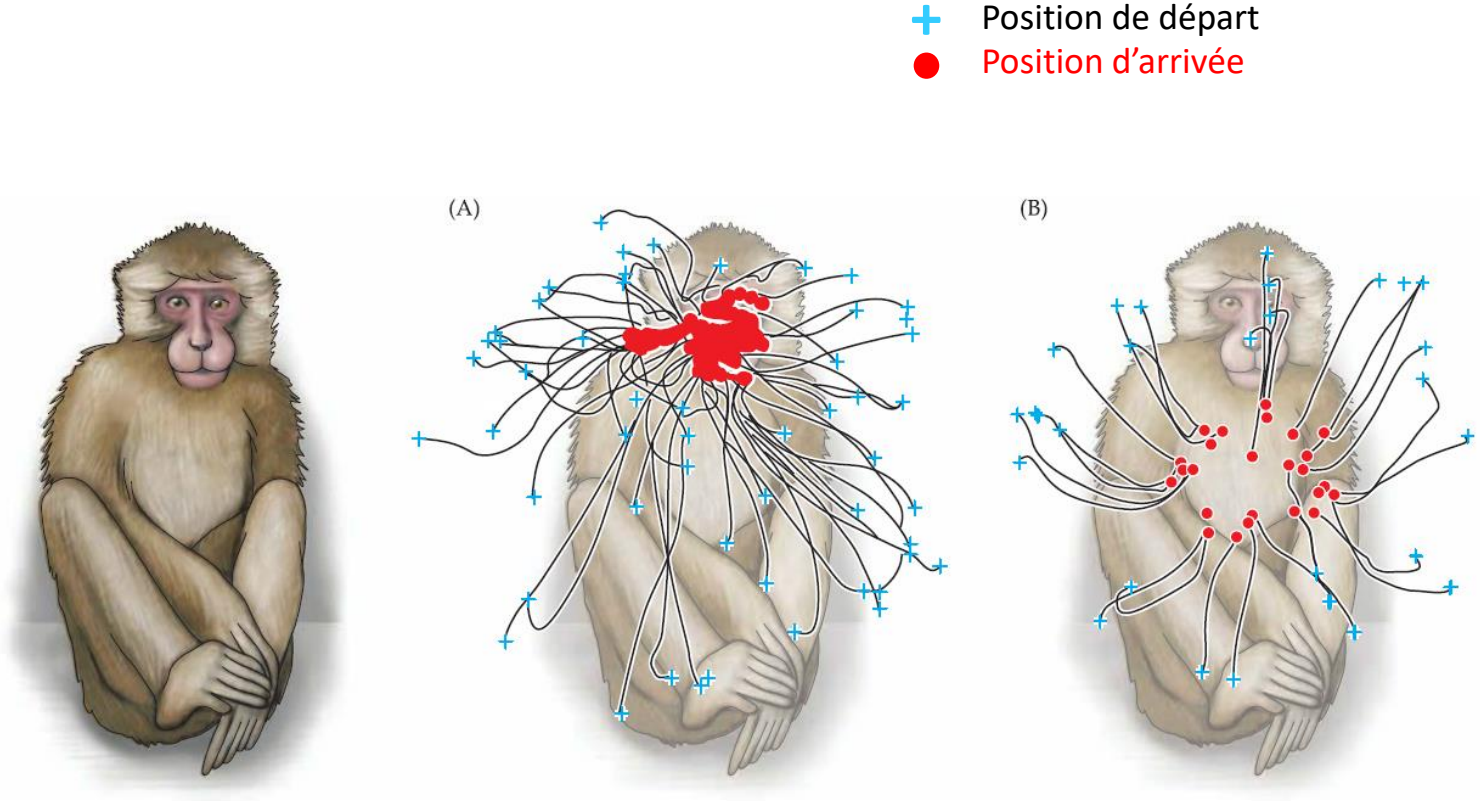
stimulation ⇒ mvt d'ABDUCTION = mvt pouce vers extérieur

- 1 colonne = pool de neurones corticaux innervant les MNs contrôlant un groupe de muscles agissant tous sur la même articulation et responsables d'un mouvement spécifique
- Inhibition réciproque entre 2 colonnes
- ce sont les mouvements et non les muscles qui sont représentées au niveau du cortex moteur

Cortex moteur: l'aire motrice primaire

Plus récemment…

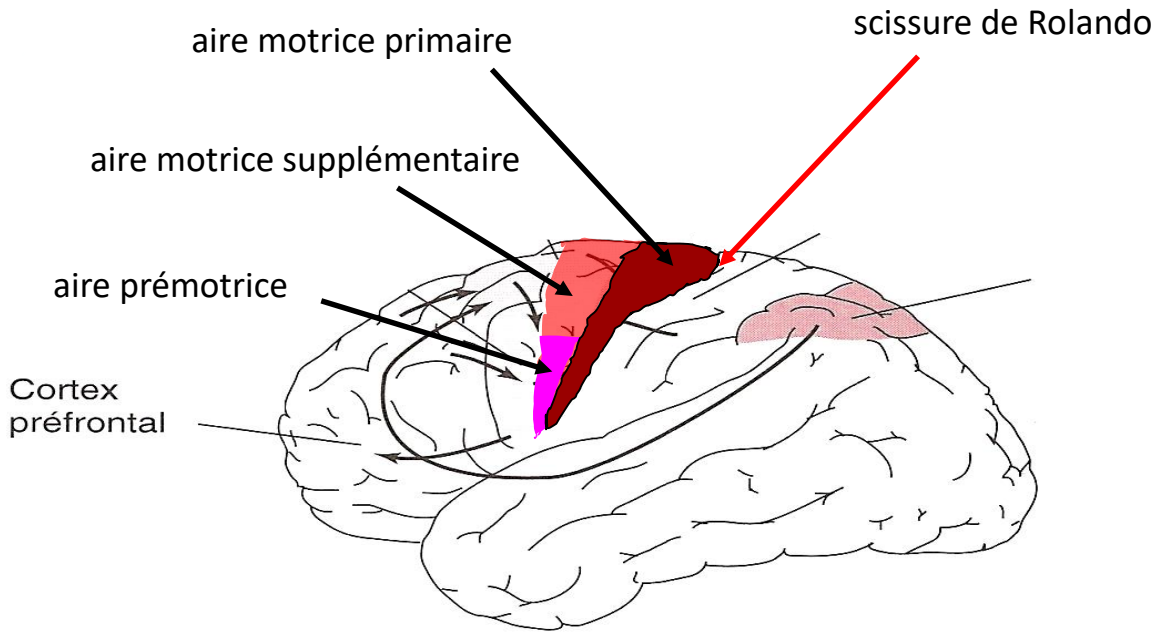
- Microstimulation du cortex moteur primaire du macaque ➔ mvmts coordonnées des la main controlatérale et de la bouche.
- ou mvmts du bras vers le centre comme pour examiner/manipuler un objet



Cortex prémoteur et aire motrice supplémentaire

Aire 6 de Brodmann

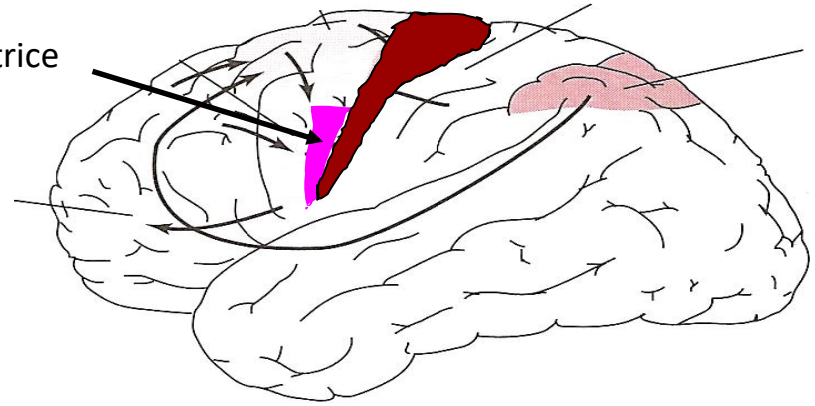
- Les neurones de l'aire 6 de Brodmann intimement impliquées dans la sélection des mvmts spécifiques ou de séquence motrices à partir du répertoire des actions possibles
- aire prémotrice
- Aire motrice supplémentaire

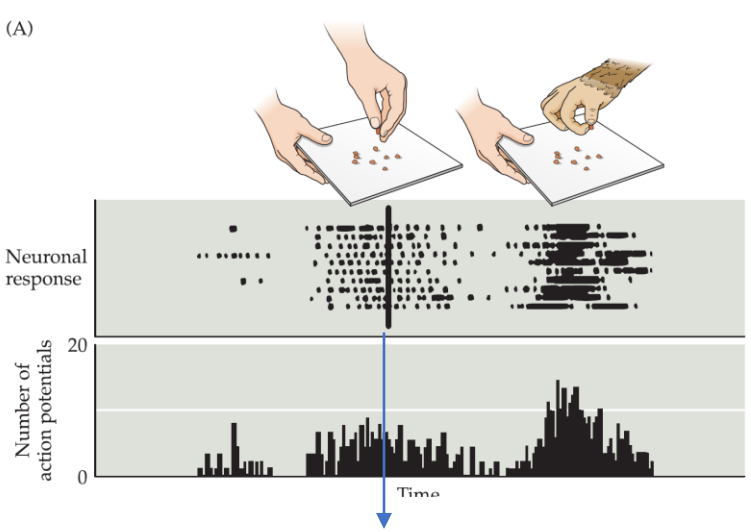


Cortex prémoteur et aire motrice supplémentaire

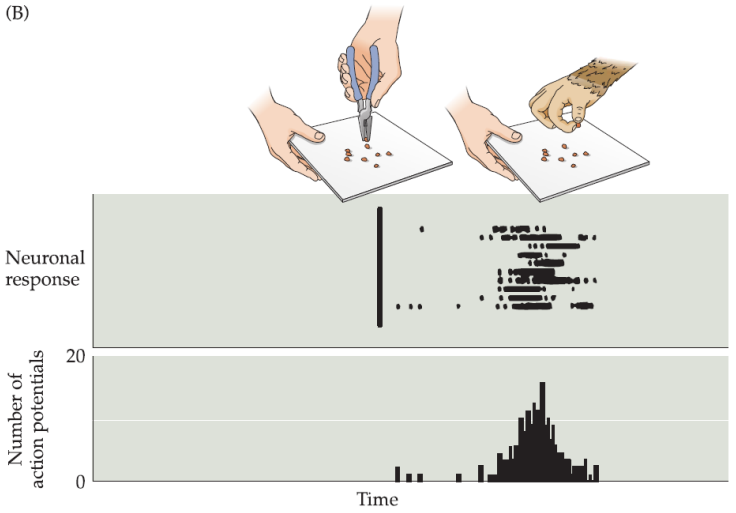
- aire prémotrice:
  - ❖ plus latérale
  - ❖ 65% des neurones ont une décharge de PAs très importante en relation avec le mouvement dans une direction spécifique
  - ❖ Impliquée dans les taches motrices conditionnelles
  - ❖ La décharge de PAs augmente AVANT l'exécution du mvmt
  - ❖ Contient des neurones « miroirs »
  - ❖ Lésions: difficulté à choisir une stratégie de mouvement mais capacité à exécuter le mouvement

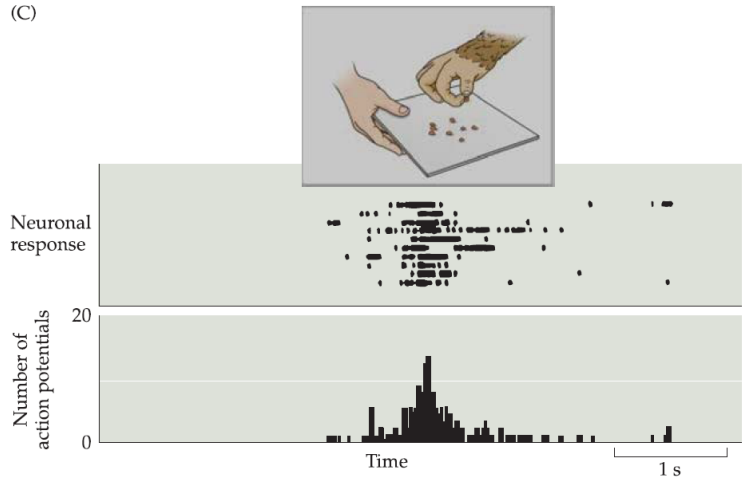
aire prémotrice





t où la nourriture est posée

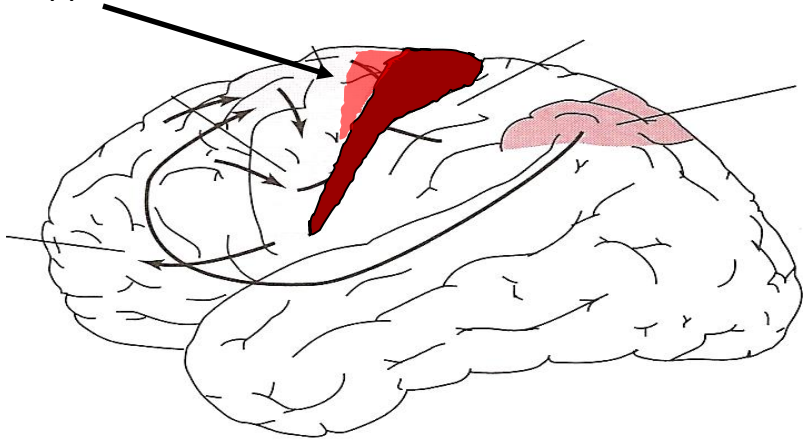




Cortex prémoteur et aire motrice supplémentaire

- Aire motrice supplémentaire:
  - ❖ Médiane
  - ❖ Actes moteurs complexes impliquant coordination
  - ❖ Spécialisation dans le déclenchement de mouvements sur la base d'indices internes (spontanés)➔ zone activée lors de de l'exécution de taches motrices mémorisées
  - ❖ Décharge de PAs 1-2 s avant le début du mvmt
  - ❖ Lésions de l'aire motrice supplémentaire ➔ chez le singe il y a réduction des mvmts spontanés alors que le mouvement en réponse à un stimulus (visuel par ex) externe sont intactes.

