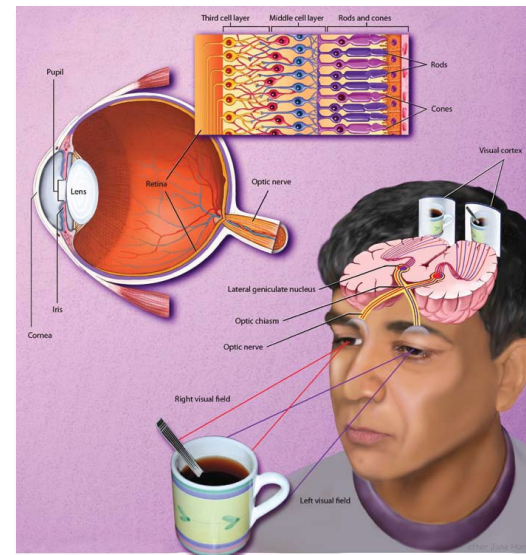
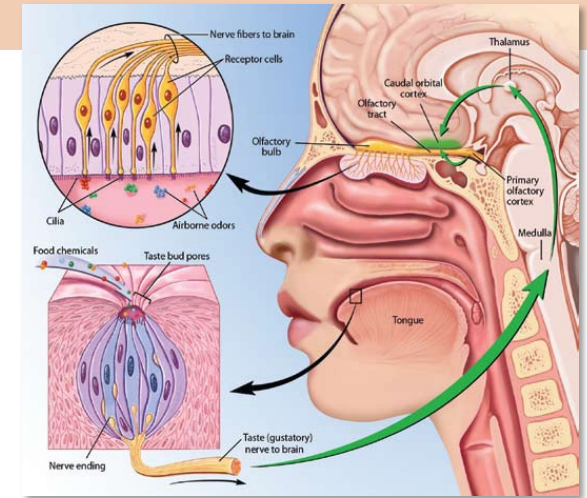
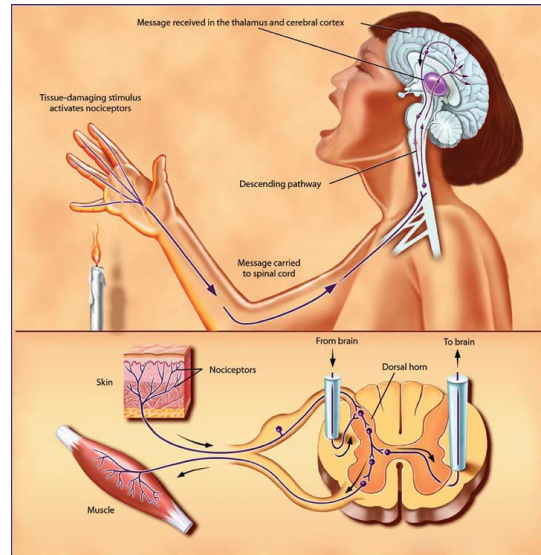
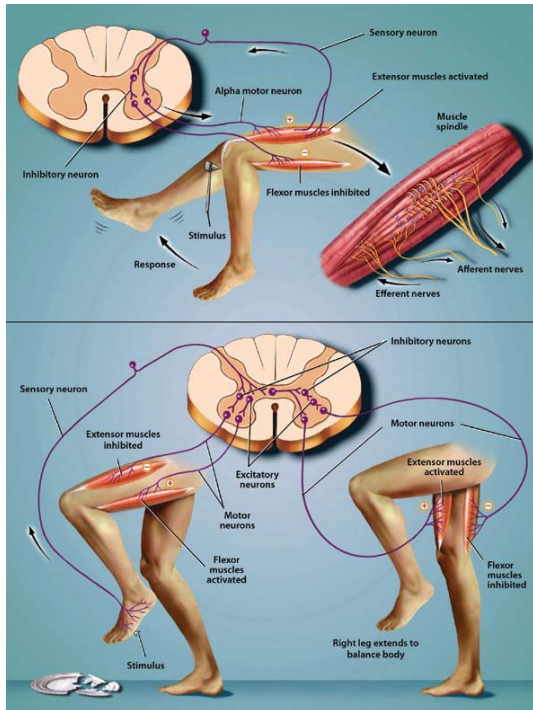
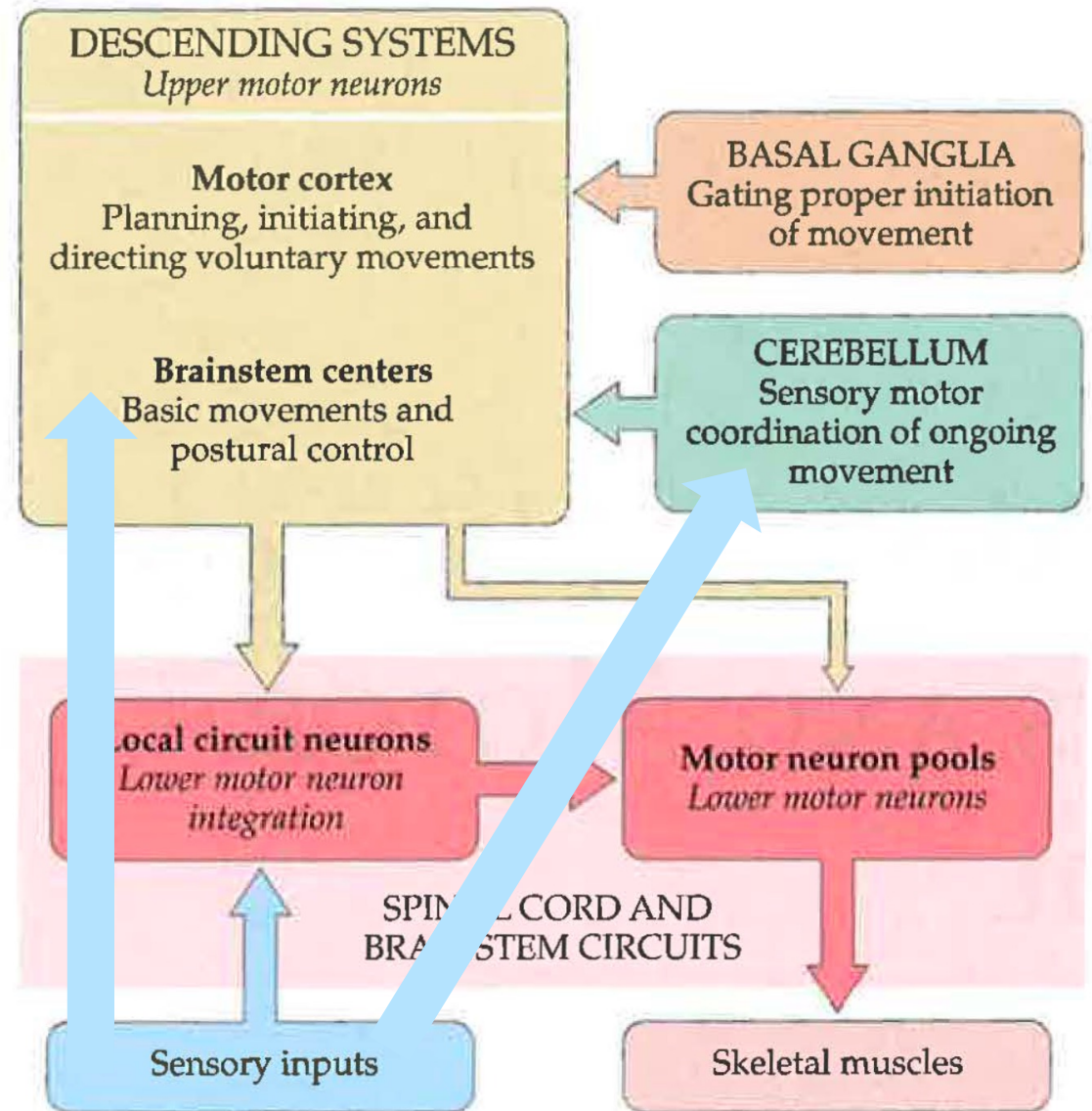


Systèmes Moteurs et Sensitifs



D. Jabaudon et A. Carleton

Organisation hiérarchique des systèmes sensitivo-moteurs



Echelles de Grandeur



Cerveau entier

15 cm AP homme

Cortex cérébral

3 mm épaisseur homme

Neurones

Soma gros neurone: 100 μm

Parties de neurones

Gros axone: 10 μm de diamètre

Synapse

Bouton terminal: 1 μm de diamètre

Fente synaptique

20 nm

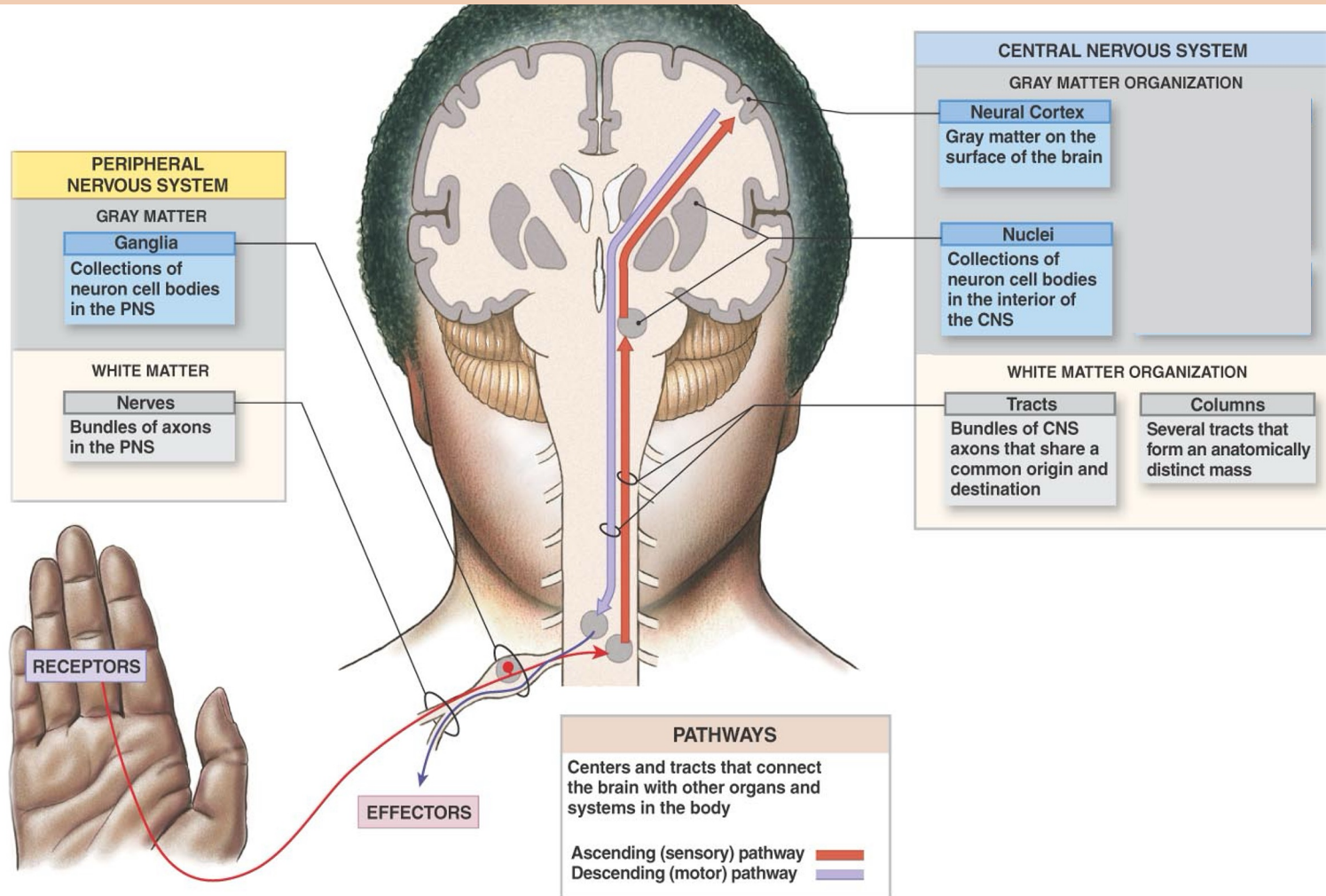
Membrane neuronale

5 nm d'épaisseur

Canal ionique

0.5 nm de diamètre

Organisation anatomique du SN



Tissu nerveux: quelques termes

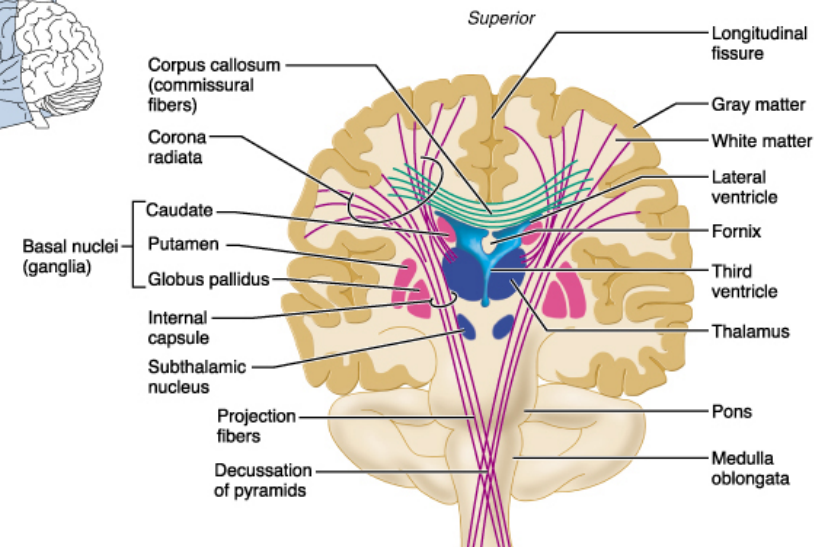
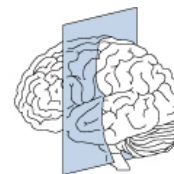
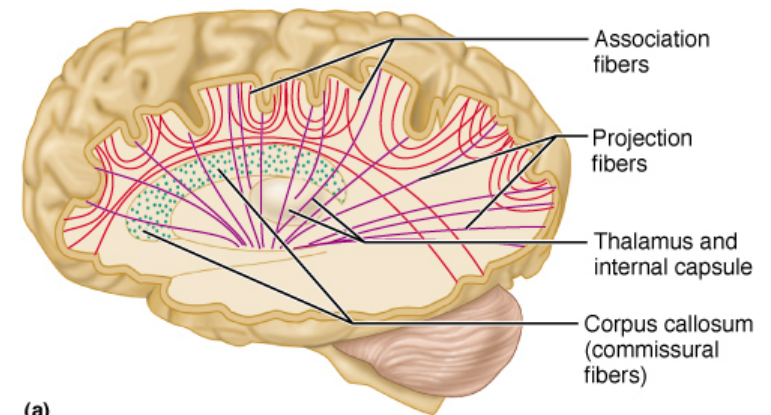
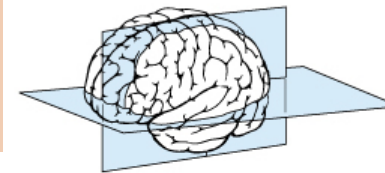


- Les corps cellulaires dans le SNC sont groupés en noyaux et en couches corticales
- Les corps cellulaires dans le SNP sont groupés en ganglions
- Les fibres nerveuses dans le SNC forment des tractus, ou faisceaux
- Nerf: axones des neurones du SNP
- Les axones naviguant côte à côte sont dits “fasciculés”

- Matière grise = corps cellulaires, dendrites, et synapses; “neuropile”.
 - Forme le cortex à la surface du cerveau et du cervelet
 - Forme les noyaux en profondeur du cerveau
- Matière blanche = faisceaux axonaux reliant les différentes parties du SNC entre elles