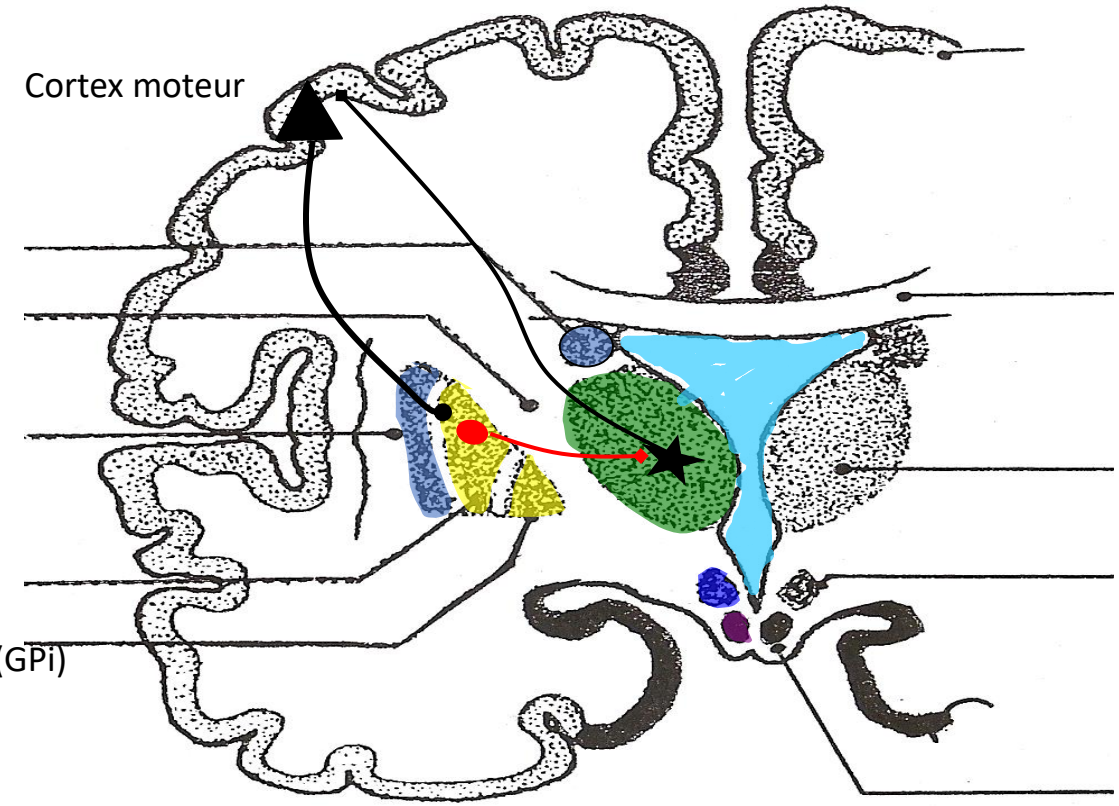
aire motrice supplémentaire



ganglions de la base: modulation du mouvement

striatum
- noyau caudé
- putamen

pallidum
- globus pallidus externe (GPe)
- globus pallidus interne (GPi)



- Les ganglions de la base constituent une boucle sous-corticale qui contrôle le mouvement volontaire: départ du cortex, relai dans les ganglions de la bases puis projections vers le cortex
- Ils ne sont pas tous sur le même plan anatomique
- Actifs en début et en fin des séquences motrices

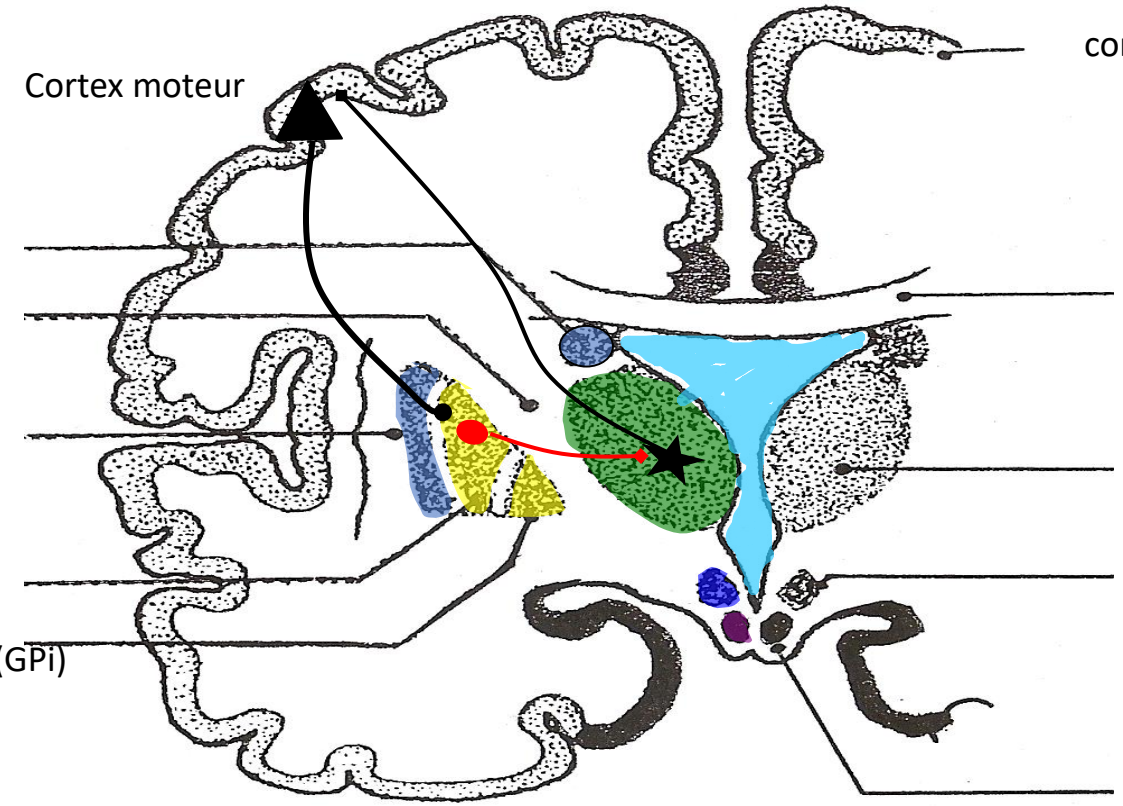
Striatum = putamen + noyau caudé

Pallidum= globus pallidus interne (GPi) et externe (GPe)

Ganglions de la base

coupe frontale / télencéphale

ganglions de la base: modulation du mouvement



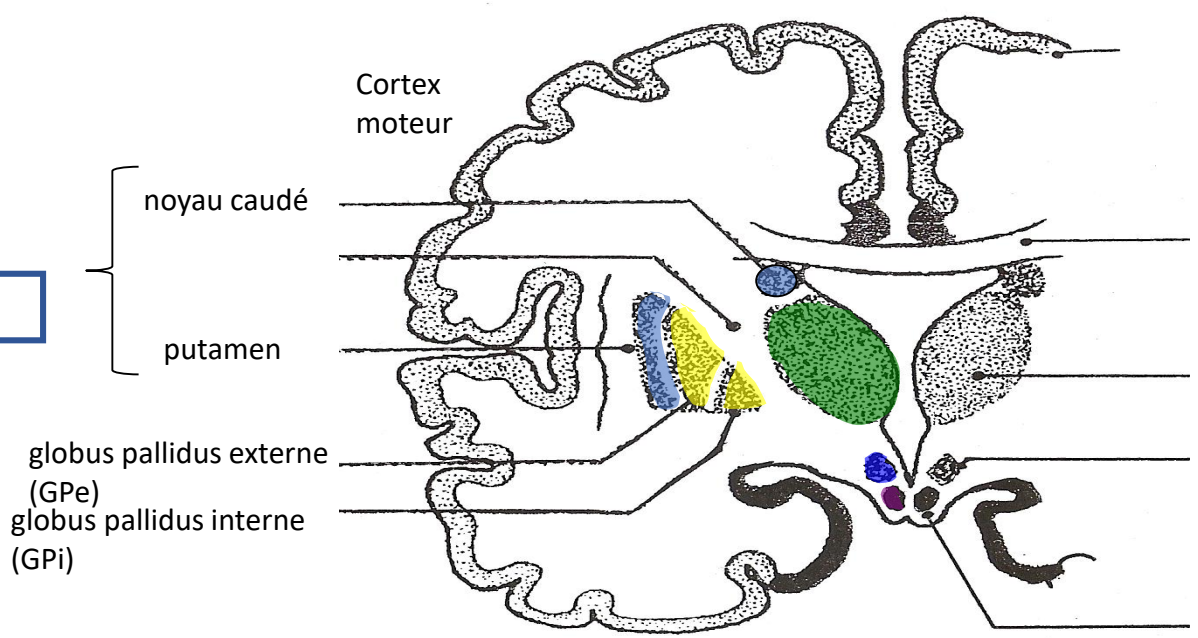
Striatum = putamen + noyau caudé

Pallidum= globus pallidus interne (GPi) et externe (GPe)

Ganglions de la base

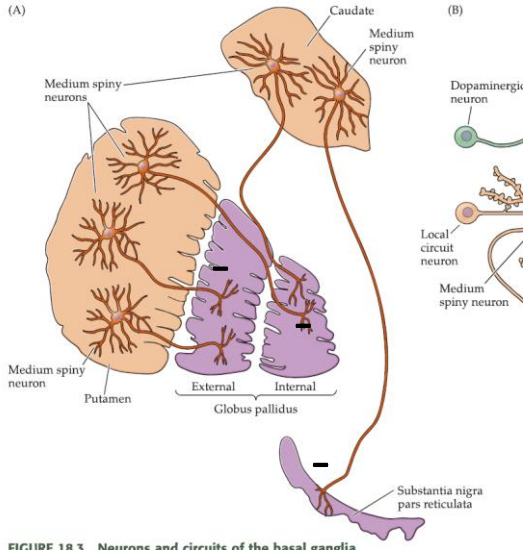
coupe frontale / télencéphale

ganglions de la base: modulation du mouvement

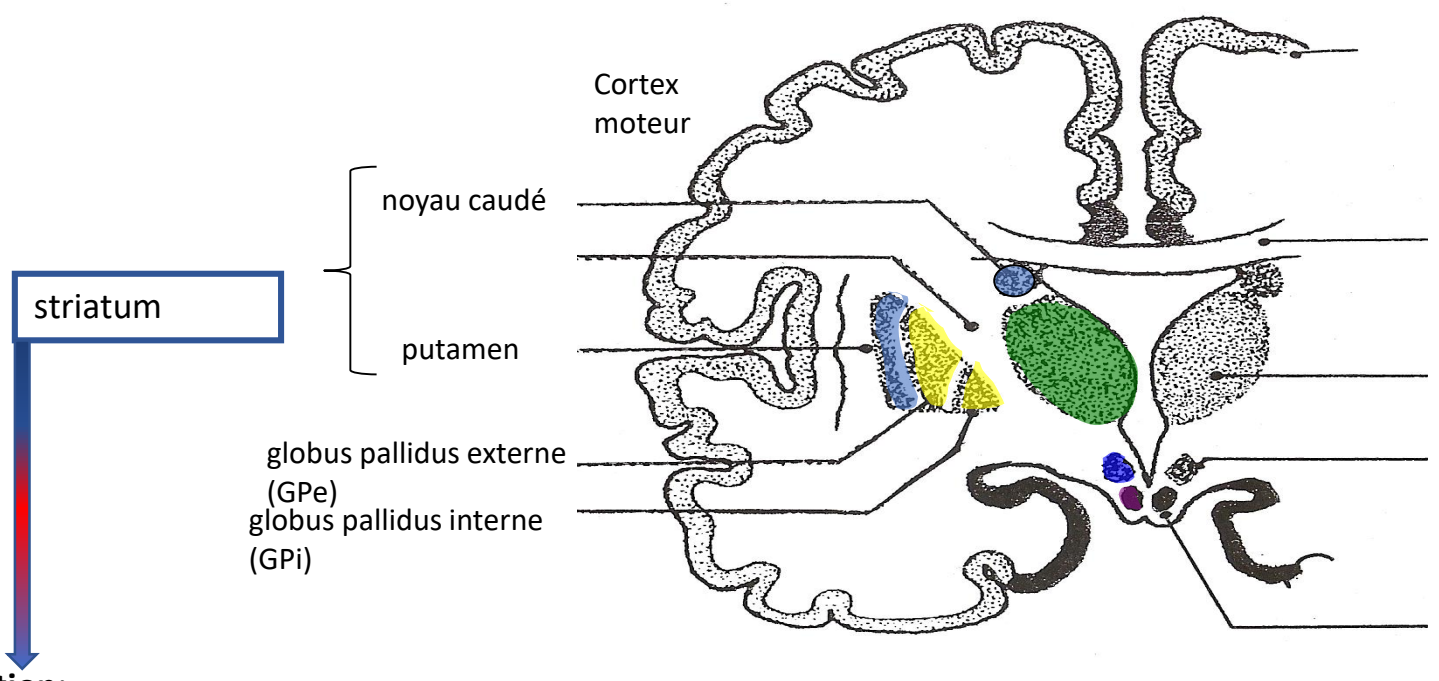


zone de réception:

- reçoit les synapses des neurones des autres structures:
  - Noyau caudé: SNc, cortex
  - Putamen: cortex (aires 4, 6), aires corticales multimodales, aires somésthésiques, visuelles, SNc…
- Contient des **neurones épineux moyens** essentiellement GABAergiques ➔ INHIBITEURS (-)

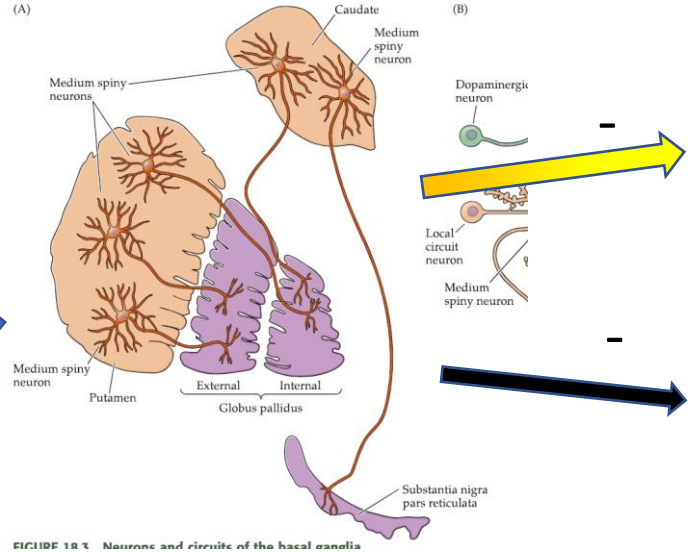


ganglions de la base: modulation du mouvement



zone de réception:

- reçoit les synapses des neurones des autres structures:
  - Noyau caudé: SNc, cortex
  - Putamen: cortex (aires 4, 6), aires corticales multimodales, aires somésthésiques, visuelles, SNc…
- Contient des neurones essentiellement GABAergiques (**neurones épineux moyens**)



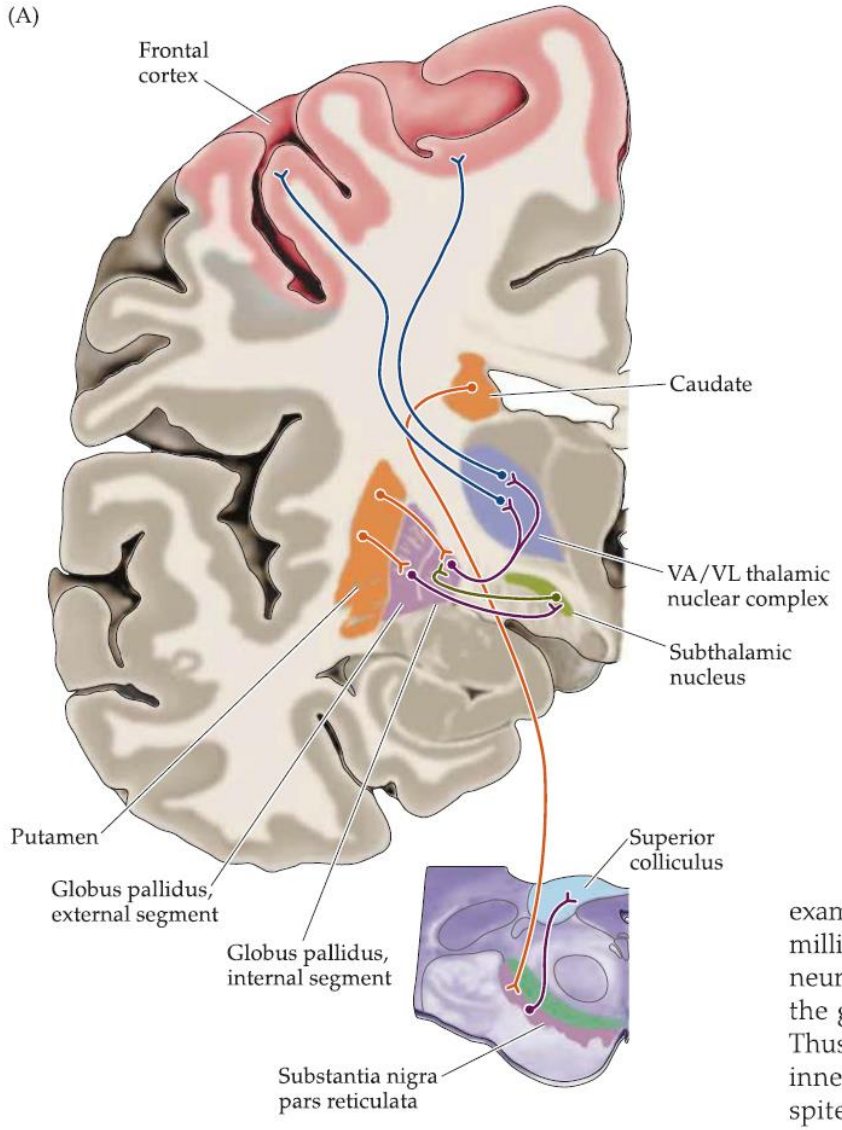
Pallidum

- GPi et GPe: traversés par un grand nombre de fibres myélinisées
- Contient des neurones GABAergiques qui ont une activité de décharge **TONIQUE**

Substance noire *pars reticultata* (SNr):

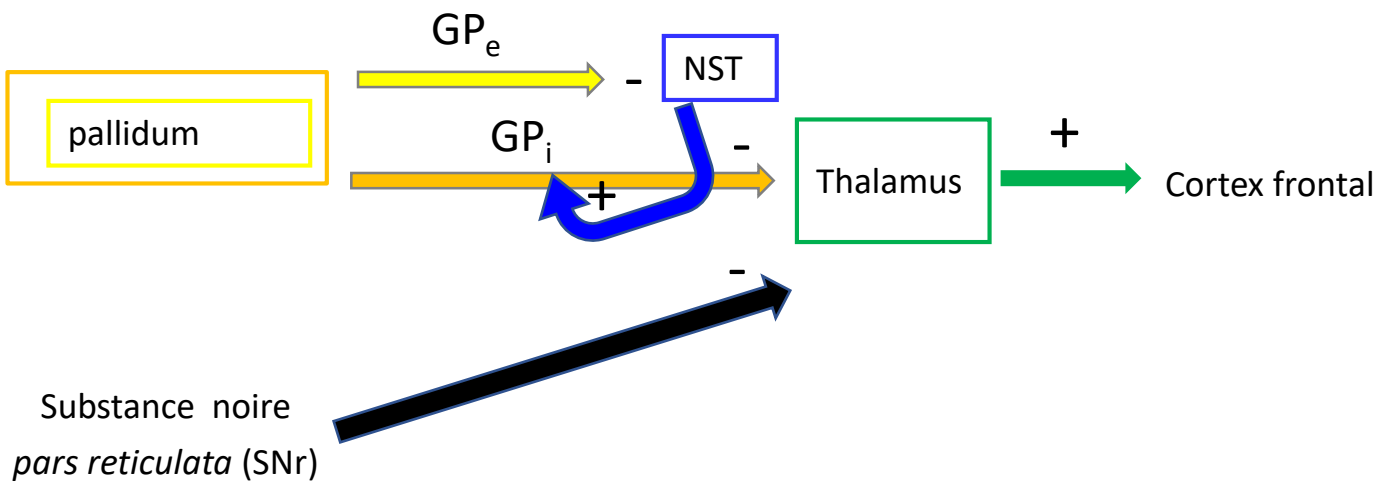
- axones qui la traversent forment une toile
- Contient des neurones GABAergiques

ganglions de la base: modulation du mouvement

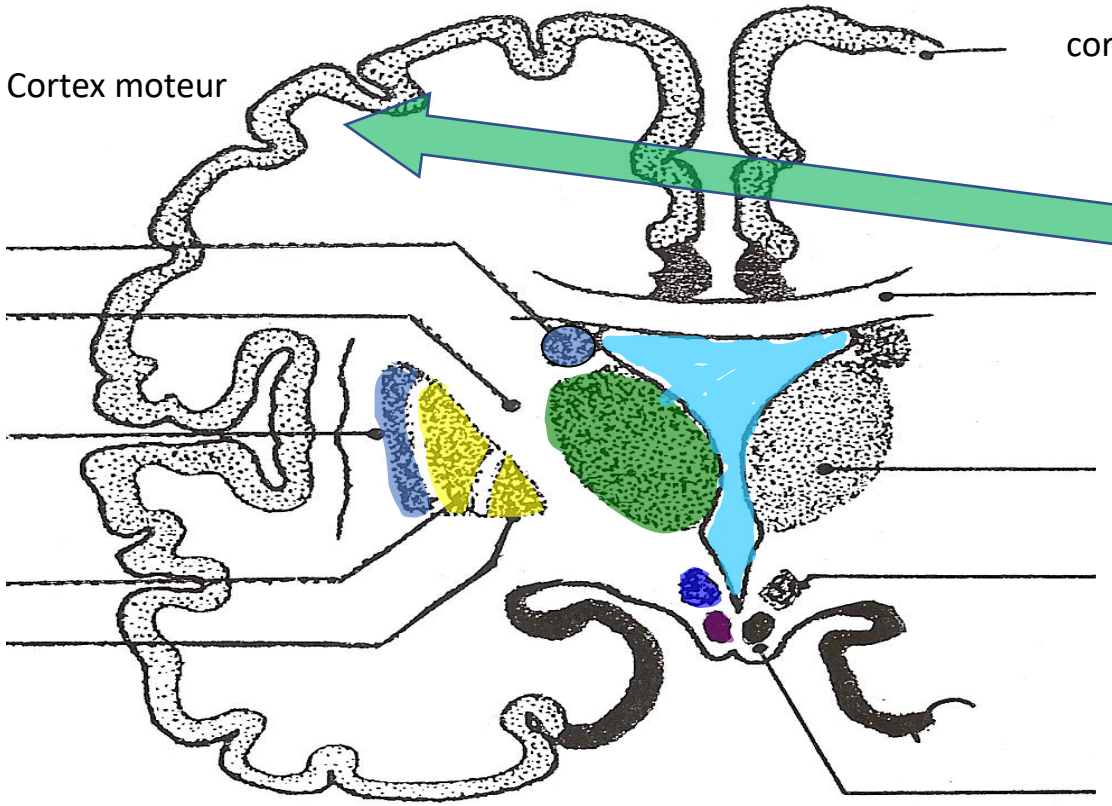


describes the appearance of the large number of myelinated

exampl
million
neuron
the glo
Thus, o
innerva
spite th
axons fi
lidal ne



Boucle cortico-sous-corticale



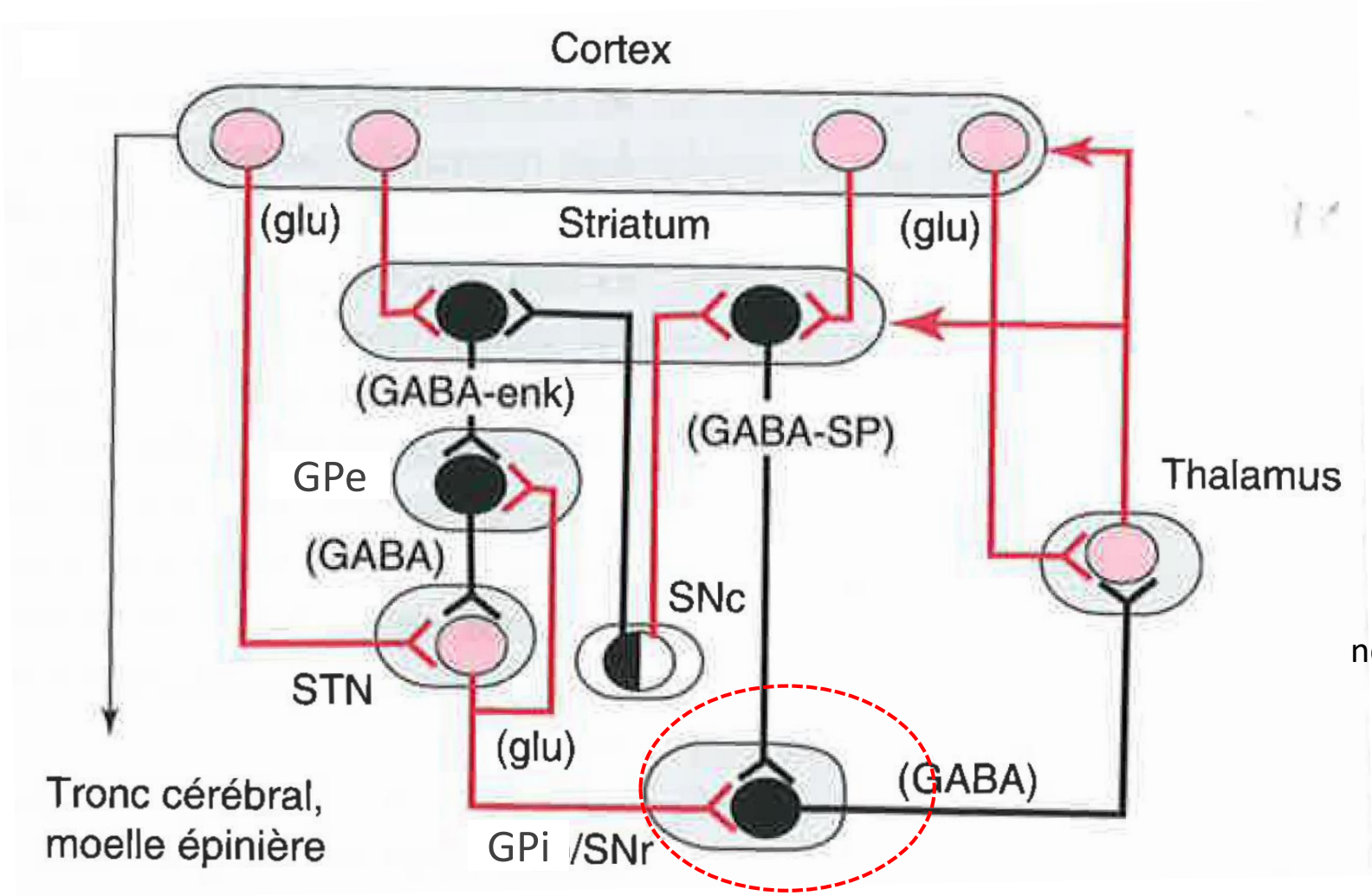
striatum

Globus Pallidus

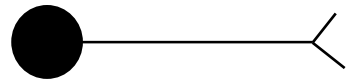
Substance noire
pars reticulata (SNr)

Thalamus

ganglions de la base: voie directe et voie indirecte

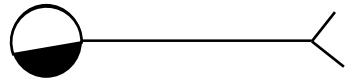


neurones épineux moyens (GABAergiques,(-))