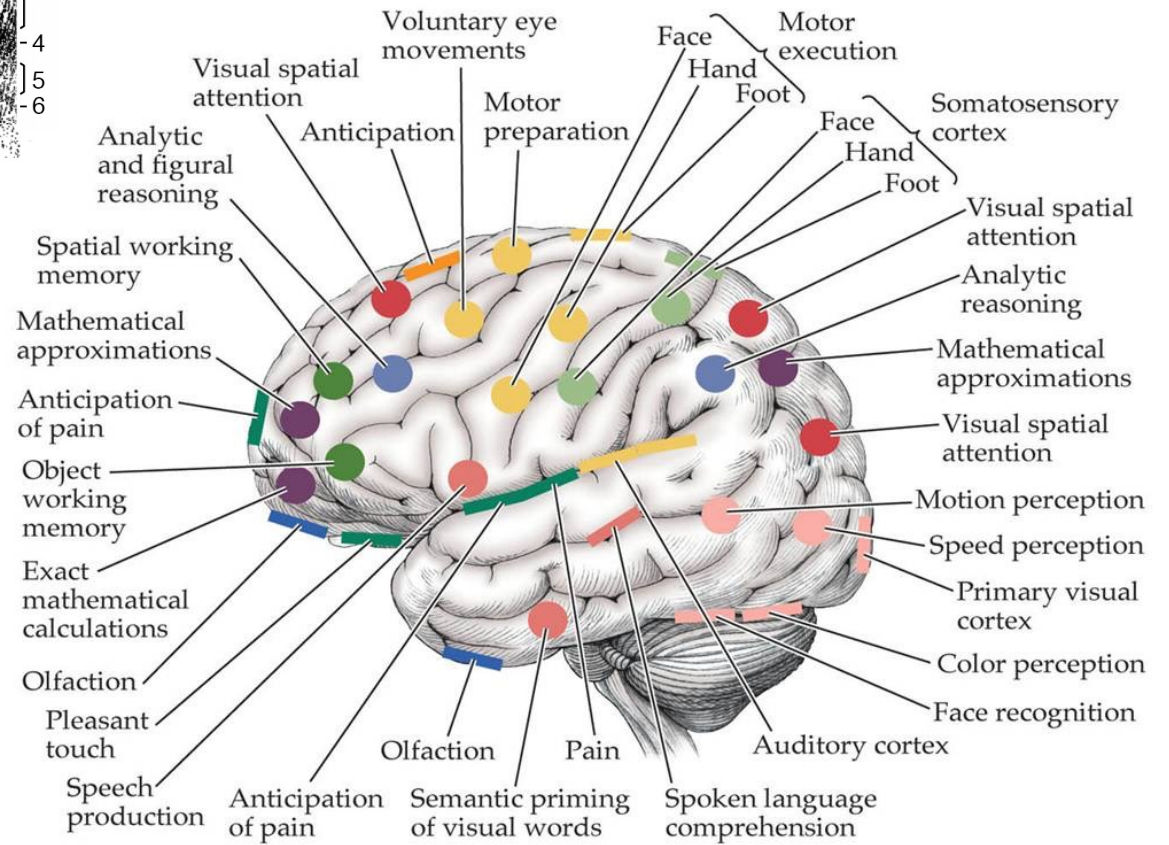
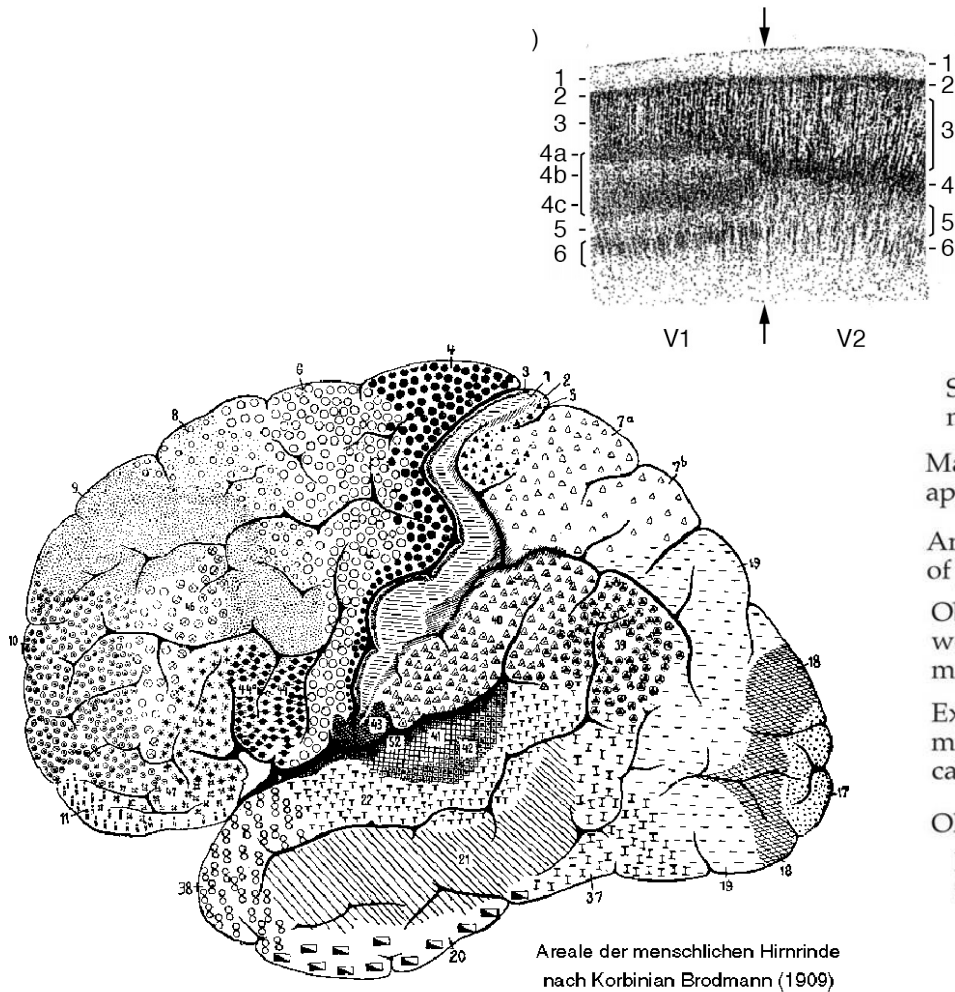
Le cortex cérébral

- Recouvre chacune des hémisphères
 - Epaisseur de 2 à 4 mm
 - Surface de 1300 cm²
 - Subdivisé en 6 couches
- Scissures et circonvolutions.
- Commissures: Les fibres commissurales relient la substance grise des deux hémisphères. Le corps calleux est une commissure.
- Fibres d'associations : fibres horizontales ou en U qui relient différentes aires au sein d'une hémisphère.
- Fibres de projection : fibres verticales qui relient le cortex avec d'autres structures profondes.

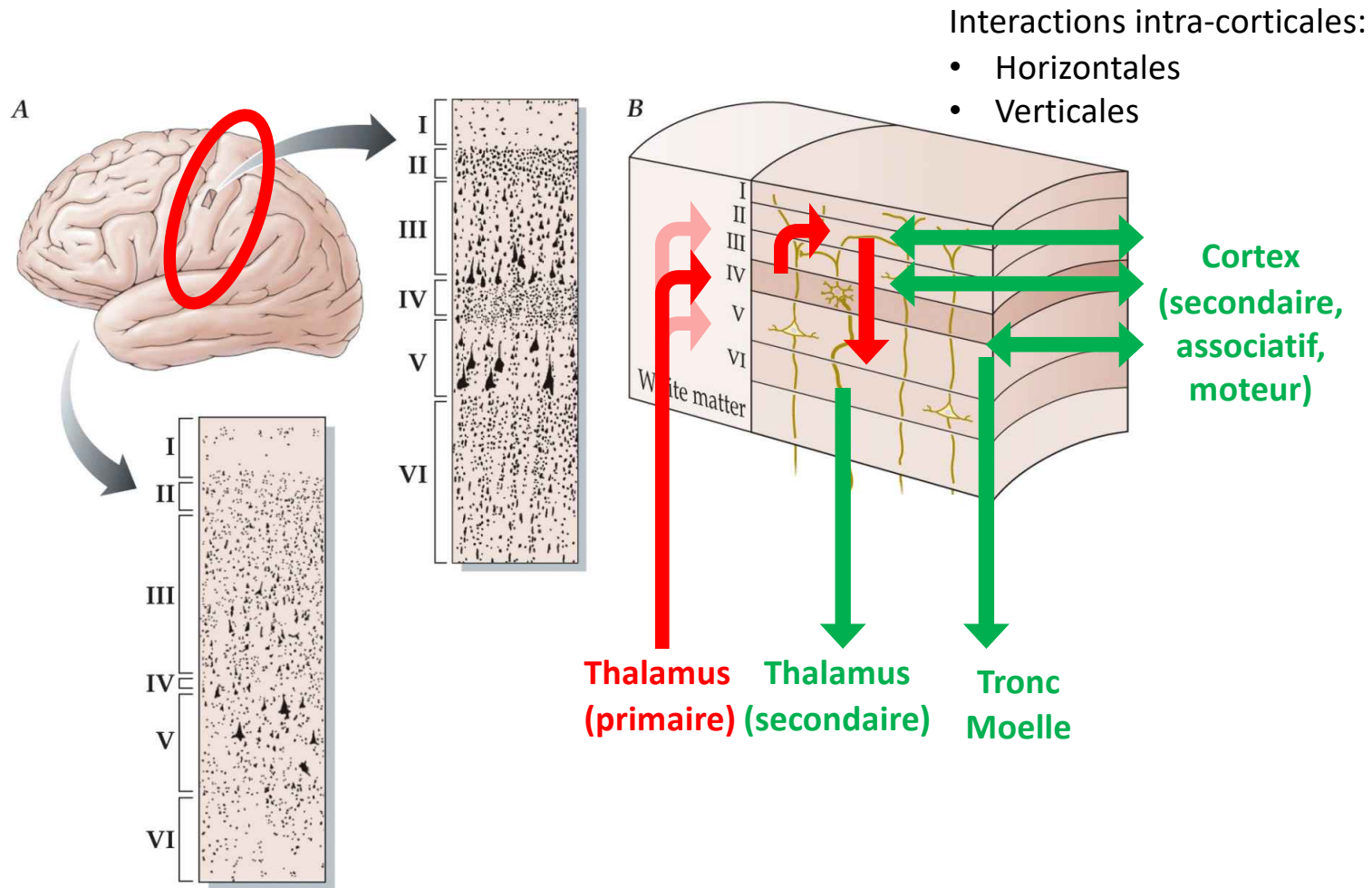


(b)

Aires de Brodmann et spécialisation corticale

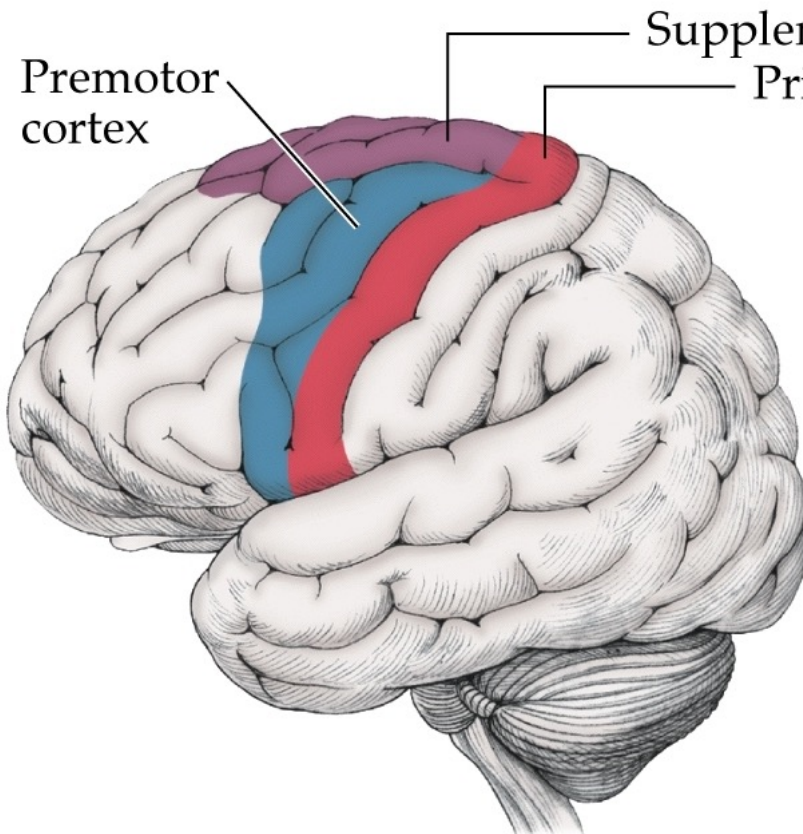


De la perception à l'action

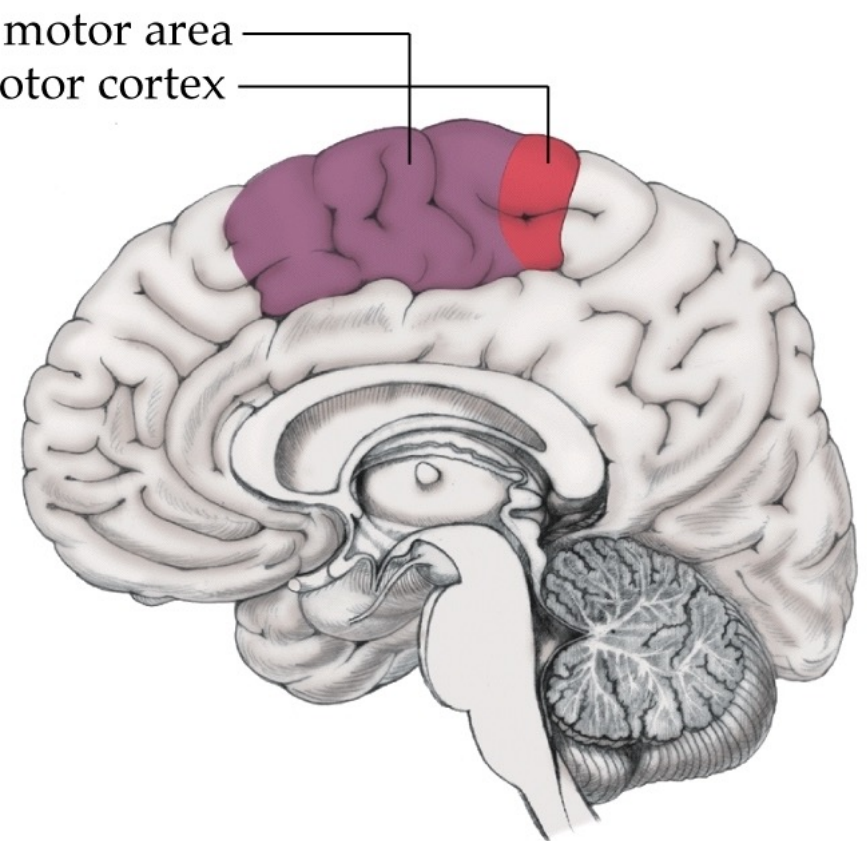


Aires corticales motrices

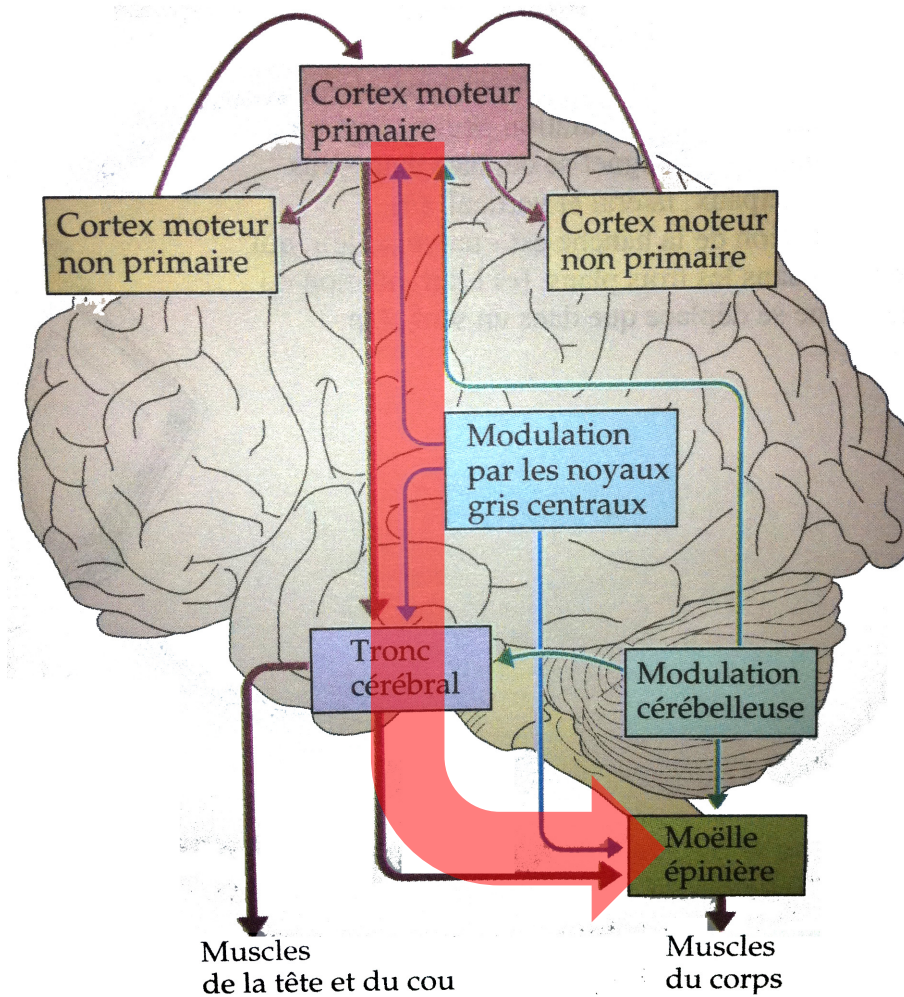
(a) Lateral view



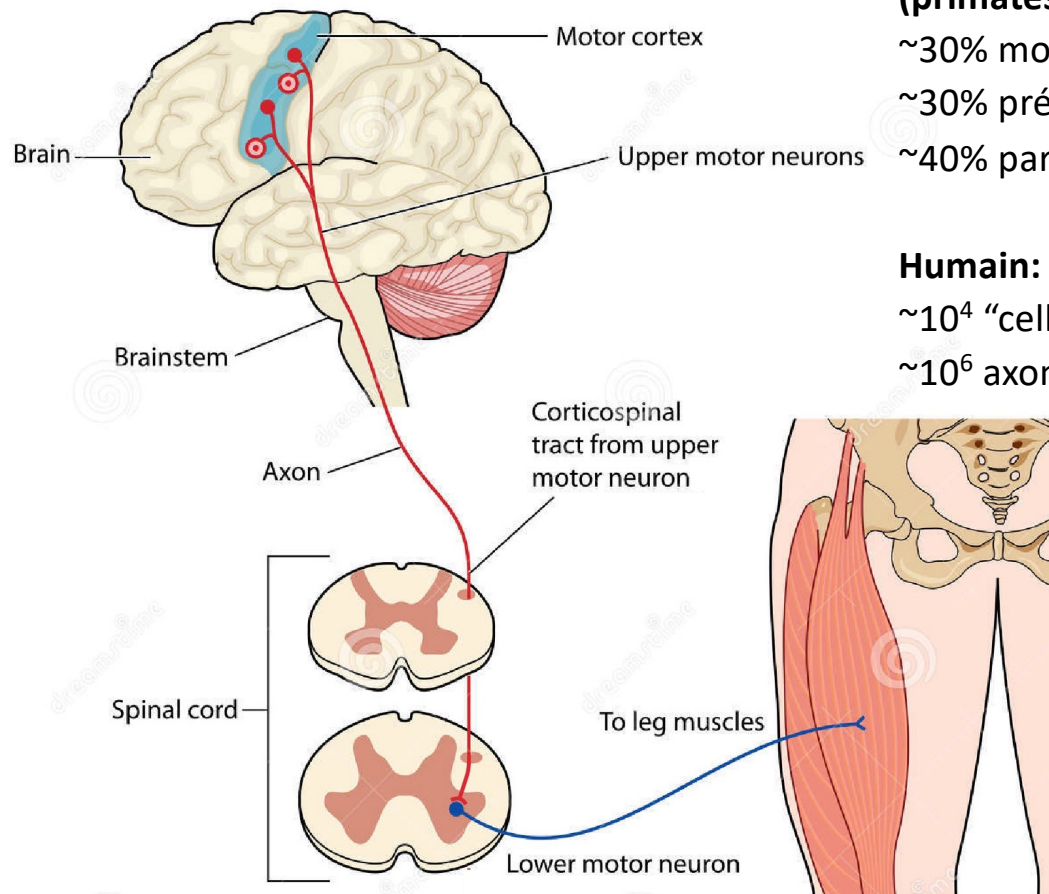
(b) Medial view



Structures impliquées dans le contrôle des mouvements volontaires



Le tractus corticospinal



Axones cortico-spinaux (primates)

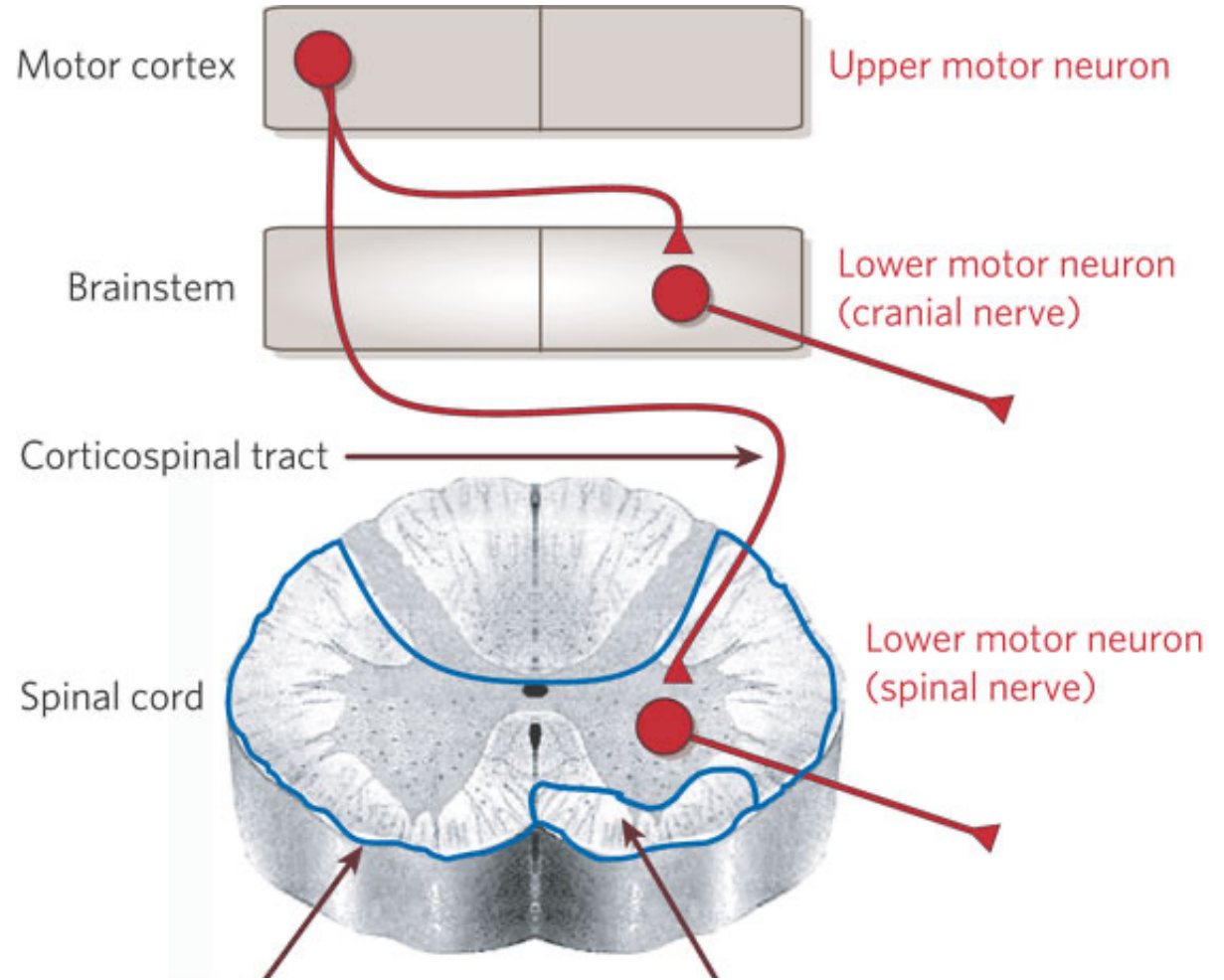
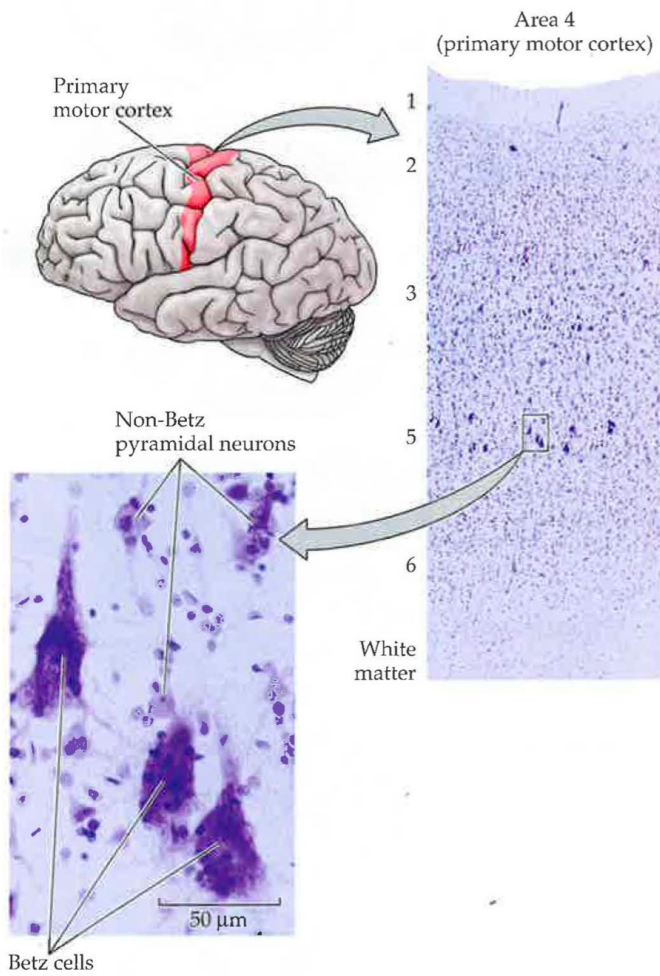
- ~30% moteur primaire
- ~30% prémoteur
- ~40% pariétal

Humain:

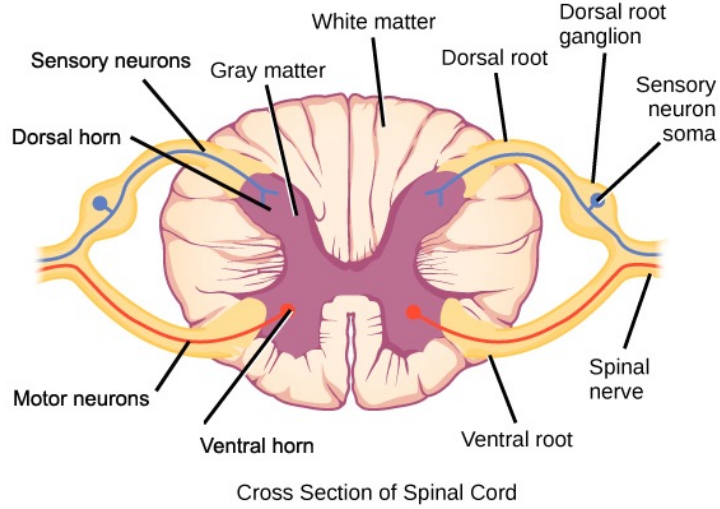
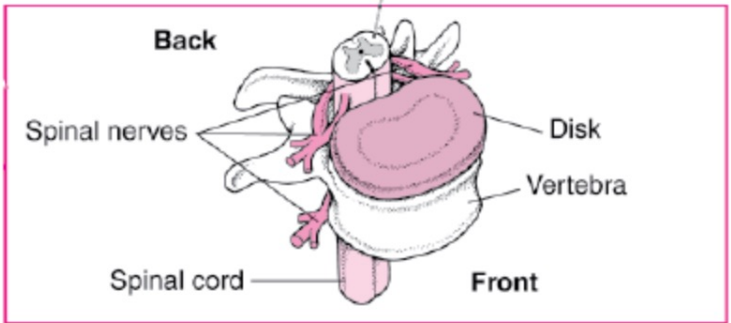
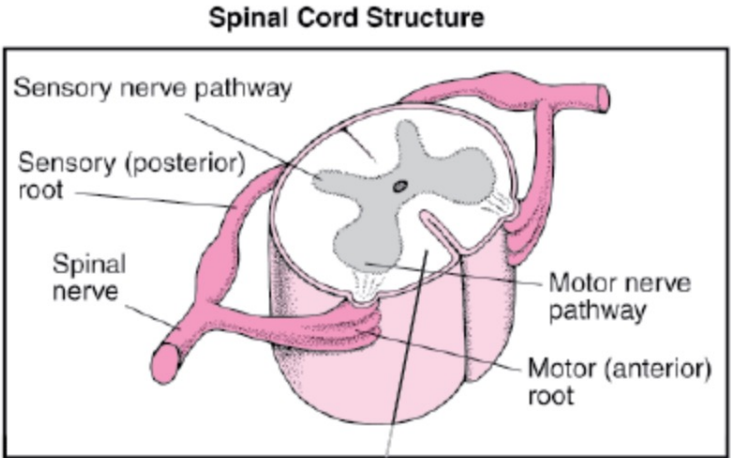
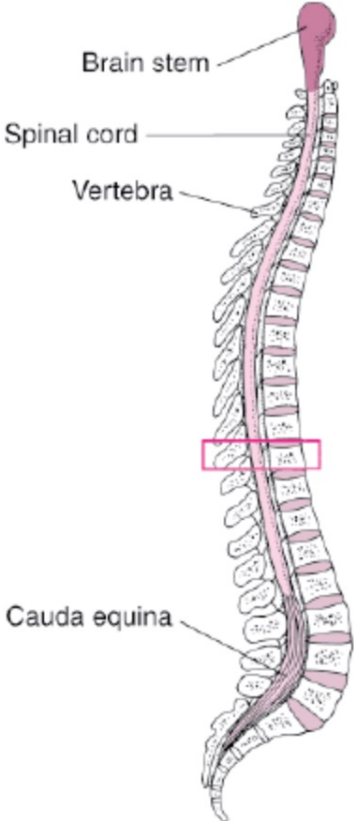
- ~ 10^4 "cellules de Betz"
- ~ 10^6 axones