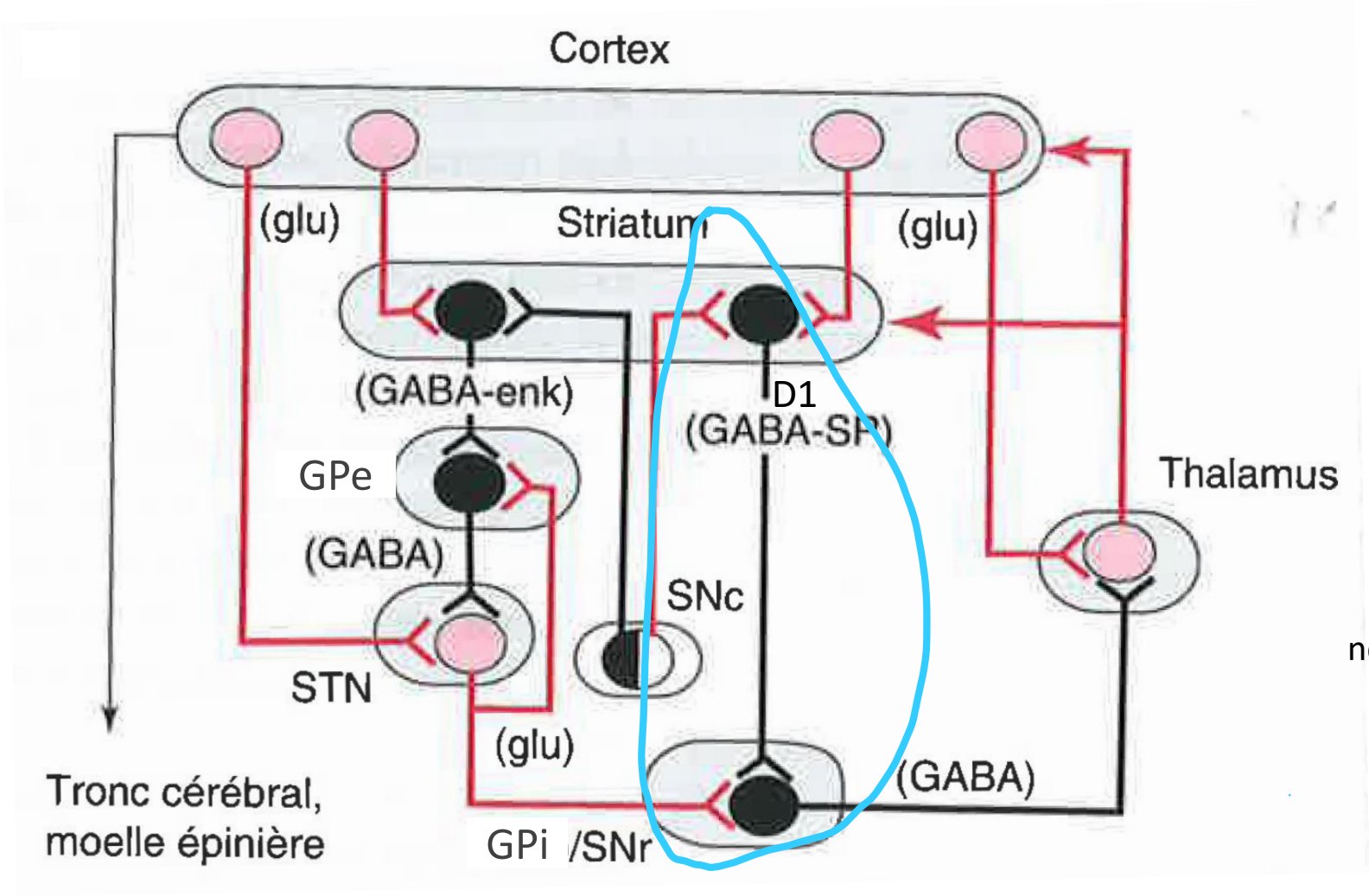


neurones glutamatergiques (+)

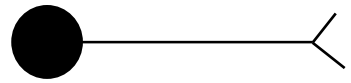
neurones dopaminergiques (+ ou -)



ganglions de la base: voie directe

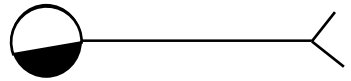


neurones épineux moyens (GABAergiques,(-))



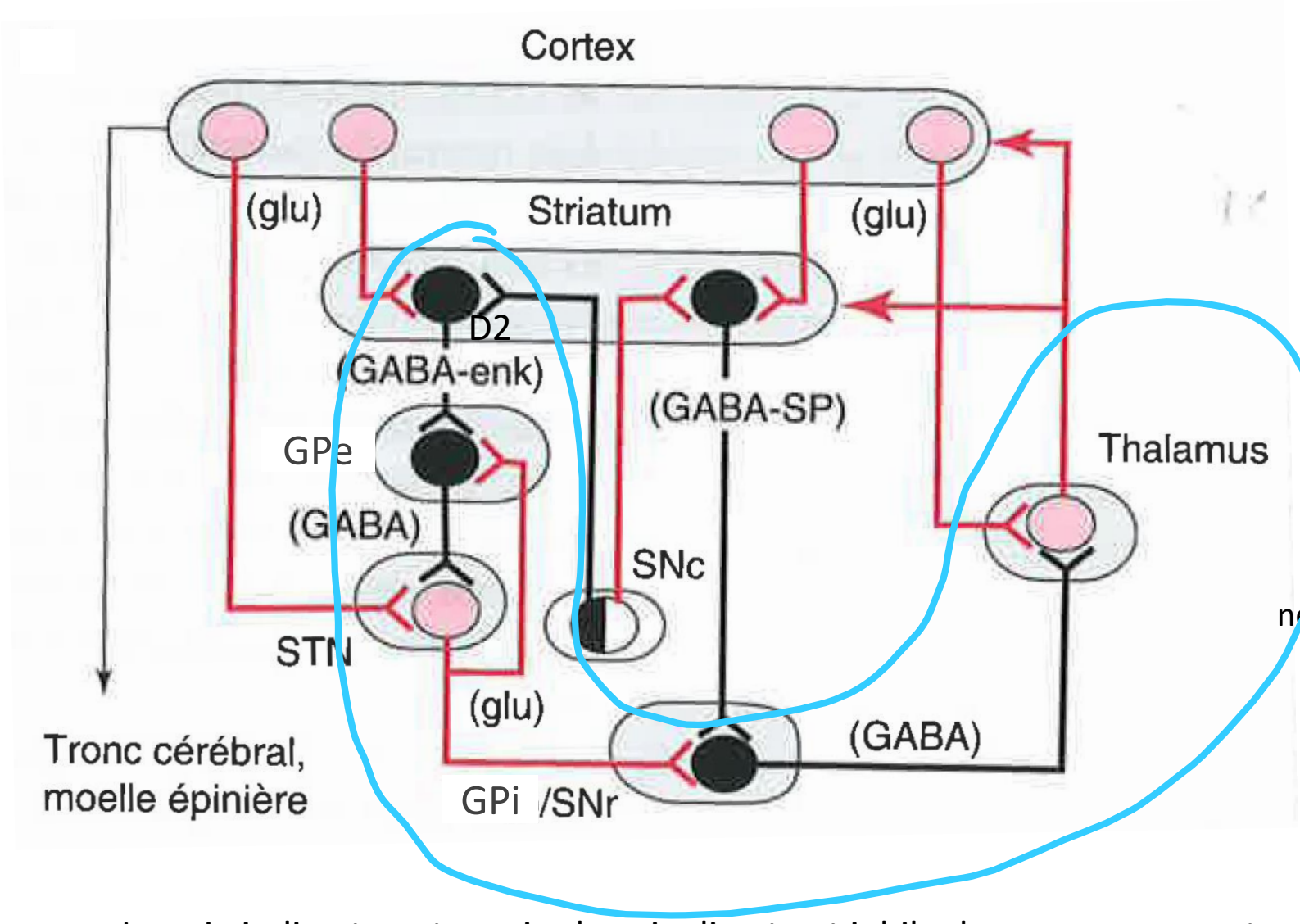
neurones glutamatergiques (+)

neurones dopaminergiques (+ ou -)

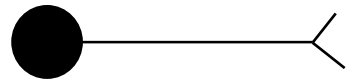


La voie directe confère aux Ganglions de la base la possibilité de démarrer de mouvements volontaires

ganglions de la base: voie indirecte

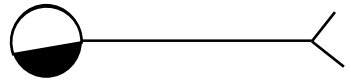


neurones épineux moyens (GABAergiques,(-))



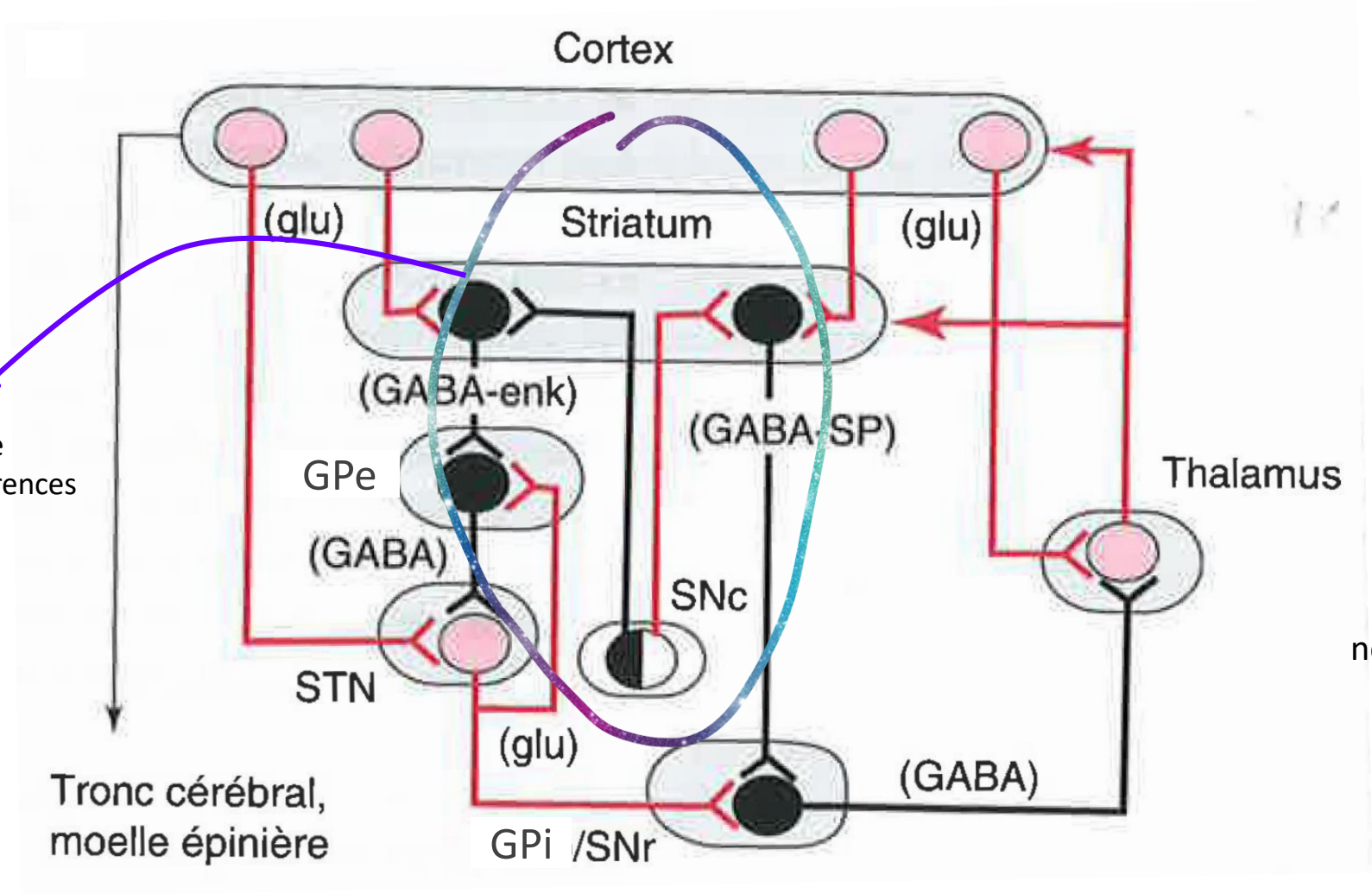
neurones glutamatergiques (+)

neurones dopaminergiques (+ ou -)



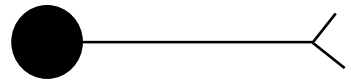
La voie indirecte antagonise la voie directe et inhibe le programme moteur

ganglions de la base: modulation par la dopamine



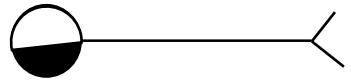
voie nigro-striée
module les afférences
cortico-striées

neurones épineux moyens
(GABAergiques,(-))



neurones glutamatergiques (+)

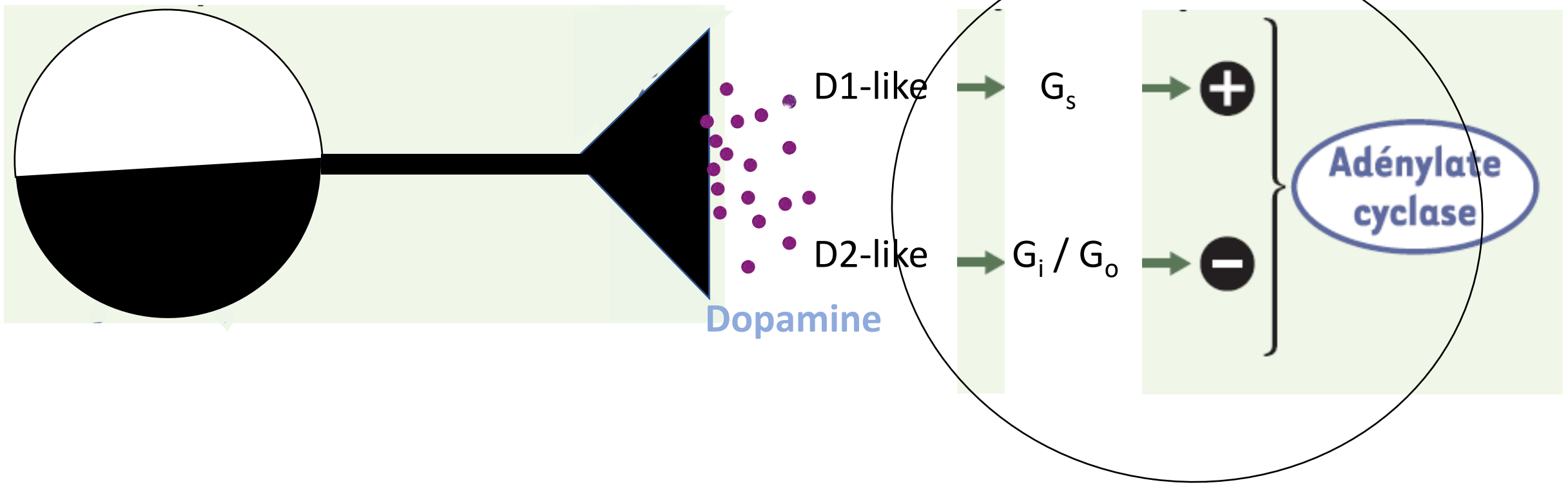
neurones dopaminergiques (**+** ou **-**)