Motoneurones supérieurs et inférieurs



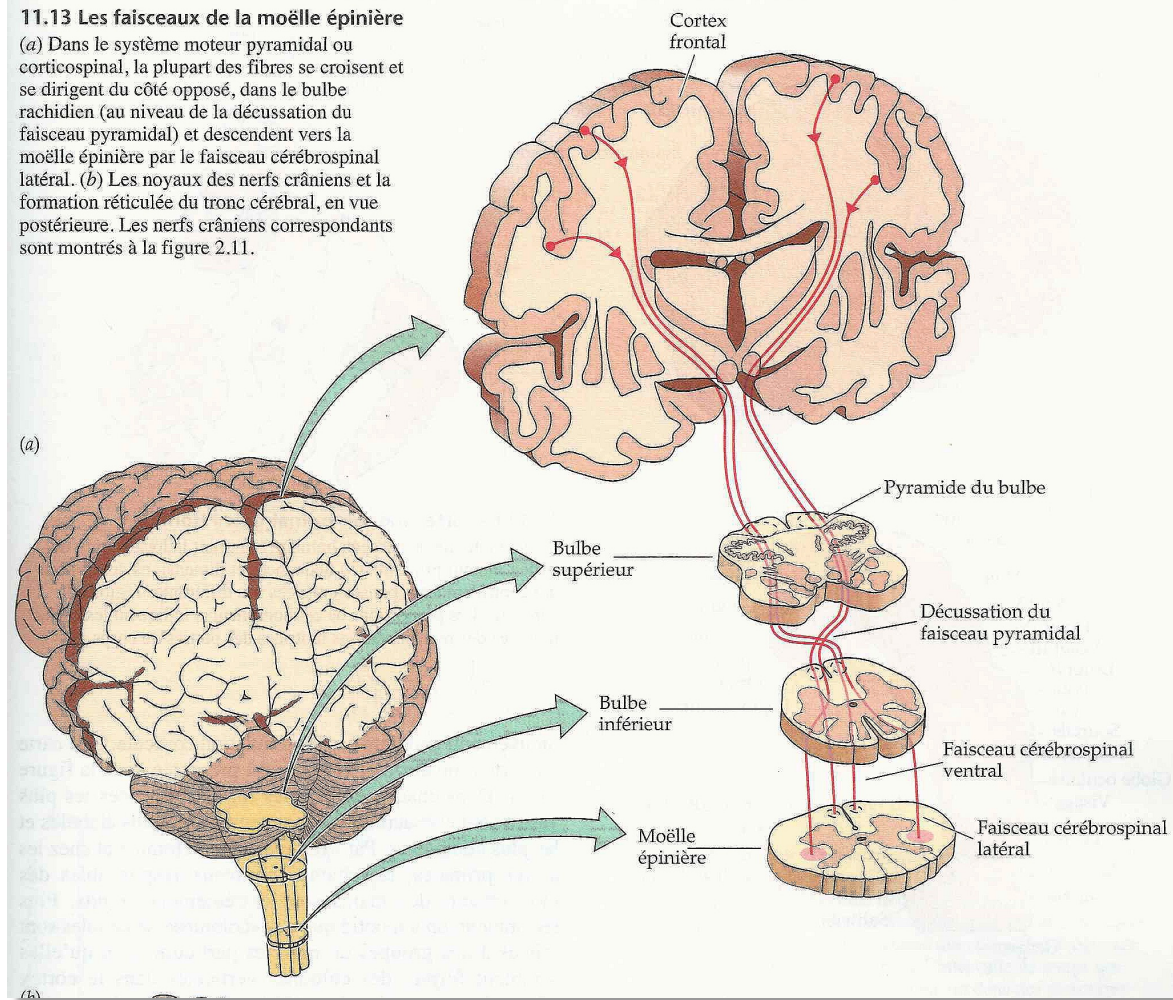
La moelle épinière



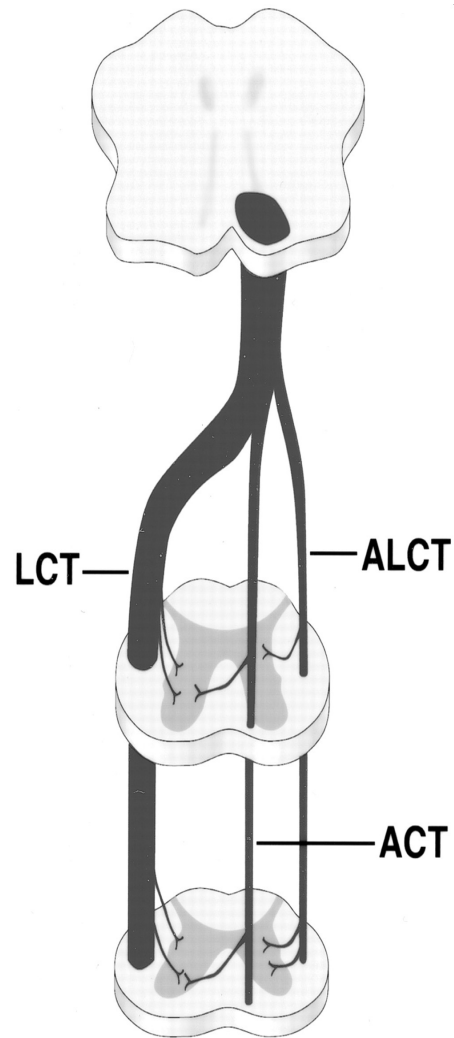
Le tractus corticospinal (= pyramidal)

11.13 Les faisceaux de la moëlle épinière

(a) Dans le système moteur pyramidal ou corticospinal, la plupart des fibres se croisent et se dirigent du côté opposé, dans le bulbe rachidien (au niveau de la décussation du faisceau pyramidal) et descendent vers la moëlle épinière par le faisceau cérébrospinal latéral. (b) Les noyaux des nerfs crâniens et la formation réticulée du tronc cérébral, en vue postérieure. Les nerfs crâniens correspondants sont montrés à la figure 2.11.

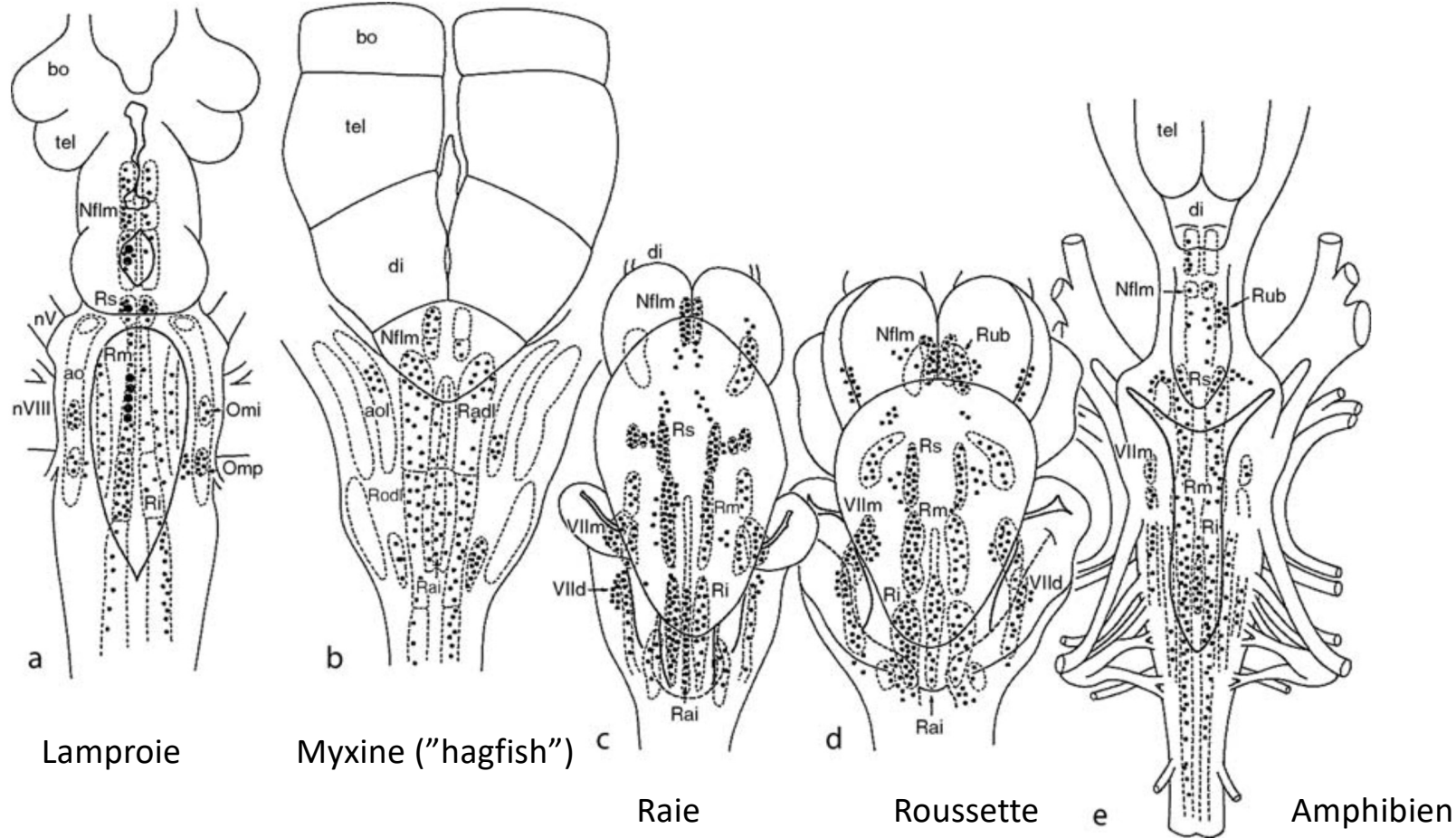


Tractus corticospinal direct et croisé



	TCS Lat	TCS Ant
Prop. Fibres	90%	10%
Croisement	Décuss. pyr	Segmentaire
Colonne	Lat	Ant, AL
Connections	Monosyn	Polysyn
Muscles	Distal	Prox, Axial
Motricité	Fine	Posture

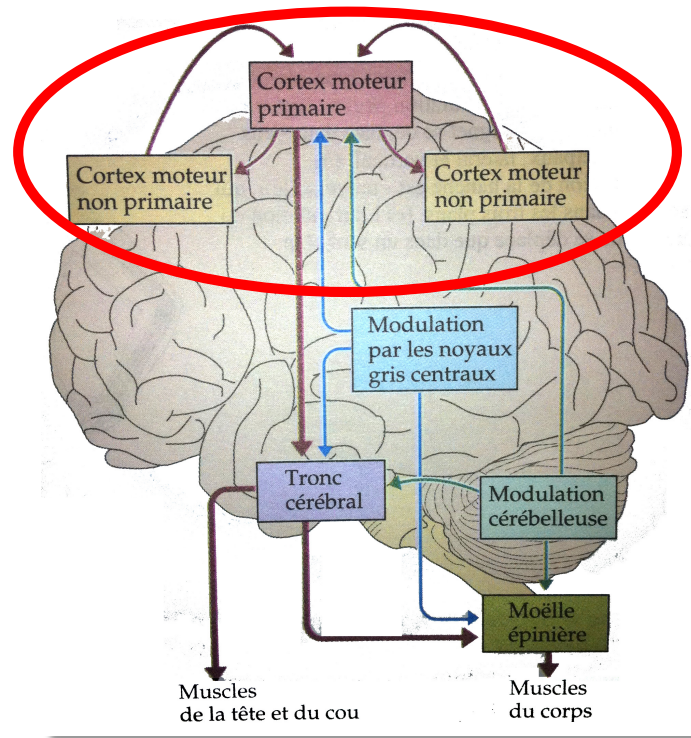
Autres voies mortices descendantes



Rubrospinal
Tectospinal
Vestibulospinal
Reticulospinal

Aires Corticales Motrices

Denis.Jabaudon@unige.ch



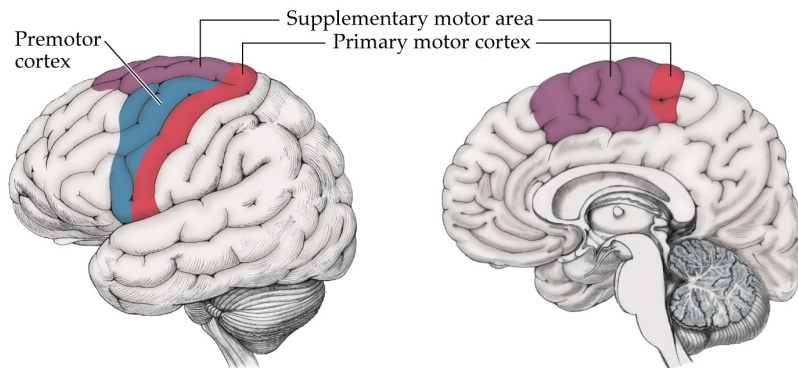
Cortex moteur primaire (M1)



- Contient les corps cellulaires des neurones du tractus corticospinal.
- Lors de la programmation et l'exécution d'un mouvement, l'activité corticale converge vers M1.
- Les neurones de M1 déterminent le groupe musculaire activé et la force de la contraction.
- Essentiel au contrôle des mouvements fins des extrémités.

(a) Lateral view

(b) Medial view



© 2001 Sinauer Associates, Inc.

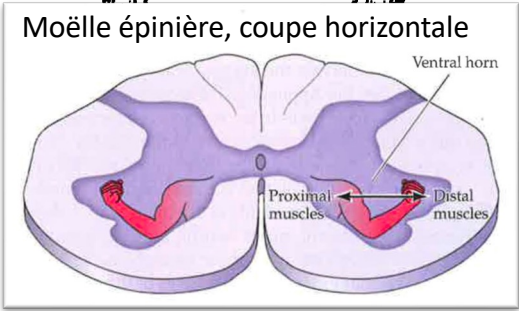
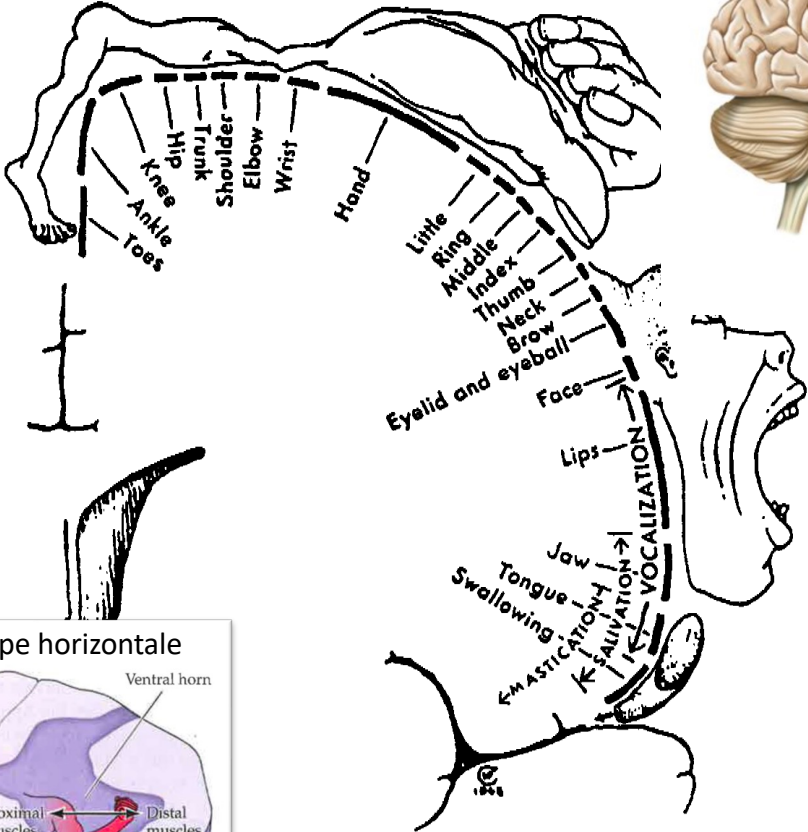
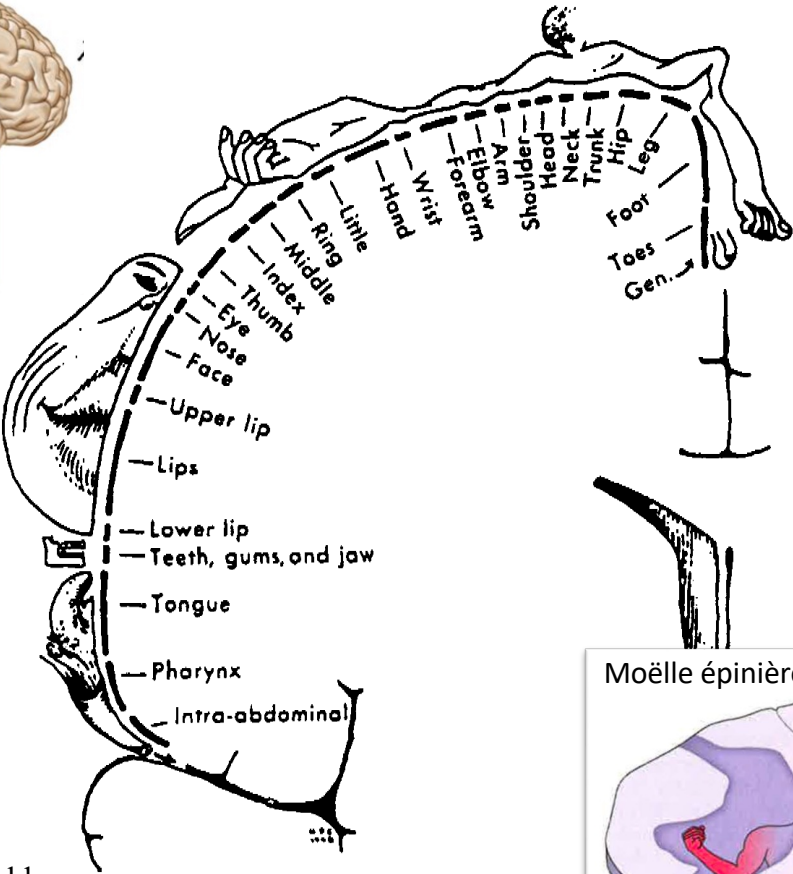
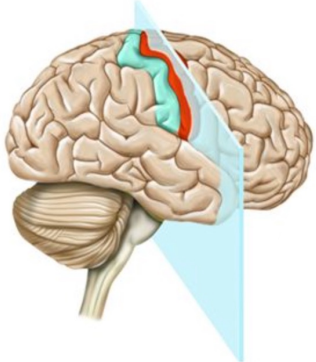
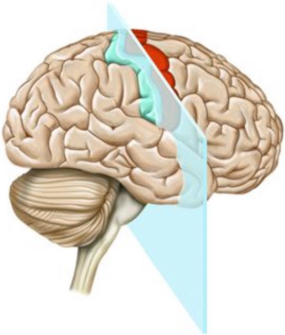