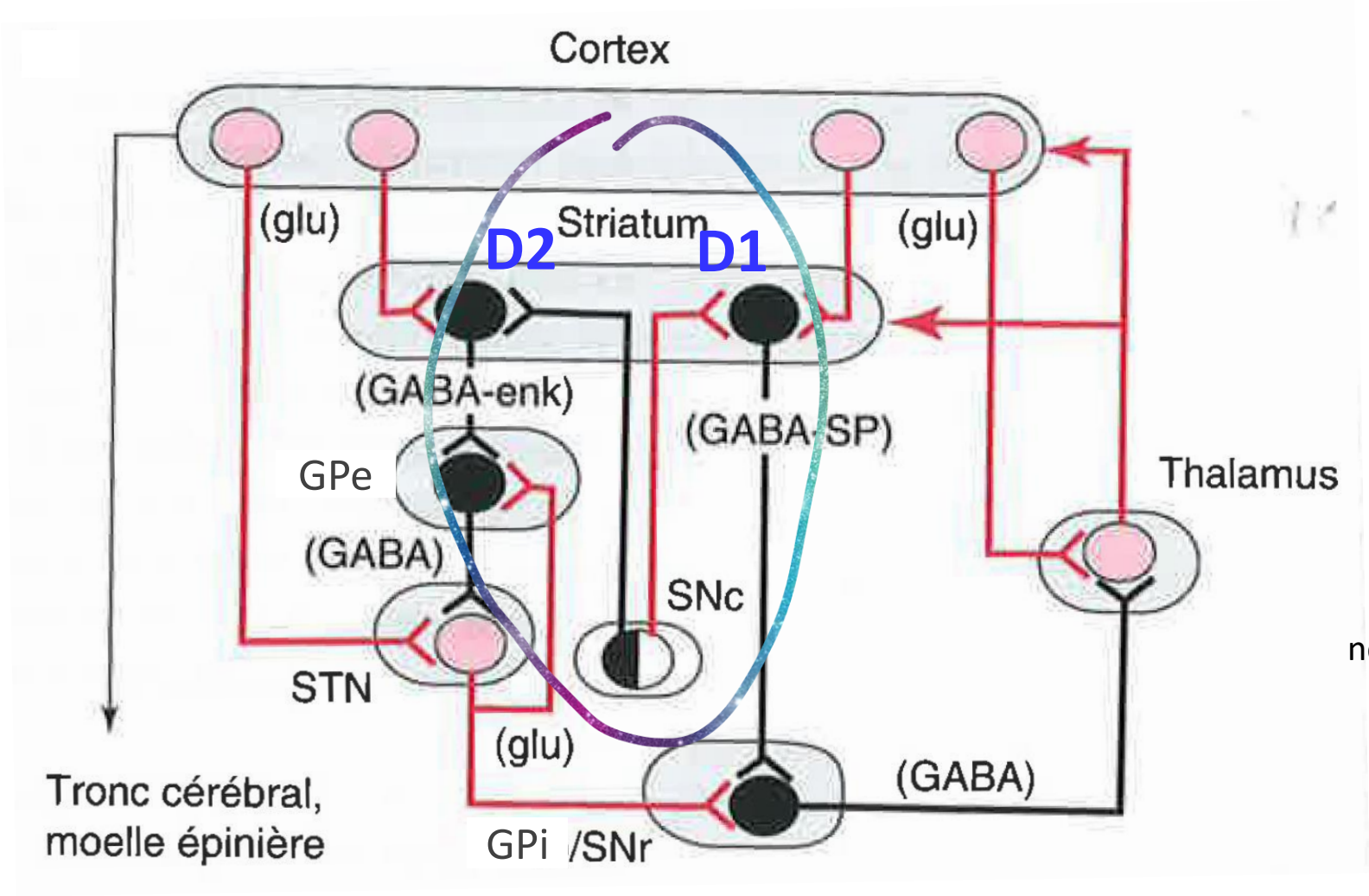
La dopamine qui peut avoir des effets post-synaptiques opposés

Neurone de la SNc (*pars compacta*,prè-synaptique)

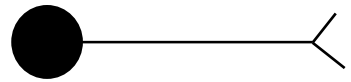
Neurone épineux moyen du striatum (post-synaptique)



ganglions de la base: modulation par la dopamine

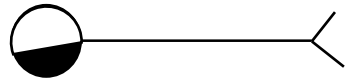


neurones épineux moyens (GABAergiques,(-))



neurones glutamatergiques (+)

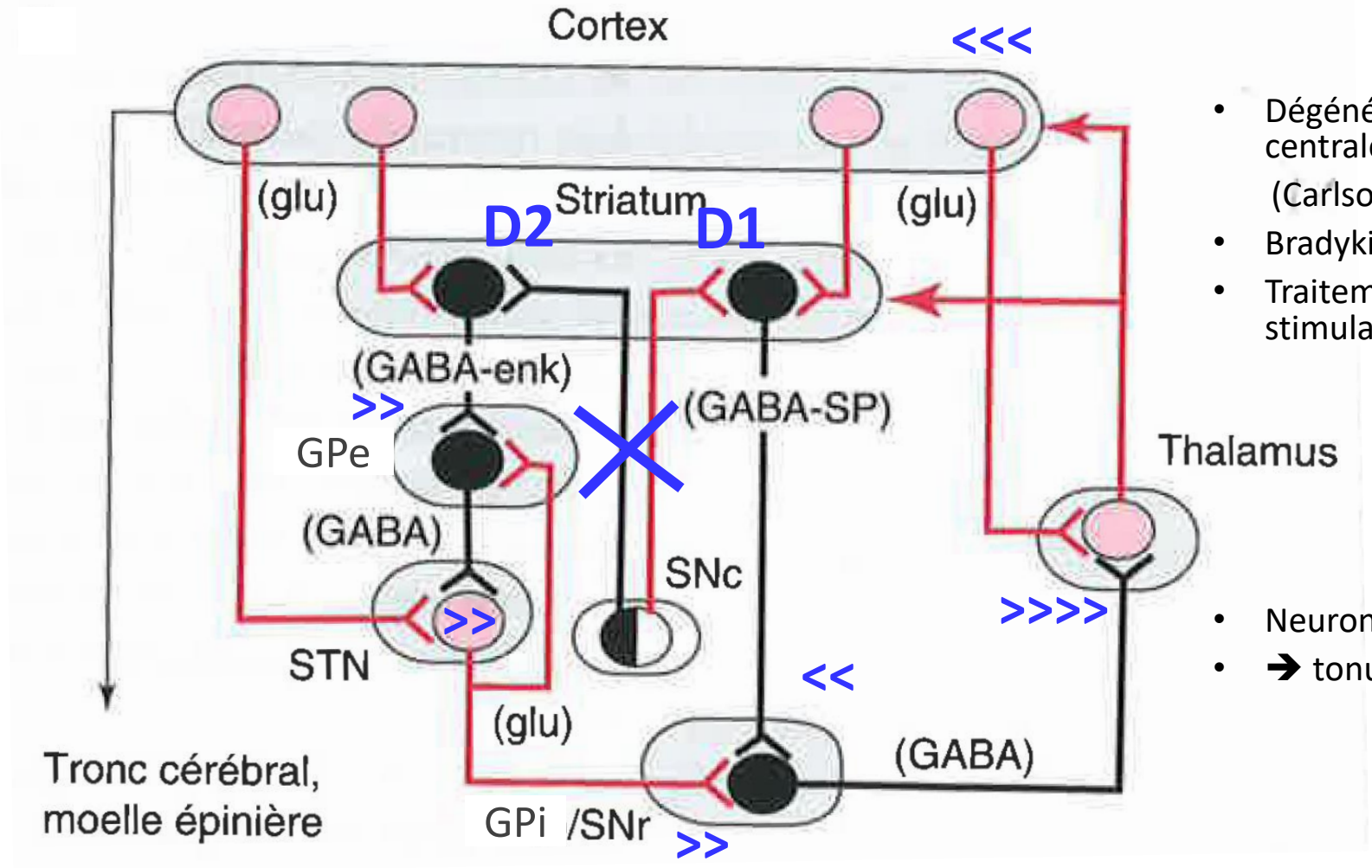
neurones dopaminergiques (+ ou -)



La dopamine est un modulateur du système des ganglions de la base

ganglions de la base et mouvements anormaux

Les hypokinésies: la maladie de Parkinson

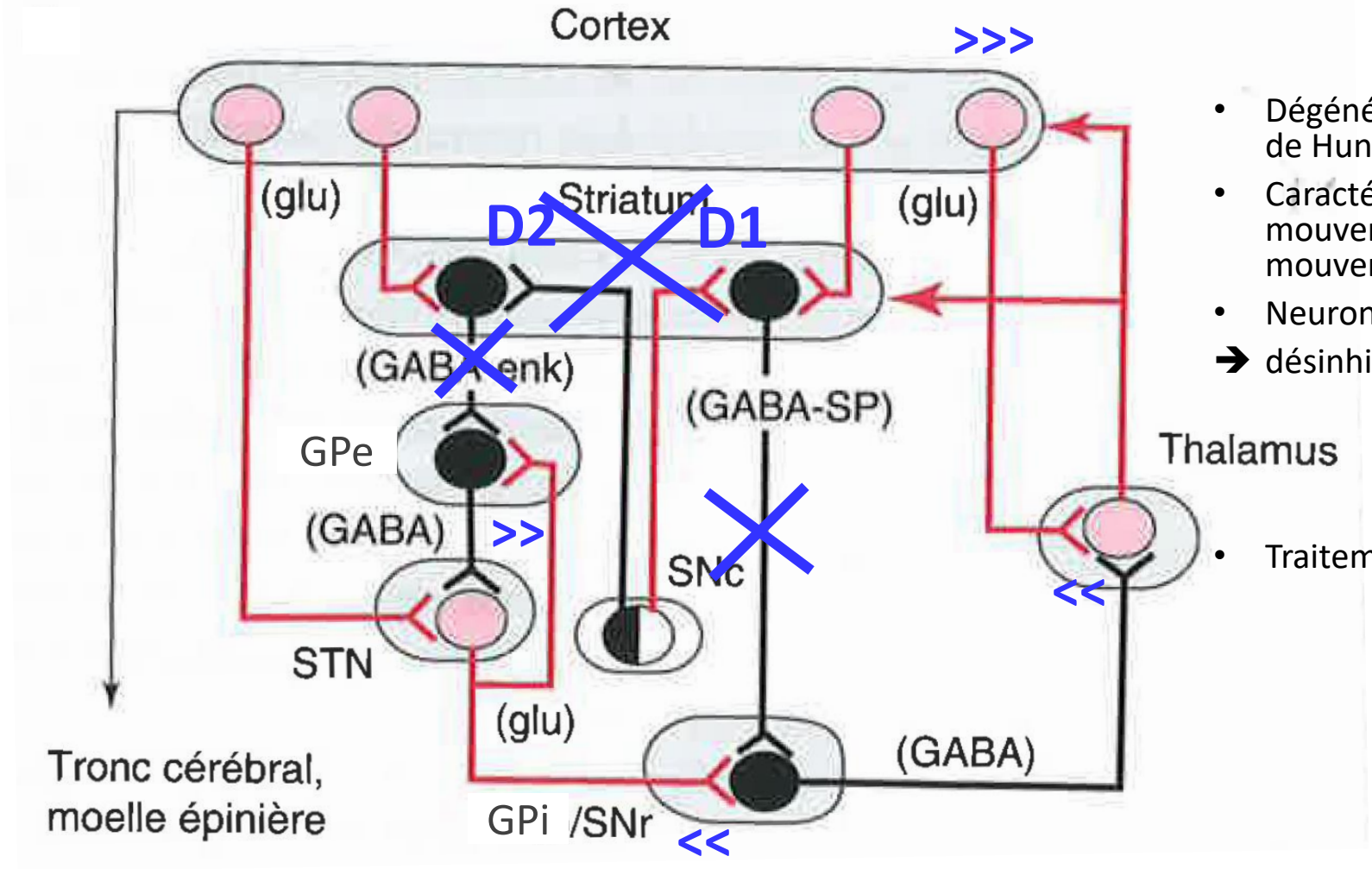


- Dégénérescence SNc, entre autres structures centrales (noyaux raphé) ⇒ déficit en Dopamine (Carlson, prix Nobel en 2000)
- Bradykinésie, akinésie, rigidité, tremblements
- Traitement avec administration de L-DOPA (et stimulation profonde ;))