Somatotopie corticale



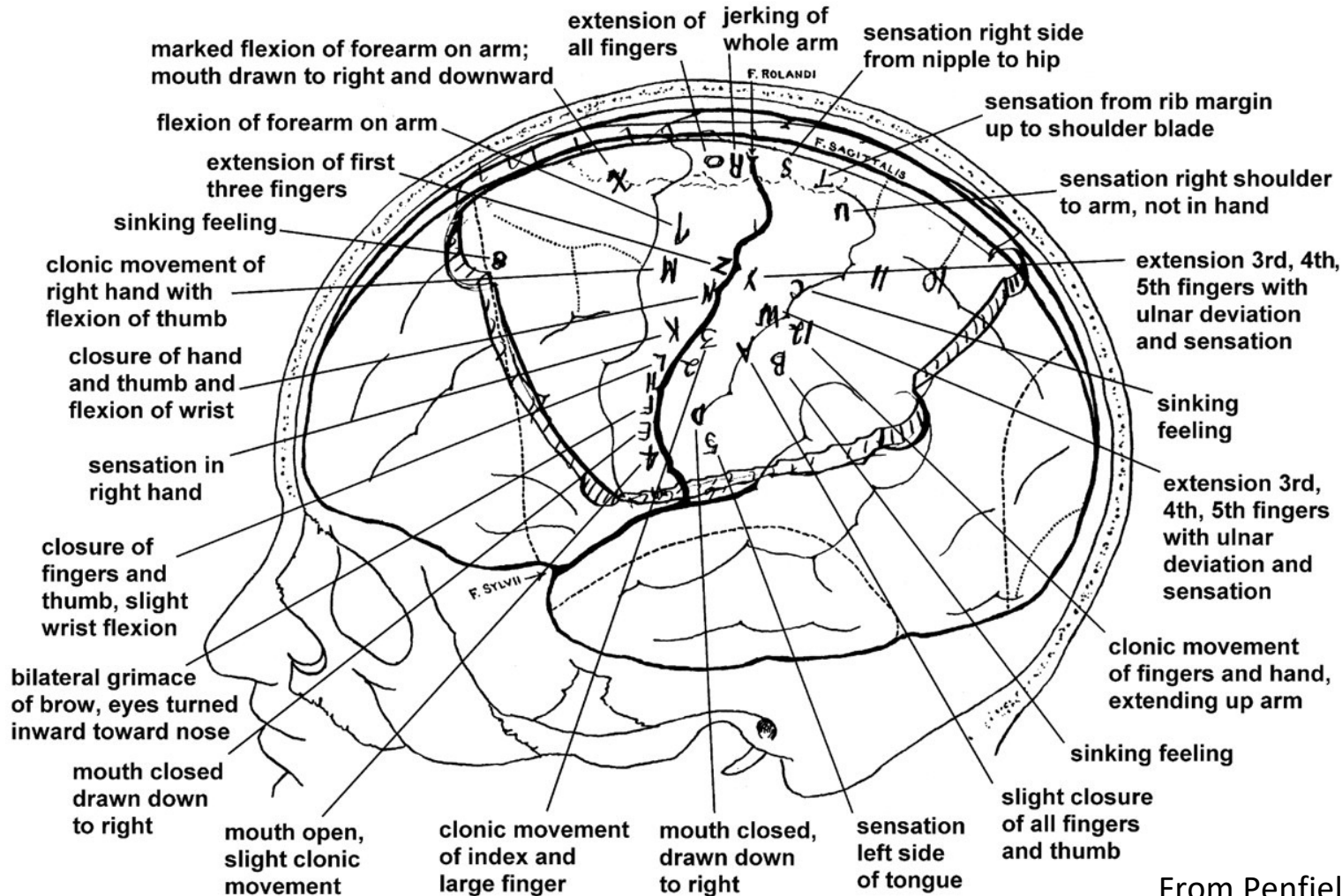
Somatosensoriel

Moteur



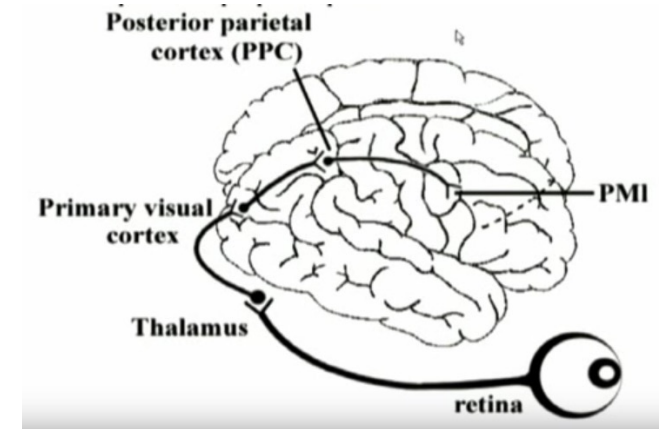
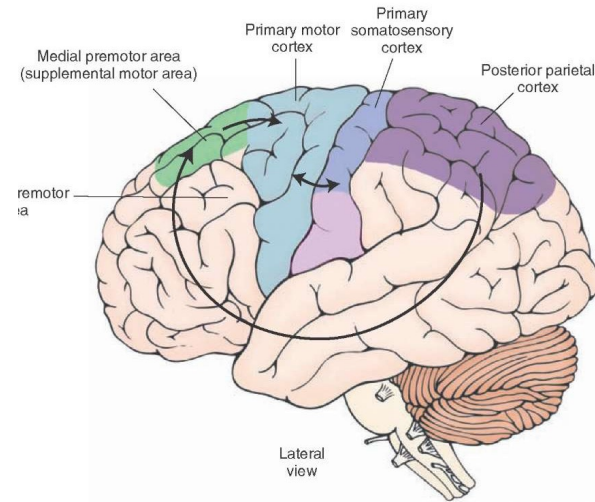
Wilder Penfield

Somatotopie corticale



From Penfield & Rasmussen 1950

Cortex pré-moteur



- Contient quelques neurones du TCS
- Stimulation du CPM ne produit mouvement que si stimulation à forte intensité.
- Activation par stimuli visuels; transformation sensori-motrice
- Lésion: apraxie

Aire motrice supplémentaire



- Contrôle des mouvements complexes impliquant un effort conscient.
- Stockage de séquence de mouvements et de mouvements bilatéraux.
- Activée lors de la représentation du mouvement: stimuli internes! (prémoteur: stimuli externes).
- Pas impliquée dans les mouvements simples.
- « Alien limb syndrome »



Atteinte du MN inférieur



- Hypotonie, atonie
- Hyporéflexie, aréflexie
- Fasciculations
- Atrophie
- Parésie



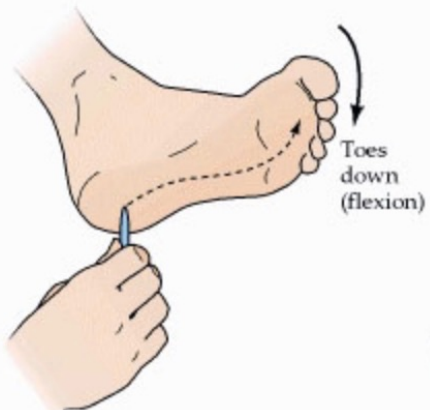
Atteinte du MN supérieur



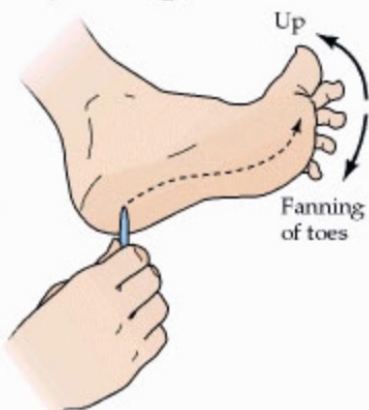
Signes “pyramidaux”:

- Spasticité
- Hyperréflexie
- Signe de Babinski

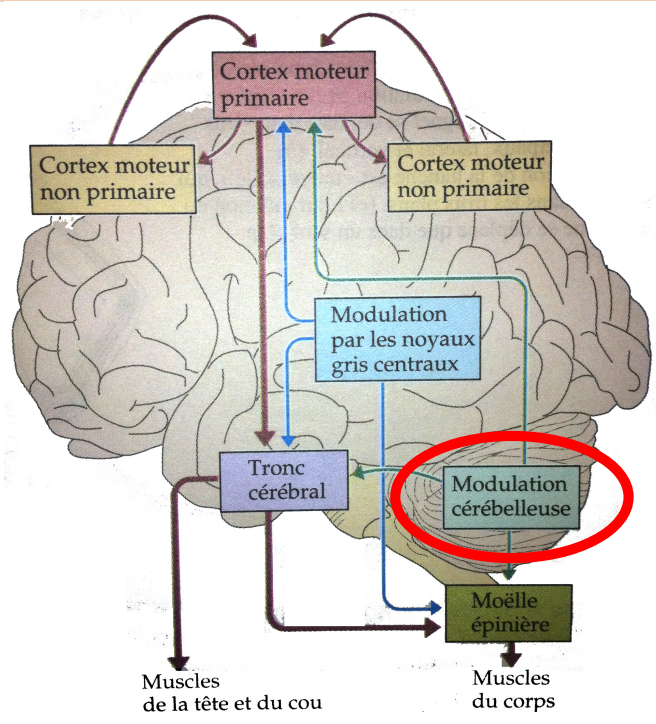
(A) Normal plantar response



(B) Extensor plantar response
(Babinski sign)

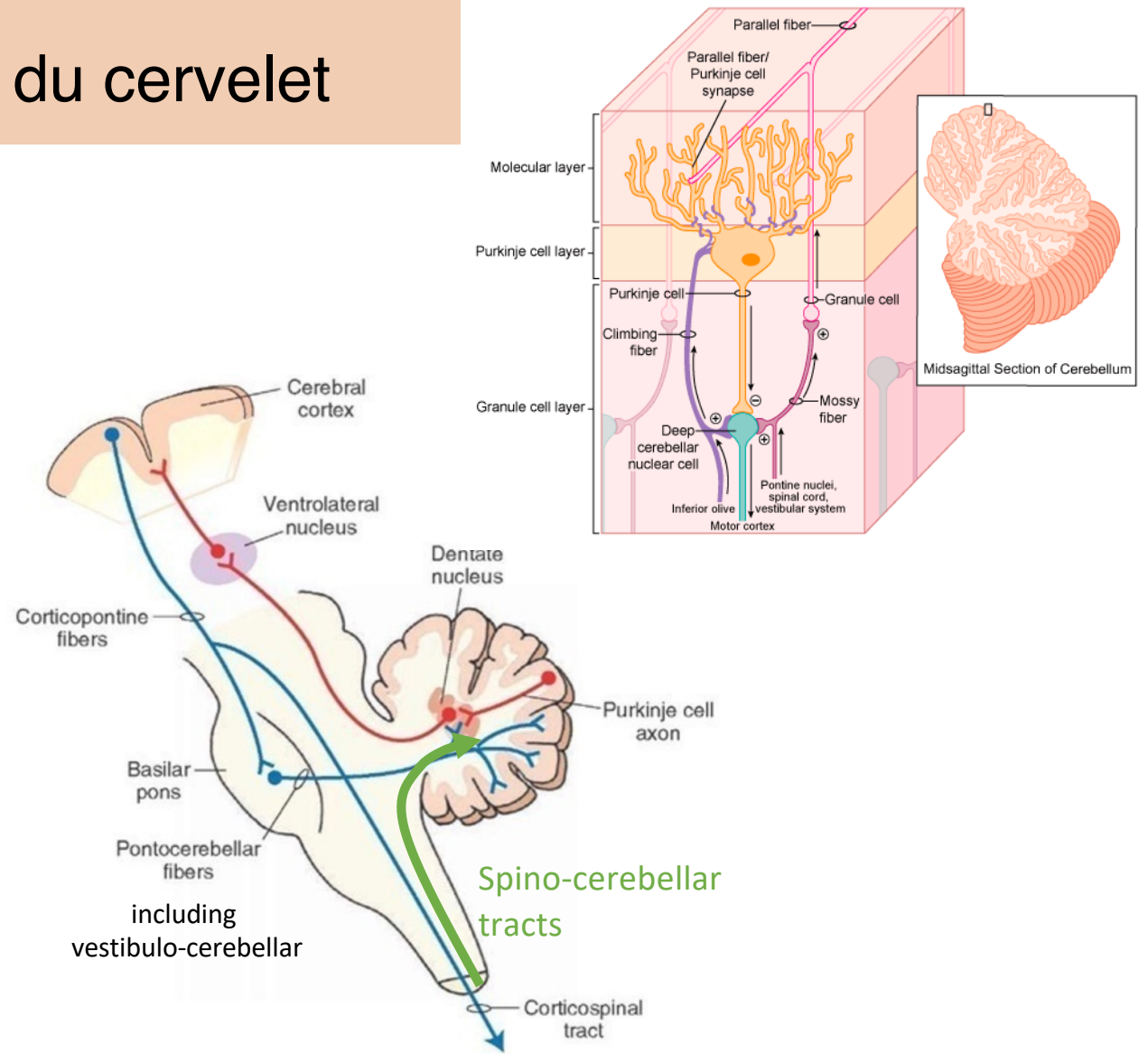
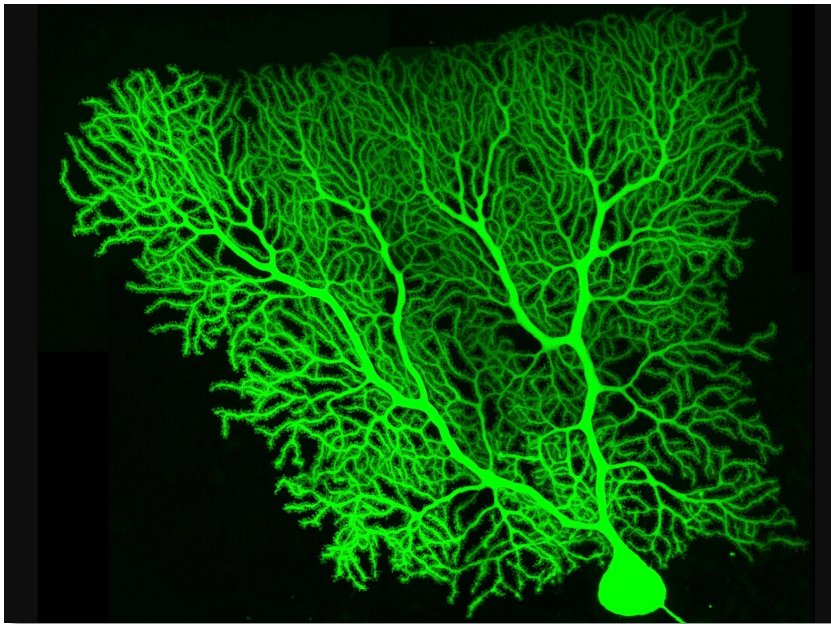


Le cervelet



Connectivité et fonctions du cervelet

Cellule de Purkinje



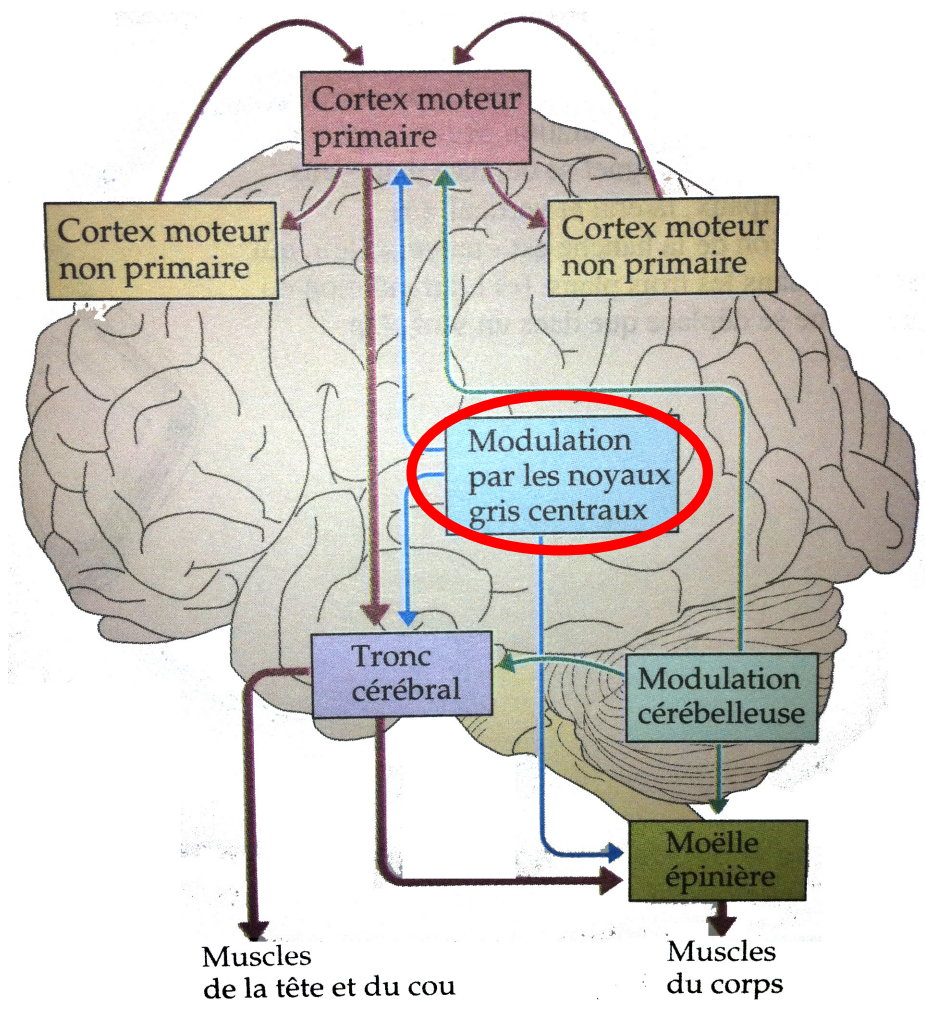
Lésions cérébelleuses



- Ataxie
- Dismétrie
- Dydiadochocinèse

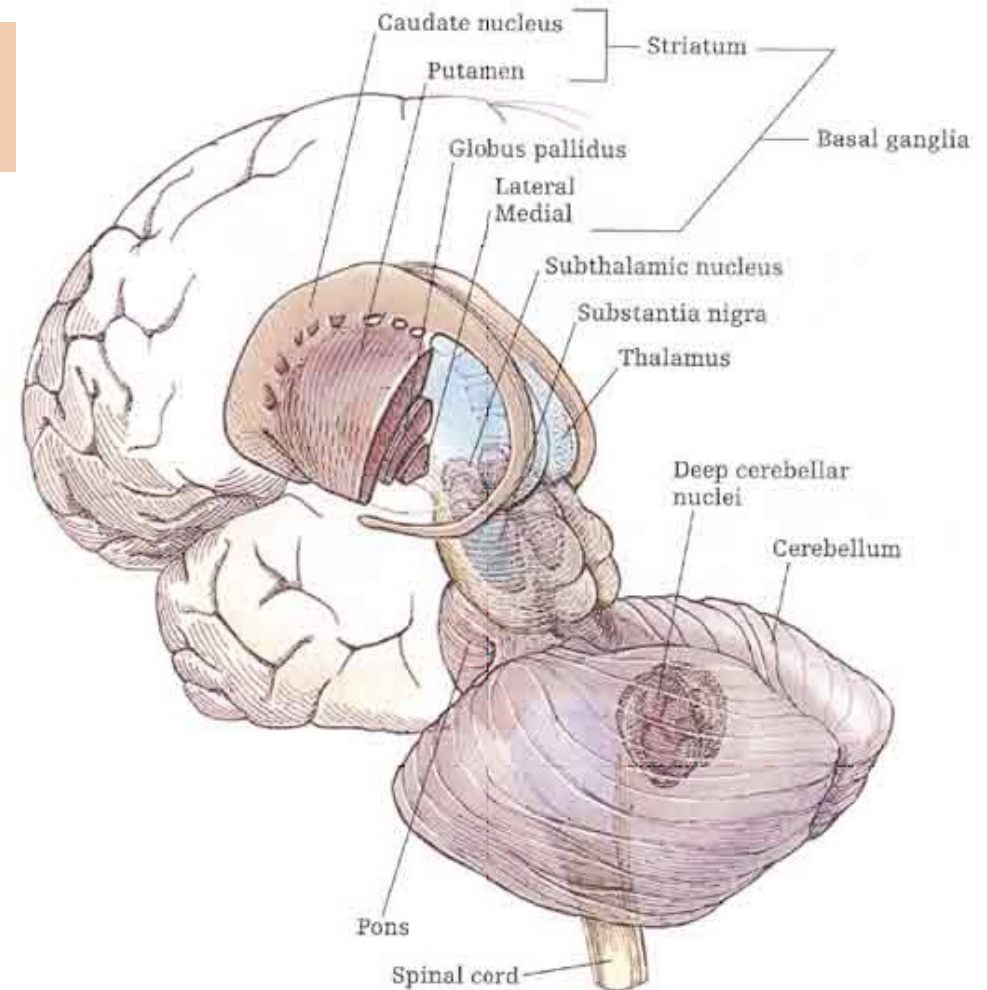


Ganglions de la base

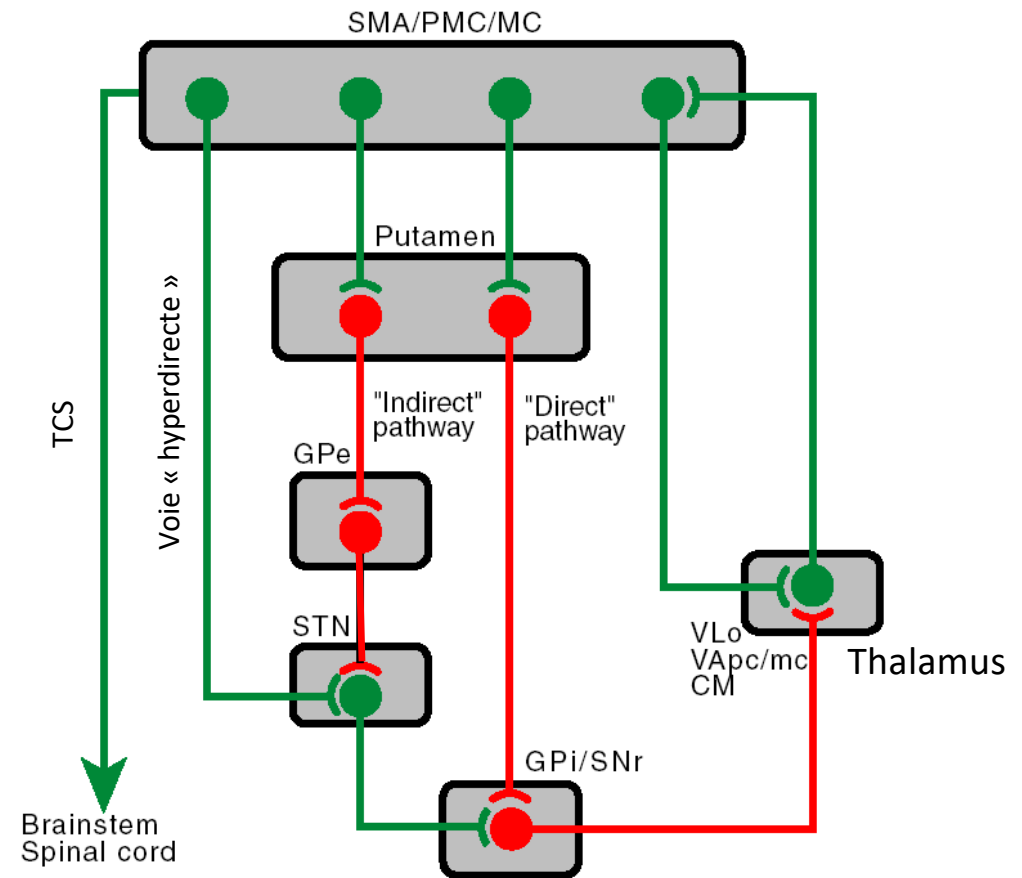
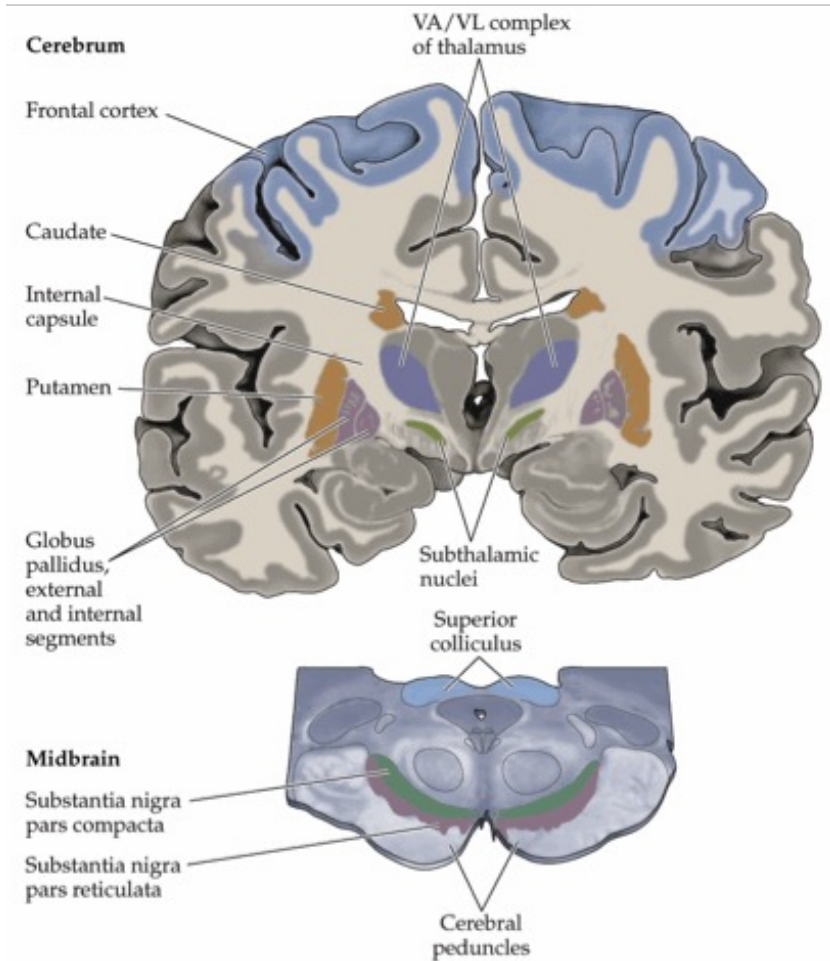


Ganglions de la base = Noyaux gris centraux = Noyaux gris profonds

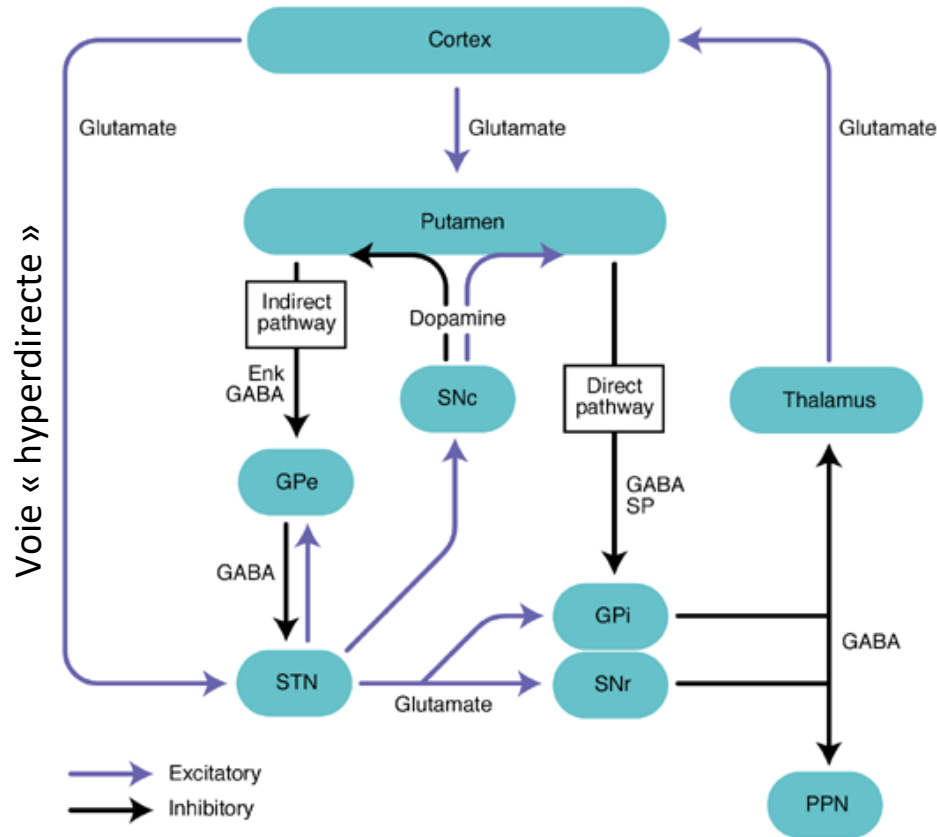
- Noyau caudé
- Putamen
- Noyau caudé+putamen=striatum
- Globus pallidus (pallidum)
- Noyau sous-thalamique
- Substance noire



Voies motrices directe et indirecte



La substance noire module les voies directe et indirecte



Basal ganglia circuitry in normal conditions

	<u>Directe</u>	<u>Indirecte</u>
Voie	Putamen → (-) GPi, SNr	Putamen → (-) GPe → (-) STN → (+) GPi
Effet sur GB	- Gpi/SNr	+ Gpi/SNr
Effet sur Thalamus	+	-
Effet sur mouvement	activé	inhibé
Atteint dans	Parkinson	Huntington

Tractus direct et indirect



- Voie directe : excite le Cx, facilite le mouvement, permet exécution du programme moteur désiré
- Voie indirecte: inhibe le Cx, empêche le mouvement, inhibe programmes moteurs indésirables

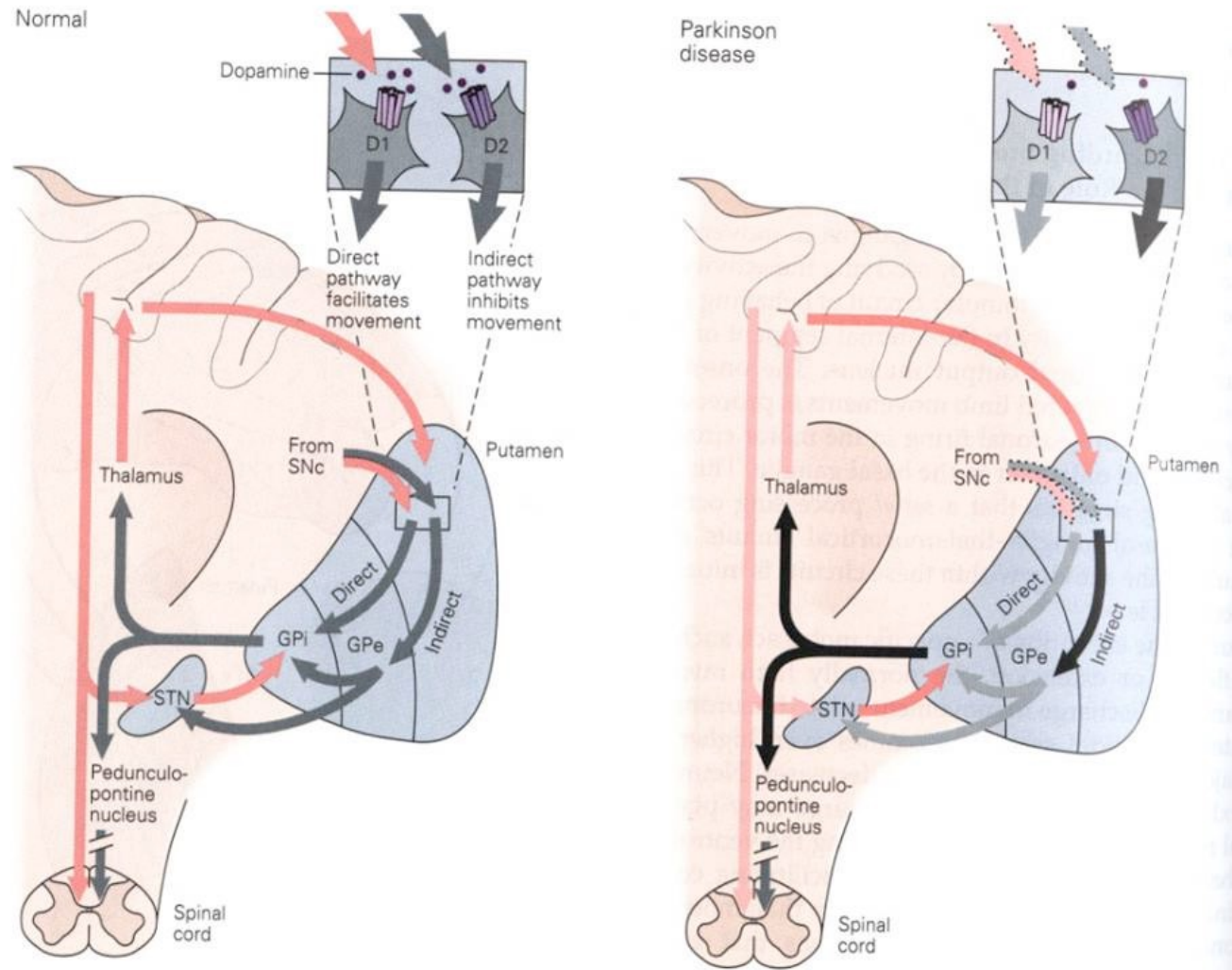
Déséquilibre entre voie directe et indirecte