- Neurones NST et Gpi/SNr plus excités
- ➔ tonus inhibiteur exagéré sur le thalamus,

ganglions de la base et mouvements anormaux

Les hyperkinésies



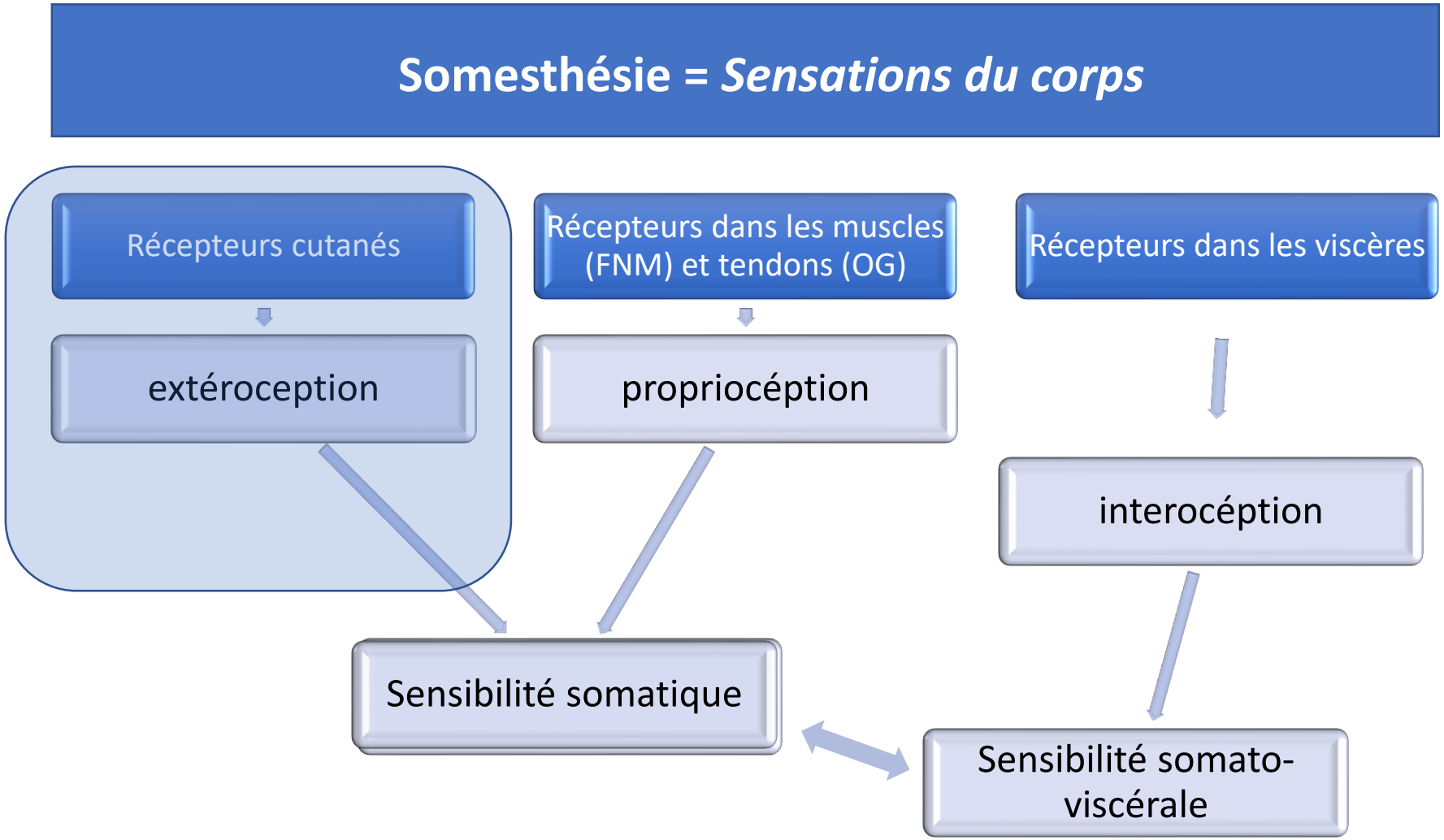
- Dégénération des neurones du striatum. Maladie de Huntington, génétique héréditaire.
- Caractérisées par une augmentation des mouvements normaux entre-coupés de mouvements rapides, incontrôlables.
- Neurones NST et Gpi/SNr moins actifs

➔ désinhibition des projections thalamo-corticales

- Traitements: agonistes des récepteurs D2

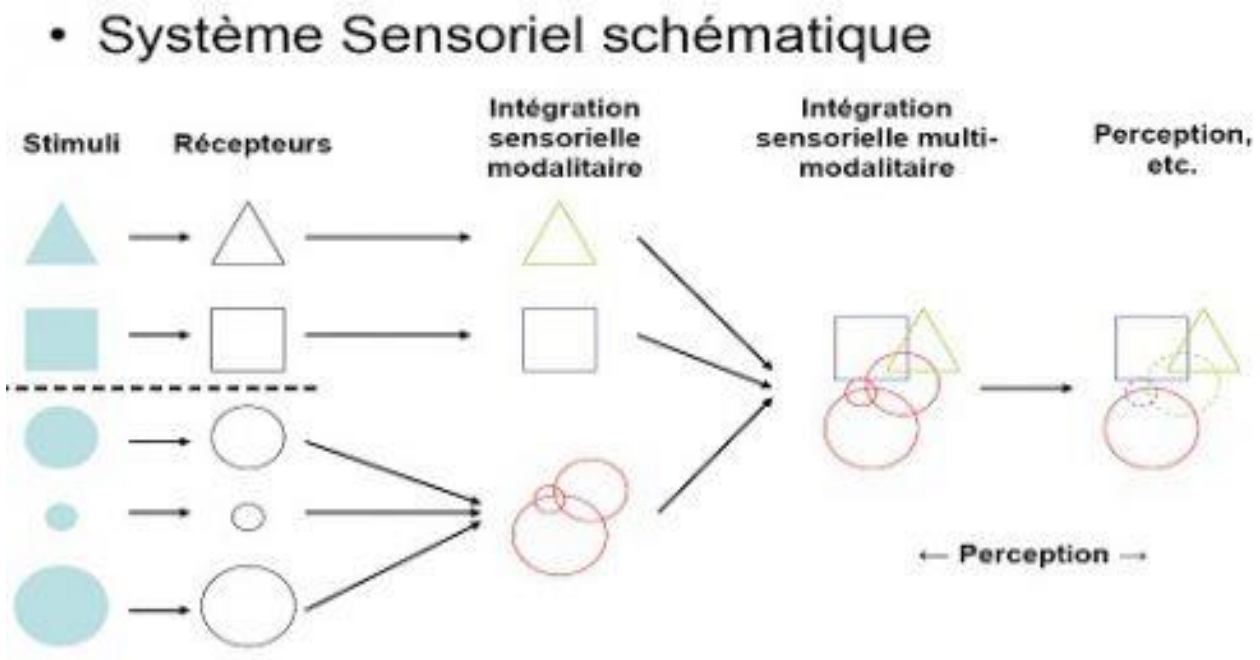
Le système somesthésique

(ou de la sensibilité sensorielle somatique)



Le système somésthésique

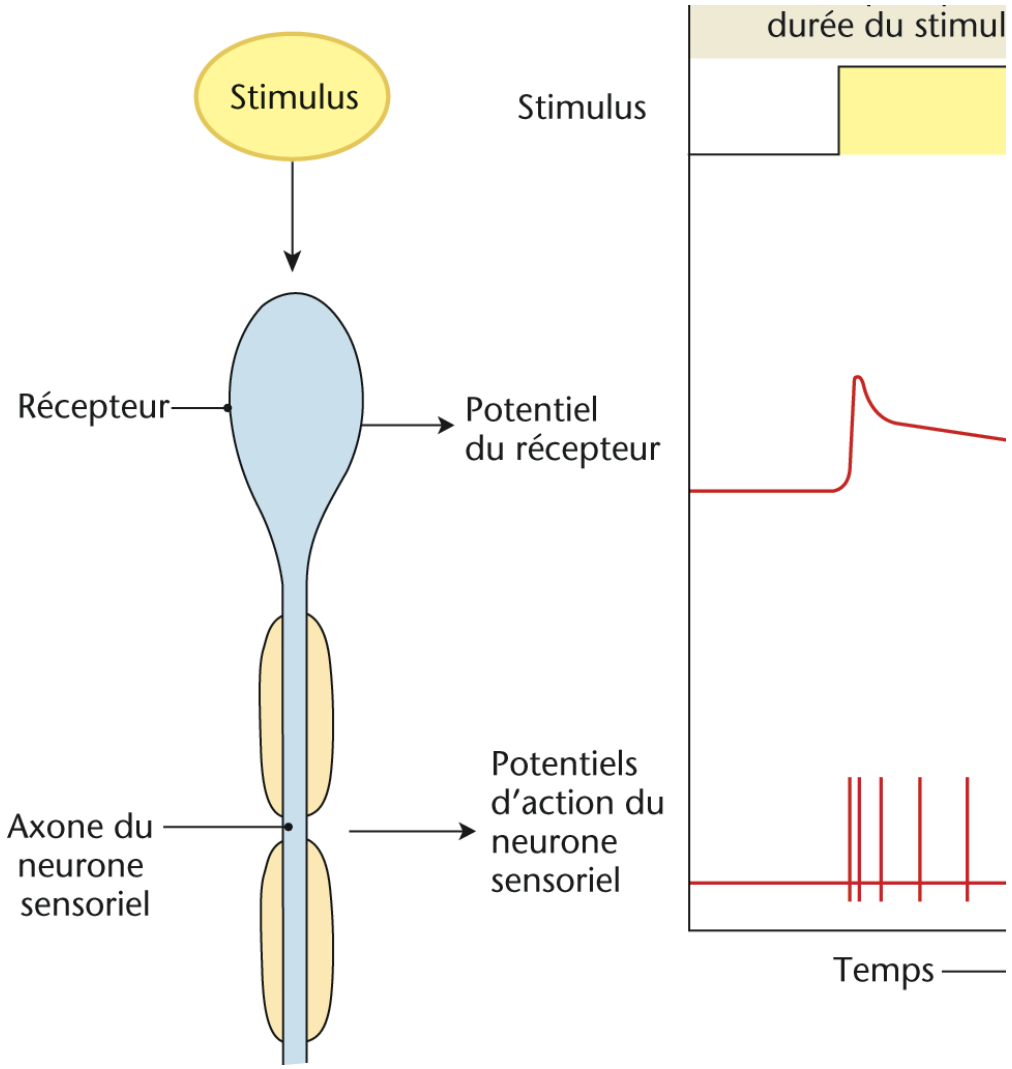
(ou de la sensibilité sensorielle somatique)



Le cours se concentre sur le toucher

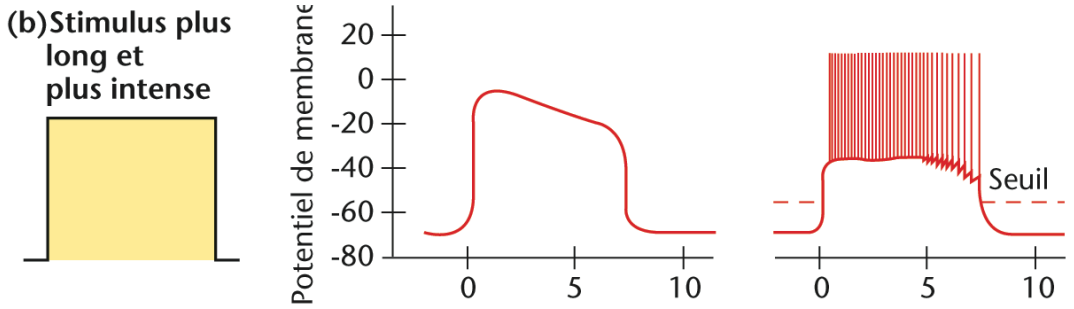
Le système somesthésique

(ou de la sensibilité sensorielle somatique)



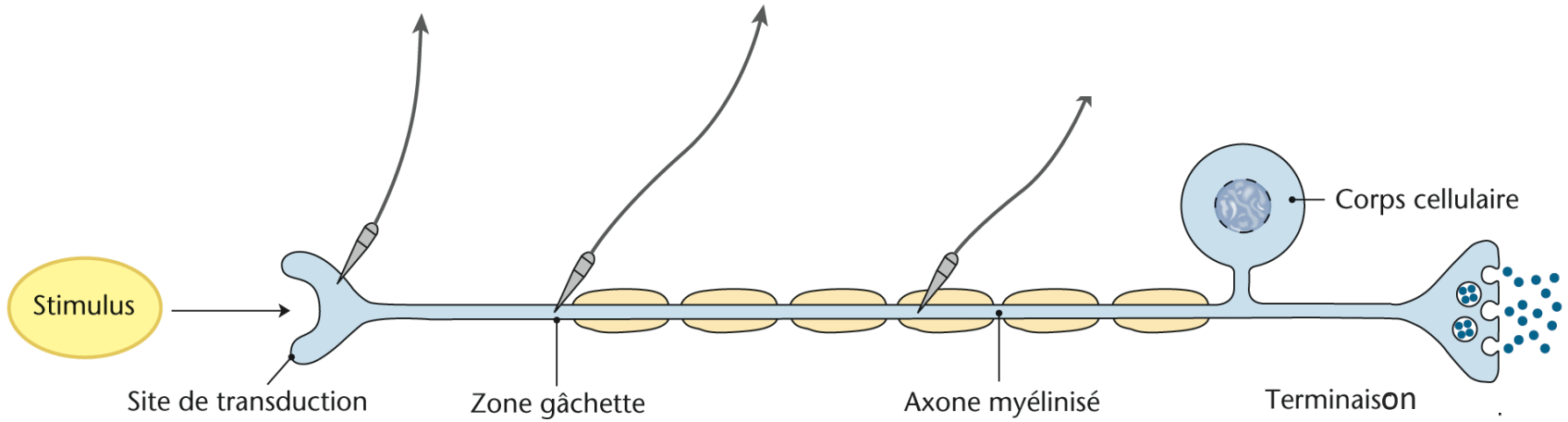
Le système somesthésique

(ou de la sensibilité sensorielle somatique)