- Suractivation de la voie directe, ou sous-activation de la voie indirecte => mouvements involontaires
- Suractivation de la voie indirecte, ou sous-activation de la voie directe => rareté du mouvement

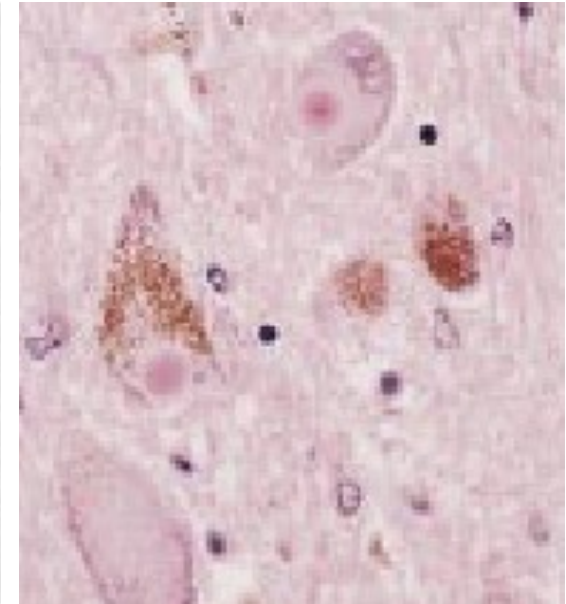
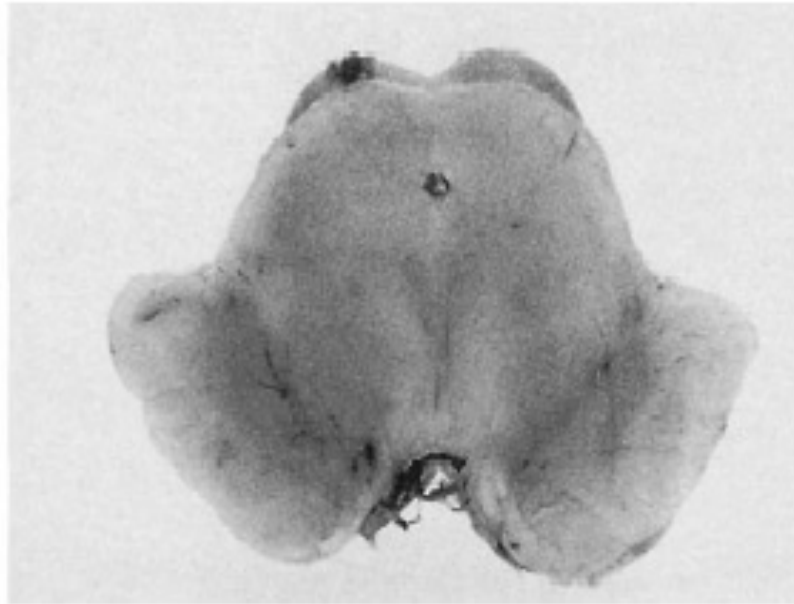
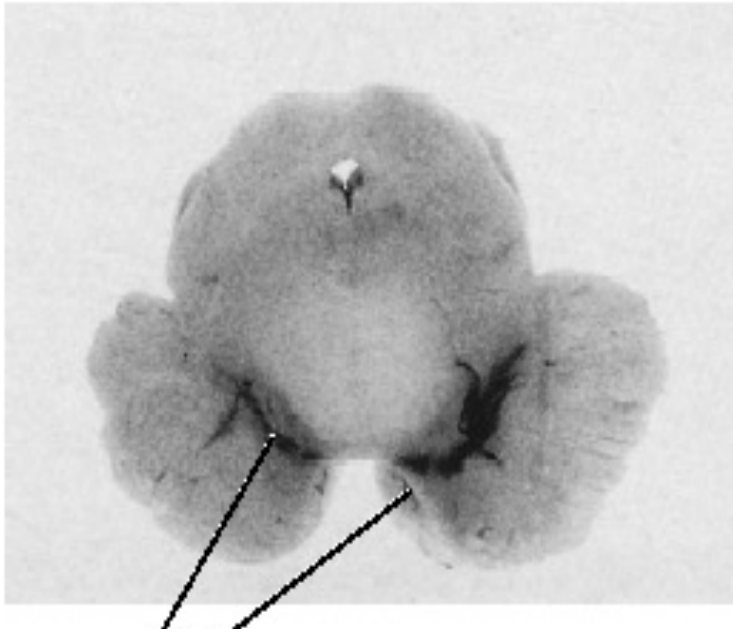
Modulation dopaminergique et ganglions de la base



- La dopamine excite la voie directe (*via* récepteurs D1)
- La dopamine inhibite la voie indirecte (*via* récepteurs D2)



Perte de neurones dopaminergiques dans la SN

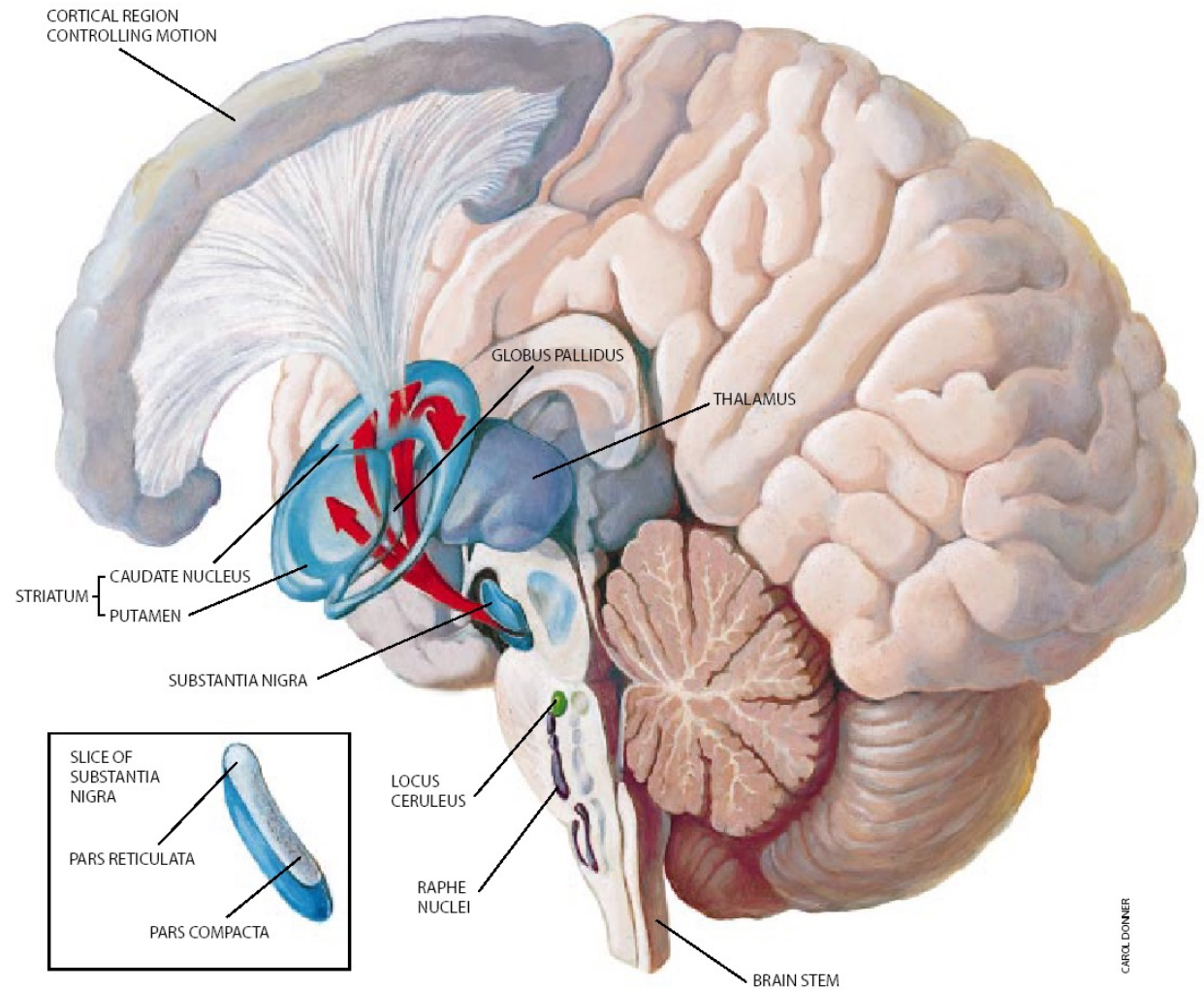


Maladie de Parkinson

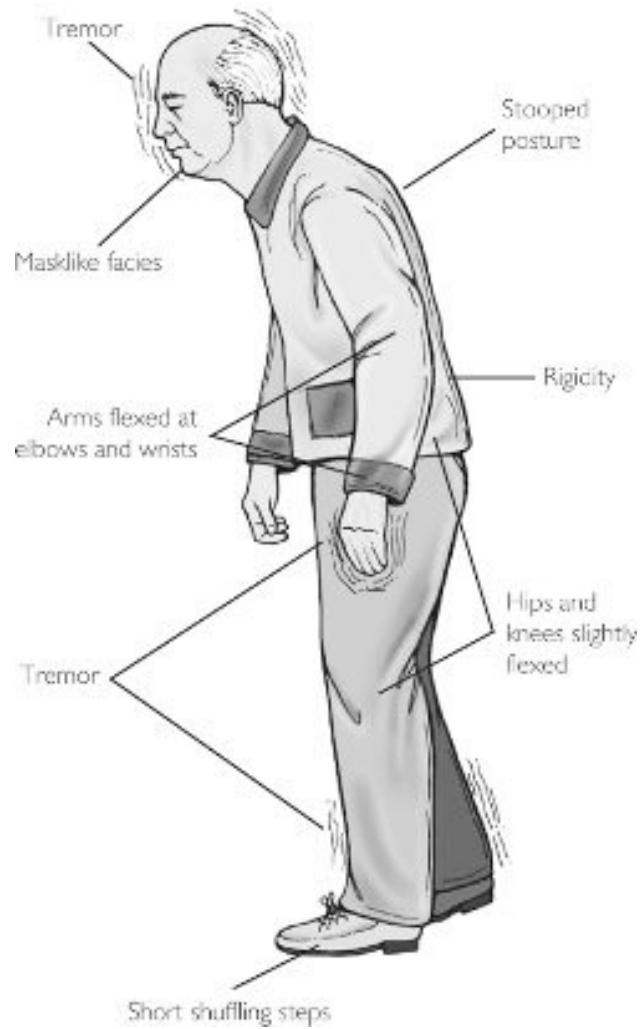


1817 James Parkinson
“shaking palsy”.

- Tremblement de repos
- Bradykinésie / Akinésie
- Rigidité



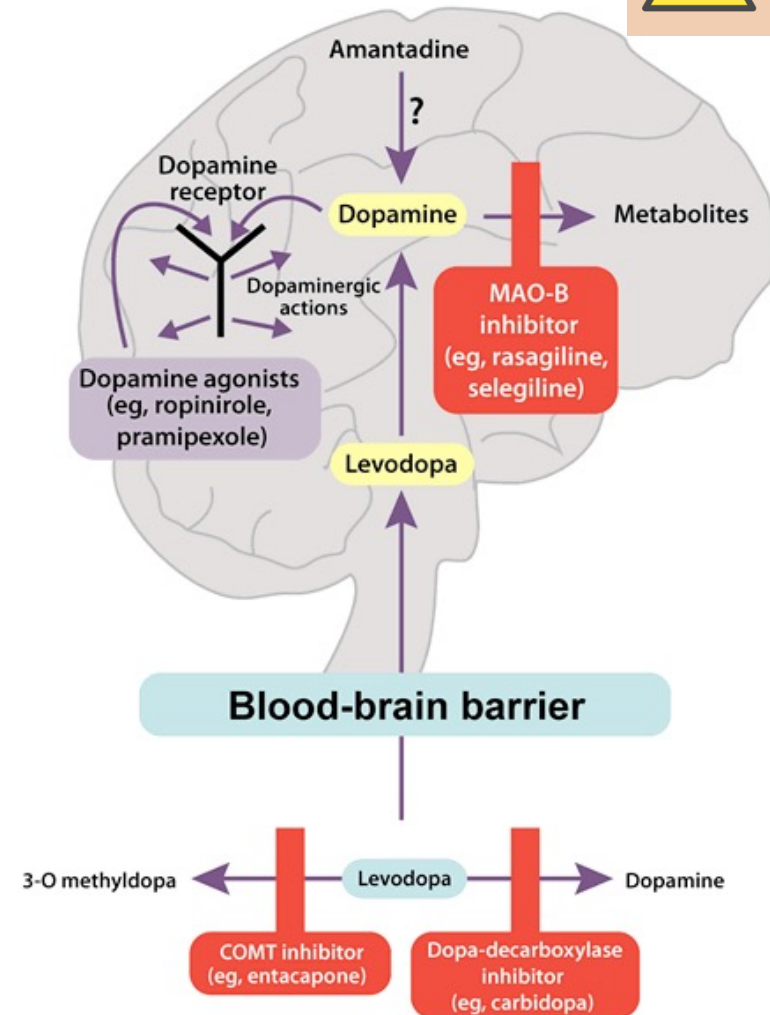
Maladie de Parkinson



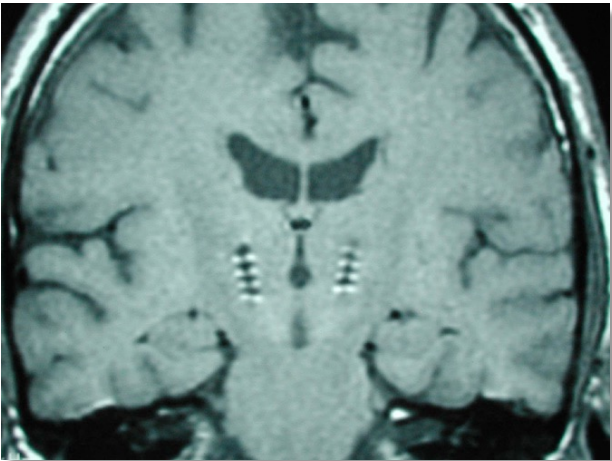
Traitement de la maladie de Parkinson



- Médicamenteux
 - L-dopa
 - Inhibiteurs de la MAO
 - Agonistes dopaminergiques
- Chirurgie
 - (Pallidotomies interne)
 - (Thalamotomie)
 - (Subthalamotomie)
 - Stimulation Cérébrale Profonde
- (Transplantation)



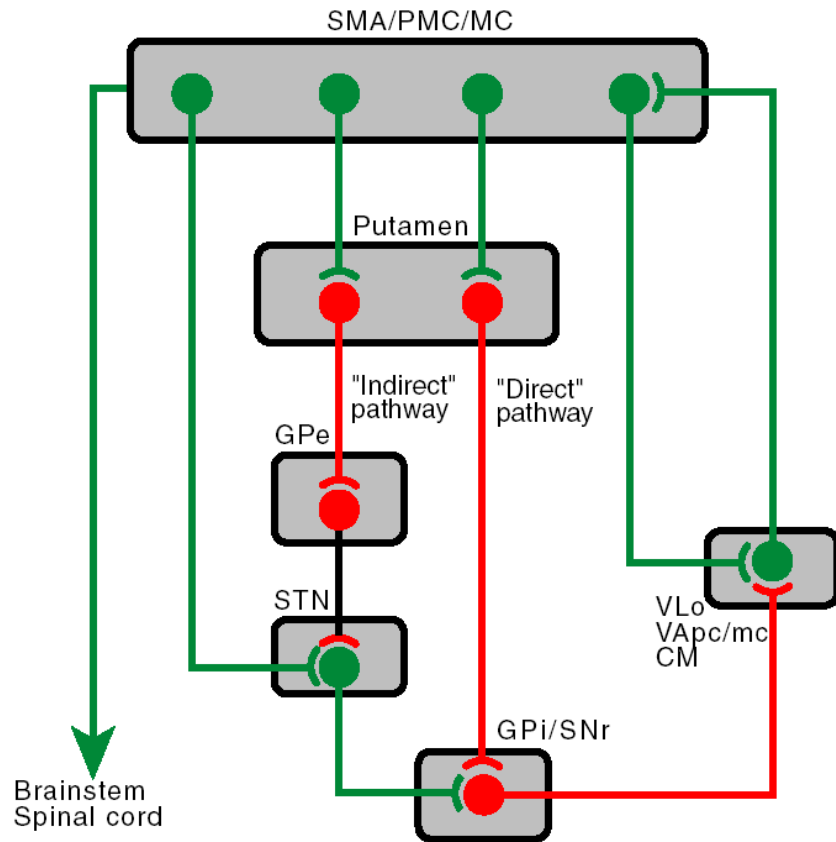
DBS (Deep Brain Stimulation)