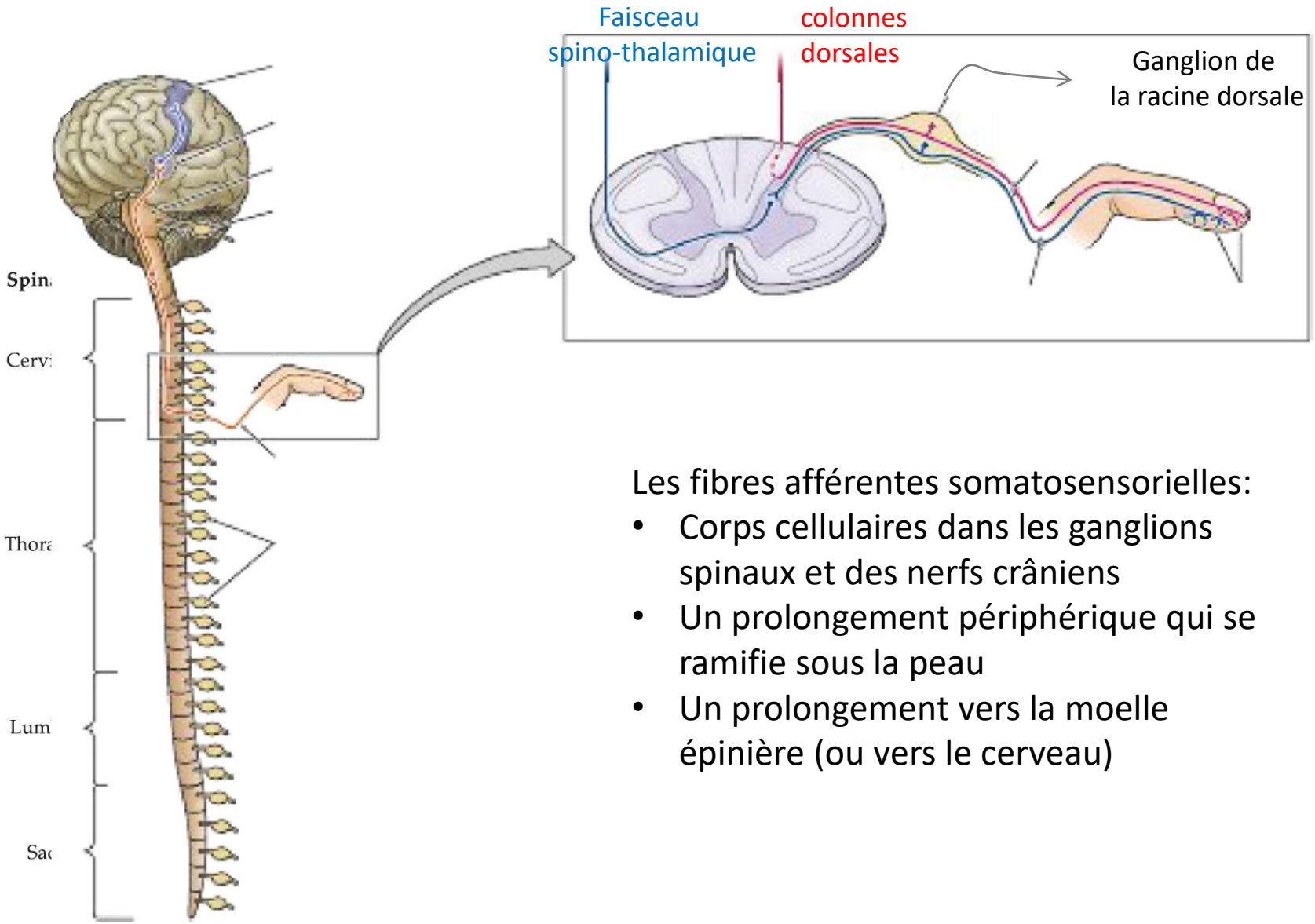
Potentiel récepteur

Potentiel d'action



neurone sensoriel primaire

Le système somesthésique



Les fibres afférentes somatosensorielles:

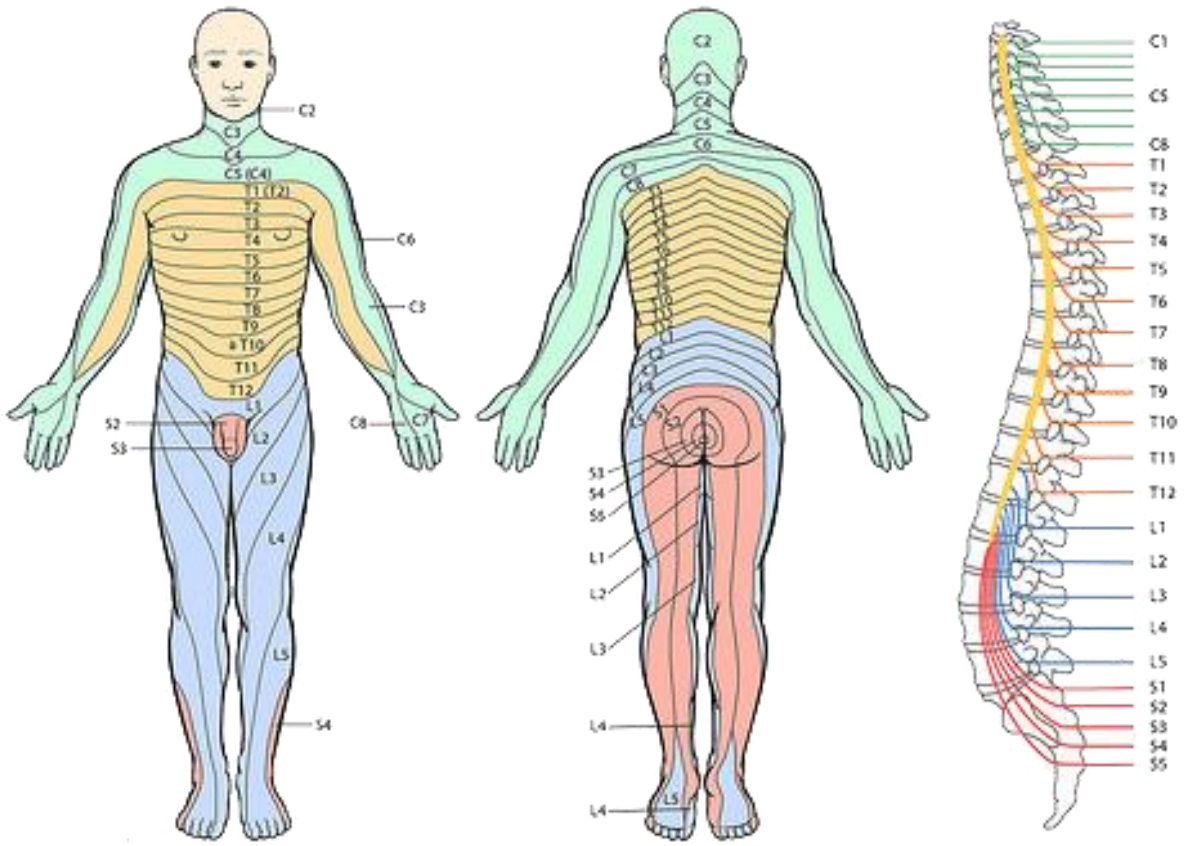
- Corps cellulaires dans les ganglions spinaux et des nerfs crâniens
- Un prolongement périphérique qui se ramifie sous la peau
- Un prolongement vers la moelle épinière (ou vers le cerveau)

Le système somesthésique

Les fibres somesthésiques

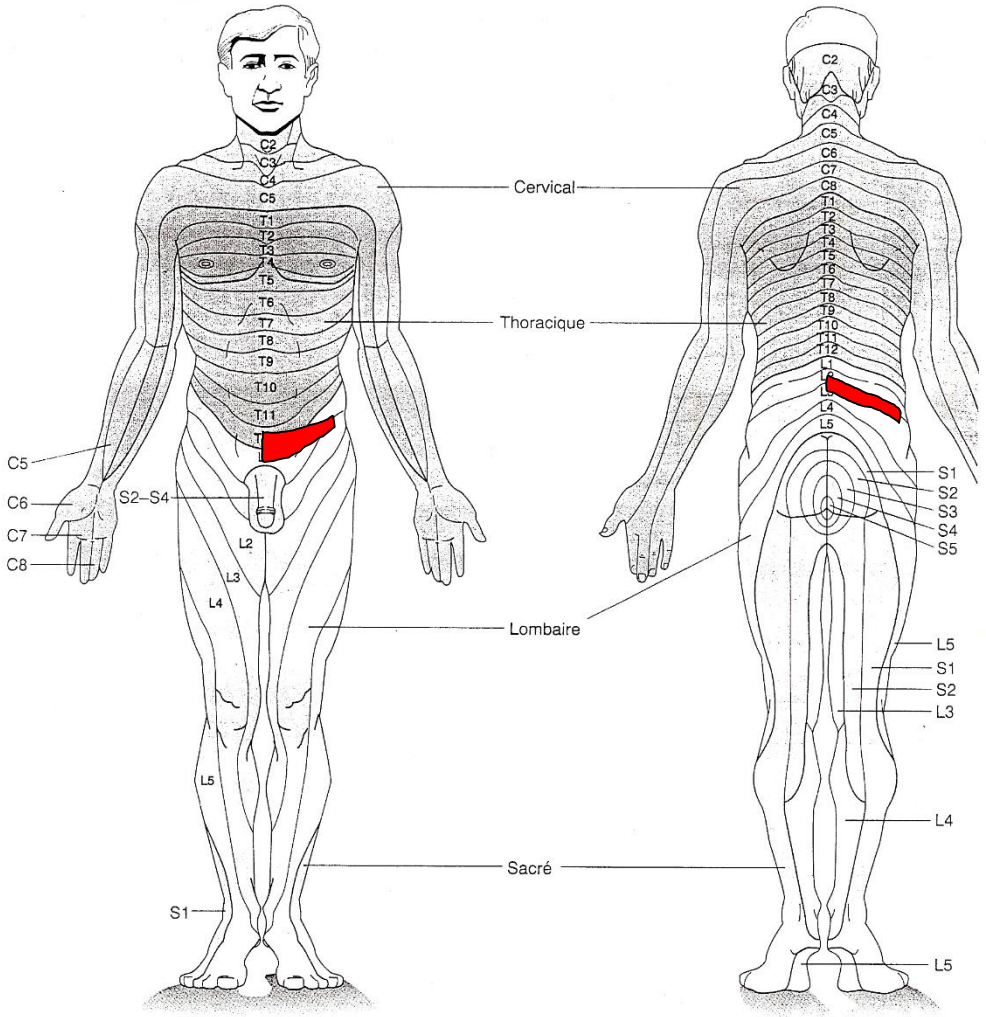
	diamètre	vitesse	origine	récepteur	cible	fonction
Ia	12 - 20 μm	70 - 120 m/s	muscle	annulo-spiralée	motoneurone	réflexe
II	5 - 12 μm	30 - 70 m/s	muscle	en bouquet	motoneurone	réflexe
***A*β (type *III*)**	**9-12 µm**	**35-75 m/s**	**peau**	**Corpuscules de Pacini, Ruffini, Meissner, Merkel**	**Moelle épinière et cerveau**	**toucher**
Aδ (type *III*)	**1-5 µm**	**5-30 m/s**	**peau**	**terminaisons libres**	**Moelle épinière et cerveau**	**douleur, température**
***C* (type *IV*)**	**0.5 - 1 μm**	**0.5 - 2 m/s (amyélinique)**	**peau – muscle…**	**terminaison libre (nocicepteur thermocepteur)**	**interneurone - motoneurone**	**douleur, température démangeaison**

Organisation segmentaire et dermatome



- Organisation segmentaire de la moelle épinière mais aussi des ganglions (rappelez-vous les somites!)
- Chaque ganglion spinal est en relation avec l'innervation d'un territoire du corps
- Dermatome: Région de peau innervée par les racines dorsales d'un seul segment spinal/ région cutanée innervée par les fibres sensorielles appartenant à une même racine dorsale
- Le visage n'est pas contacté par les nerfs rachidiens mais par le nerf facial (III, 1er cours!)
- Diagnostic neurologique

Pathologie liée au dermatome: ZONA

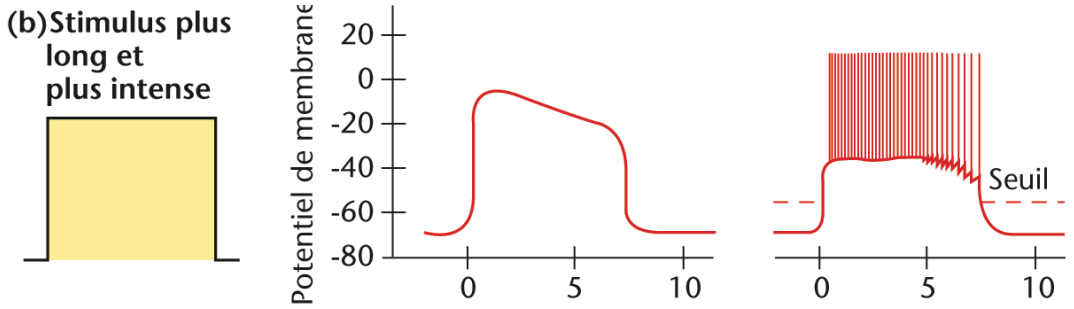


surfaces corporelles occupées par les dermatomes
(limites entre dermatomes voisins chevauchantes, non représenté sur le schéma)

- A la suite d'une VARICELLE, presque tous les virus (*groupe HERPES*) sont détruits sauf quelques-uns qui restent dormants dans les ganglions rachidiens pendant plusieurs années.
- le virus peut se réactiver (1% population - plusieurs zona alors que 90% possèdent virus dormant)
- Réaction inflammatoire dans les ganglions rachidiens et dans les nerfs, causant l'apparition des vésicules + douleur qui peut durer des mois ou des années.
- ZONA = sensibilité cutanée accrue sur zones délimitées de la peau généralement sur un seul côté du corps, sensation de brûlure ou picotement, douleur locale aiguë, vésicules rouges et rugueuses localisées en grappes sur la peau (+ fatigue et état fébrile)

Le système somesthésique

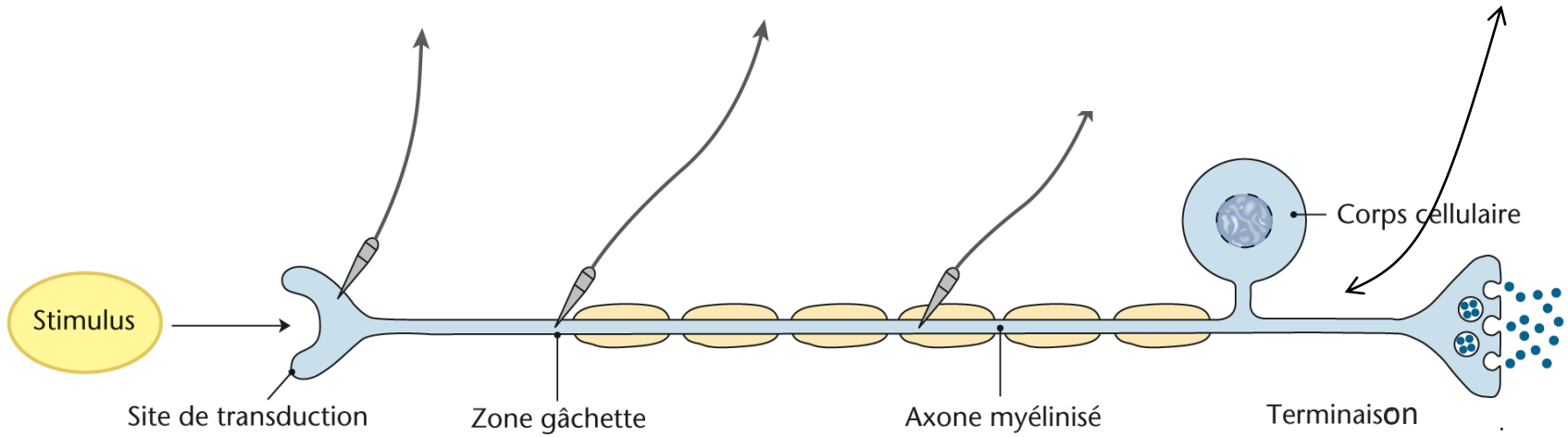
(ou de la sensibilité sensorielle somatique)



Potentiel récepteur

Potentiel d'action

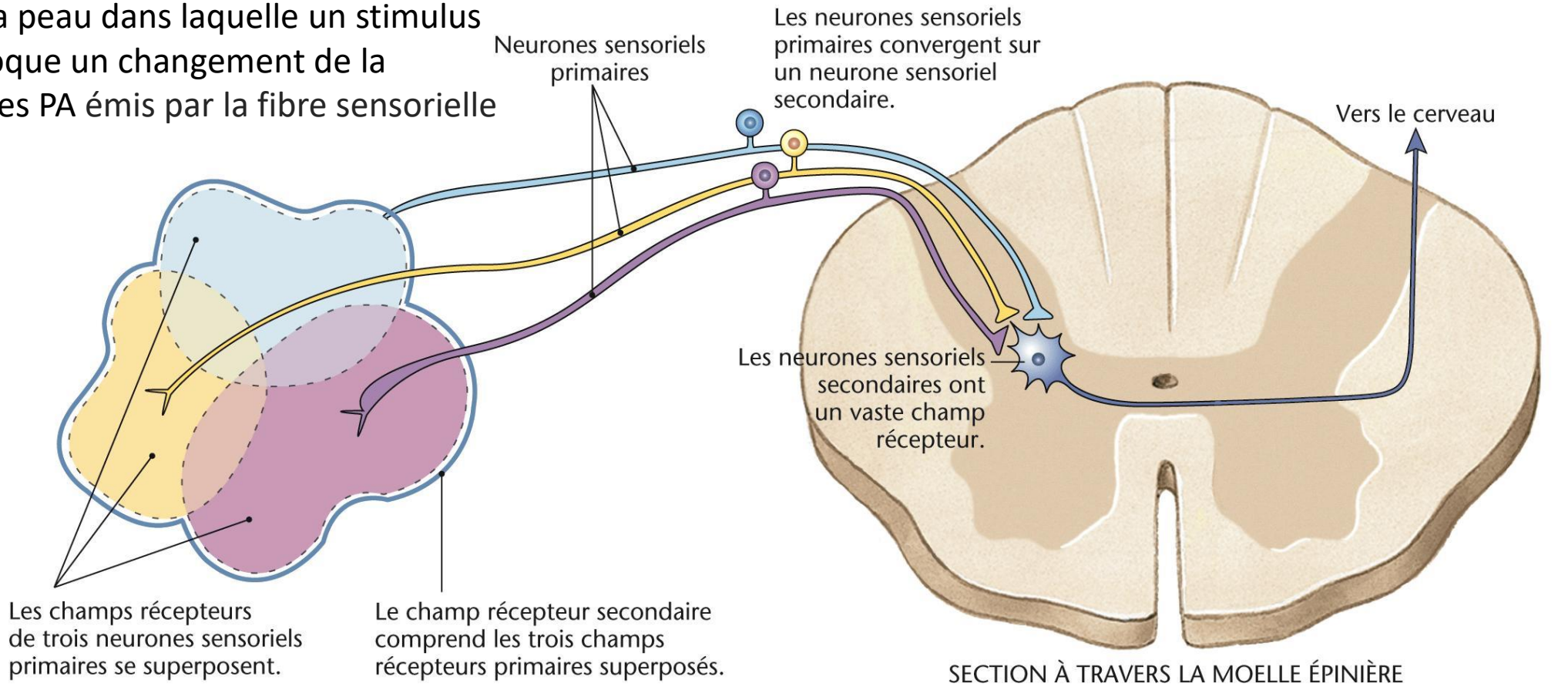
Fibre sensorielle



neurone sensoriel primaire

Le champ récepteur

- Surface de la peau dans laquelle un stimulus tactile provoque un changement de la fréquence des PA émis par la fibre sensorielle

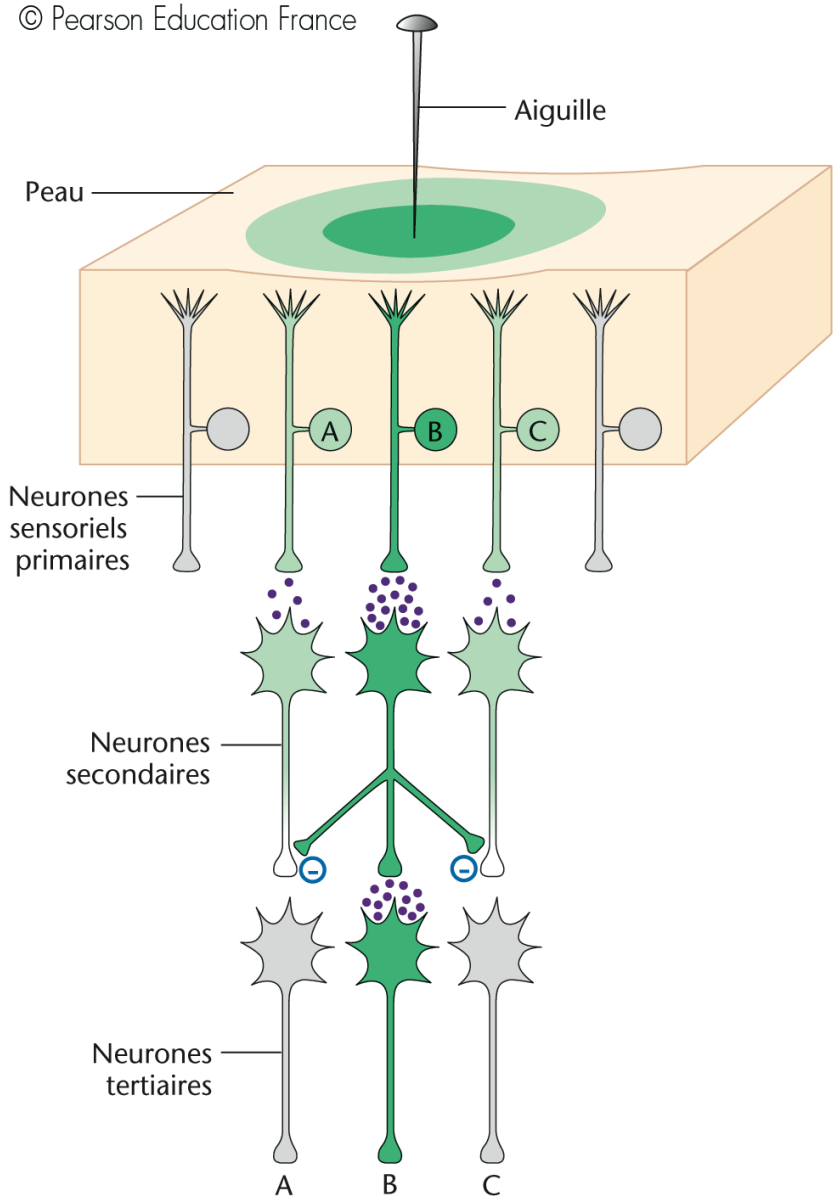


© Pearson Education France

- La taille du champs récepteurs d'une fibre dépend
  - des caractéristiques du récepteur
  - de la densité d'innervation de la peau

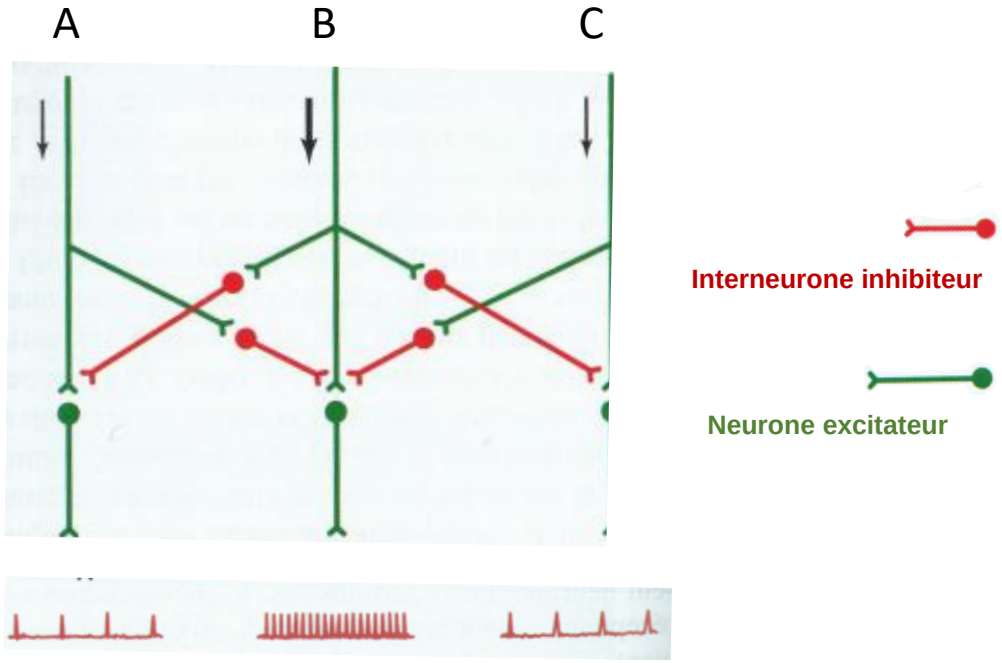
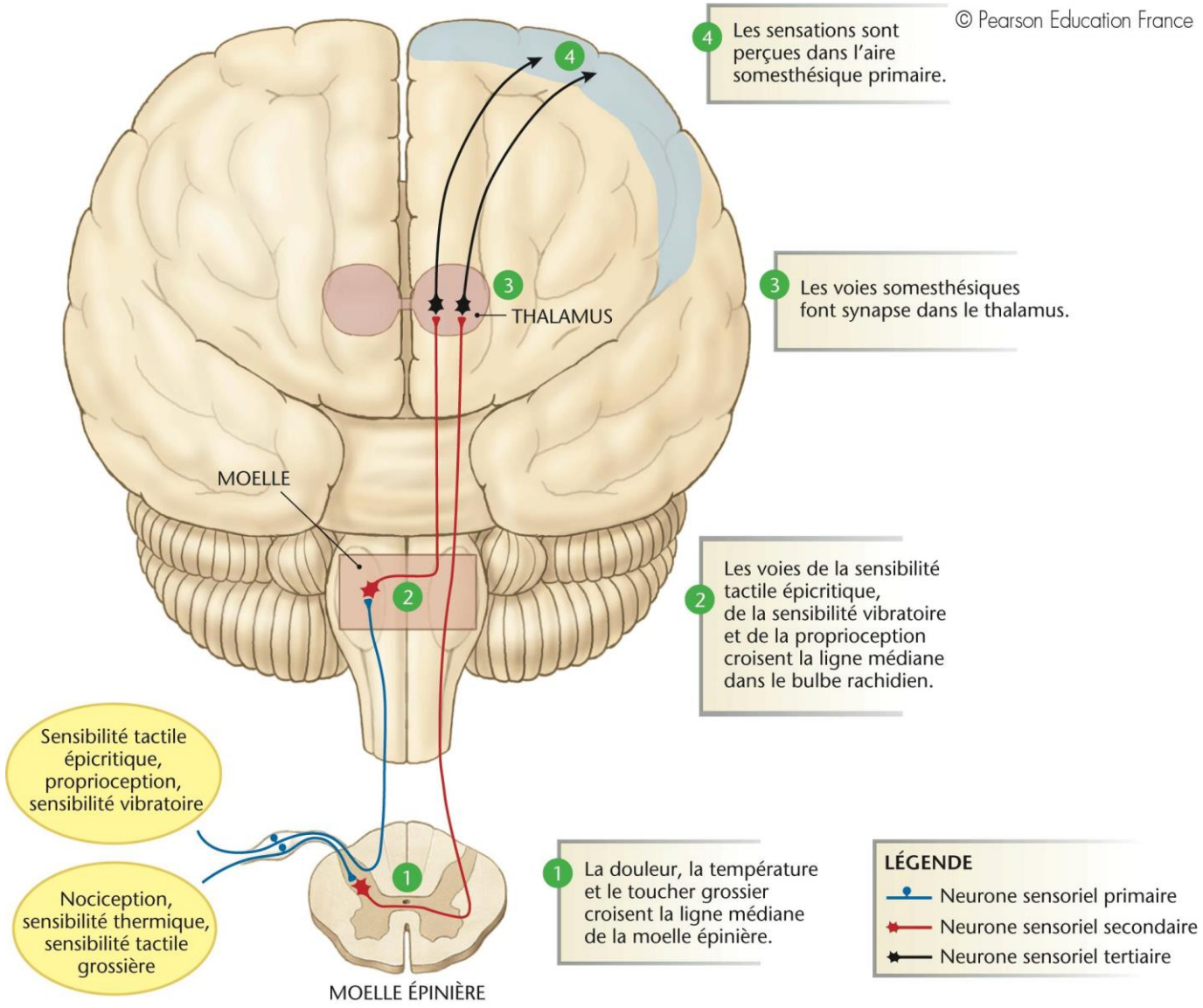
Intégration de l'information: inhibition latérale des voies montantes

© Pearson Education France



<u>informations somesthésiques périphériques</u> transmises au système nerveux central sous forme de potentiels d'action (codage en fréquence).

<u>Inhibition latérale</u> : mécanisme d'intégration perceptif qui permet de créer artificiellement du contraste dans nos perceptions



Voies ascendantes