Hémiballisme



Lésion du noyau sous-thalamique

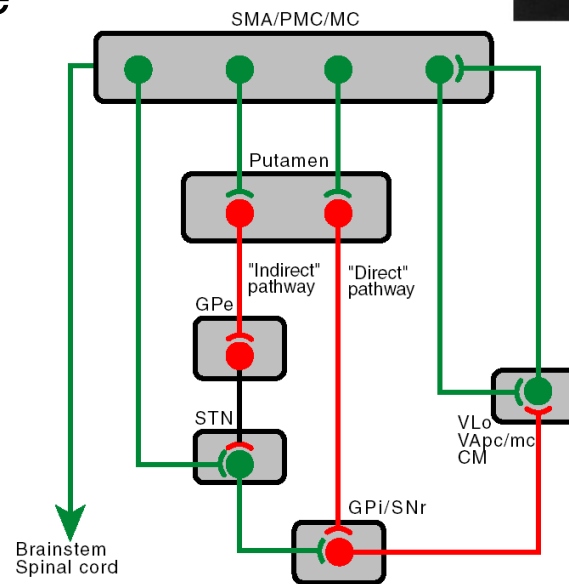
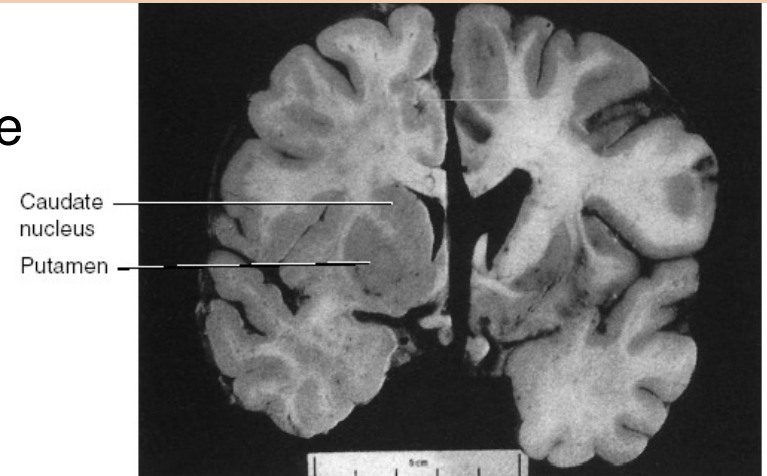


HEMIBALLISMUS

Chorée de Huntington



- Perte de neurones GABAergiques du striatum, et GPe
- Diminution de l'activité de la voie indirecte
- Symptômes vers 30-40 ans
- Chorée, puis bradykinésie progressive
- Troubles cognitifs: démence, troubles psychiatriques (dépression, anxiété, troubles obsessionnels-compulsifs, psychose)



Chorée et athétose



Huntington's Chorea



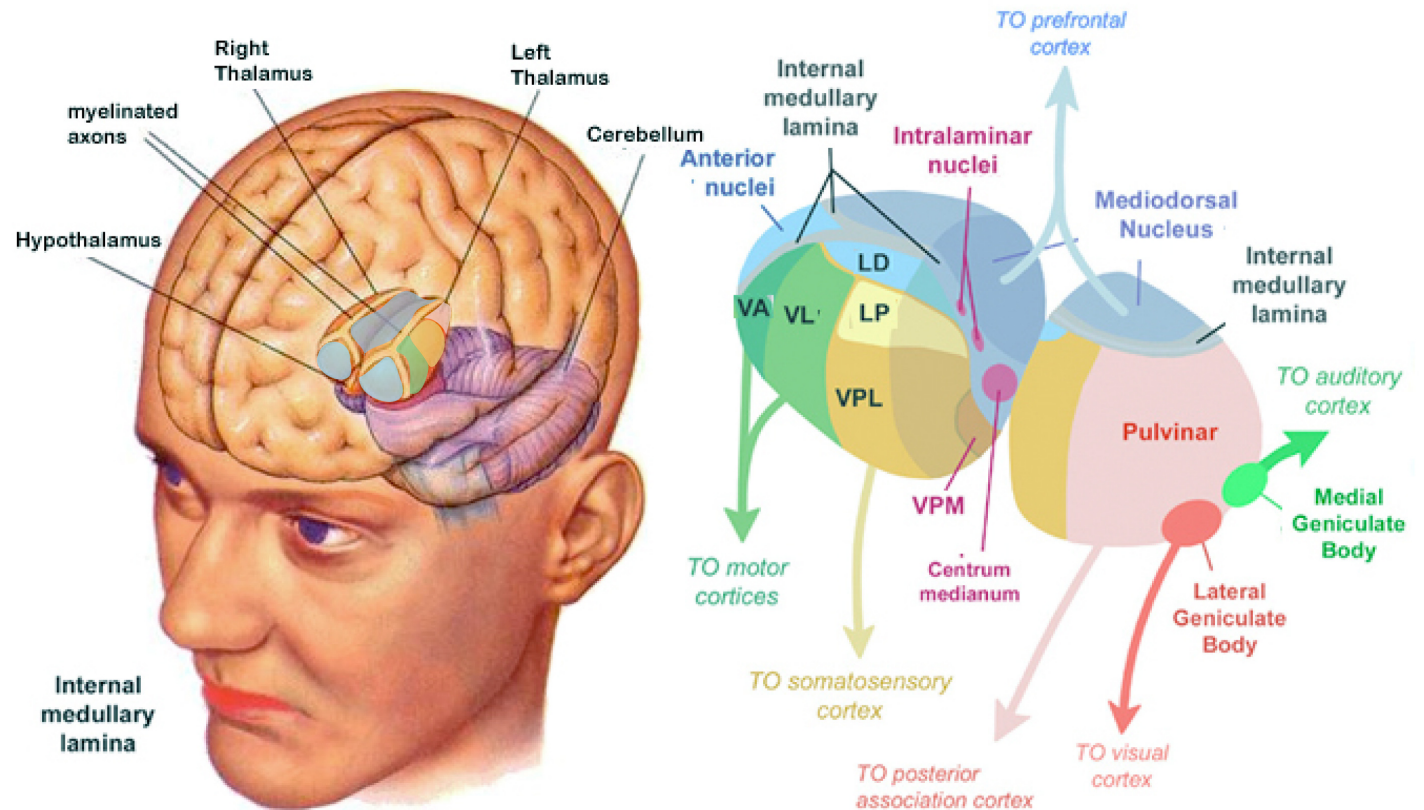
Systemes sensoriels



Le thalamus

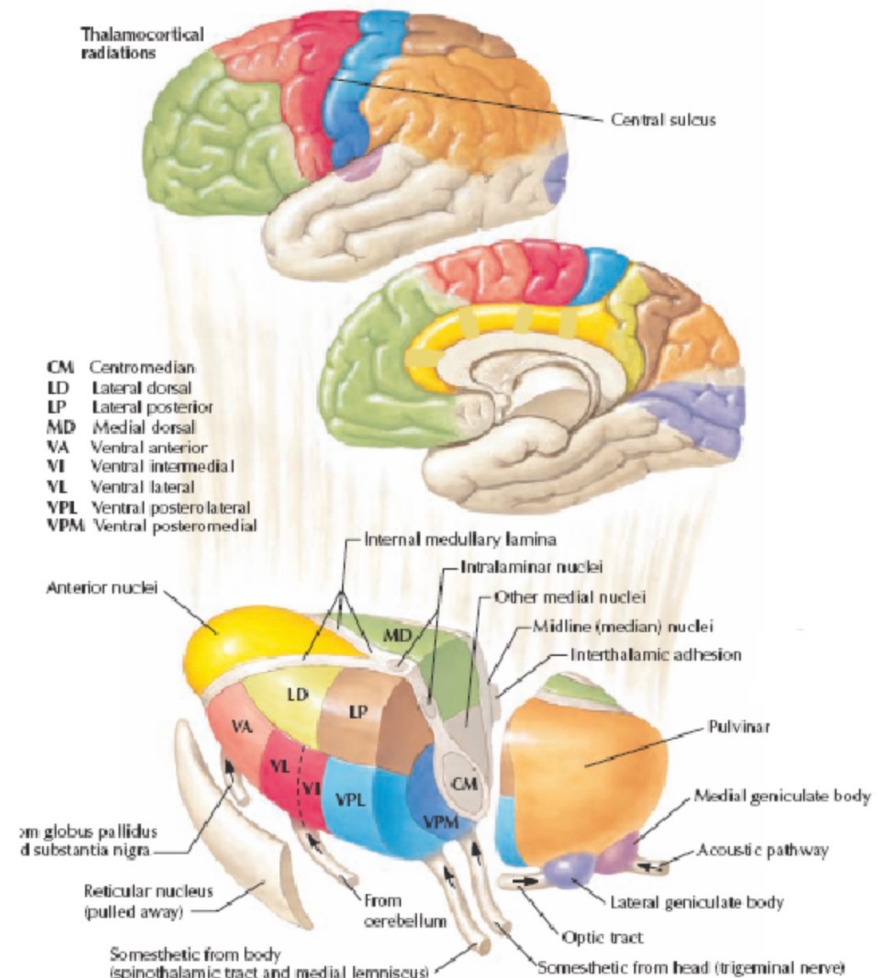


L'information des organes des sens est relayée dans le thalamus avant d'atteindre le cortex



Le thalamus: relais “obligatoire” pour toutes les voies sensorielles

Les différents noyaux thalamiques relaient l'information à des aires spécifiques du cortex

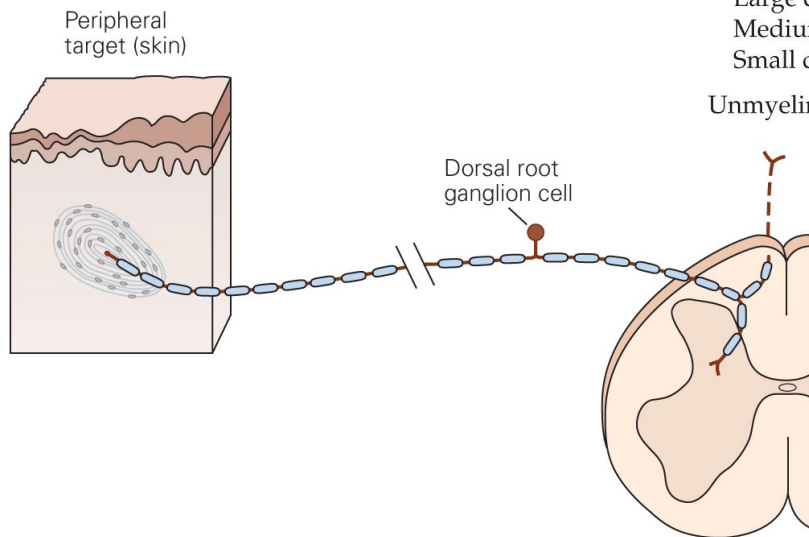


Différents types de mécanorécepteurs tactiles



Receptor subtype	Hair follicles	Meissner corpuscle	Pacinian corpuscle	Merkel cell-neurite complex	Ruffini corpuscle	C-fibre LTM	Mechano-nociceptor Polymodal nociceptor
Skin stimulus	Light brush 	Dynamic deformation 	Vibration 	Indentation depth 	Stretch 	Touch 	Injurious forces
Afferent response	RA, LT 	RA, LT 	RA, LT 	SA, LT 	SA, LT 	SA, LT 	SA, HT
Stimulus							
Receptive field							
Perceptual functions	Skin movement	Skin motion; detecting slipping objects	Vibratory cues transmitted by body contact when grasping an object	Fine tactile discrimination; form and texture perception	Skin stretch; direction of object motion, hand shape and finger position	Pleasant contact; social interaction	Skin injury; pain

Différentes voies de transmission

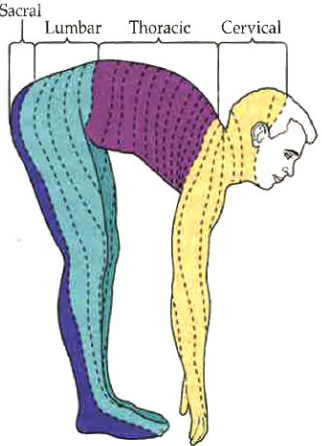
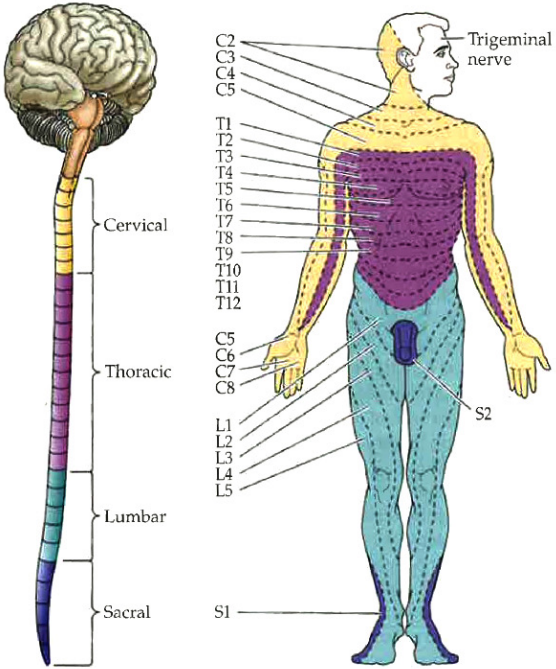
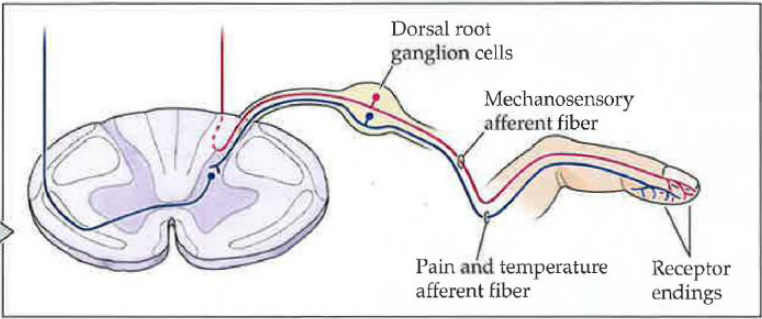
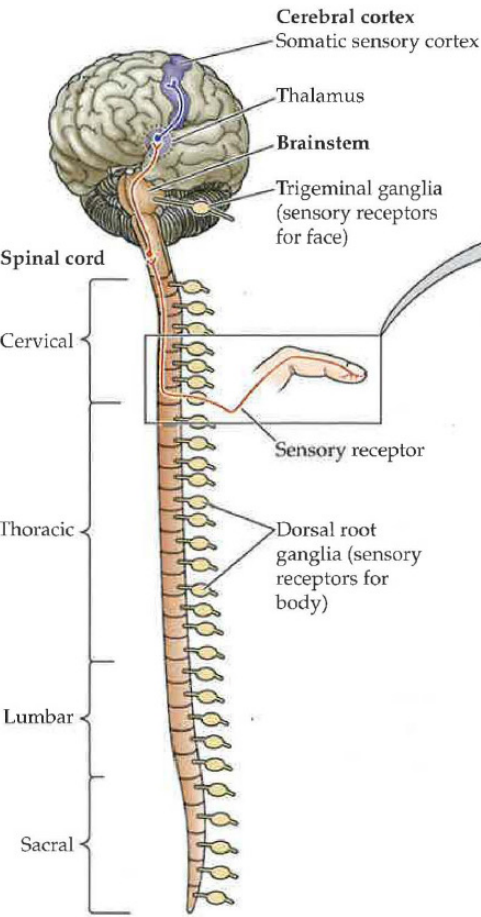


	Muscle nerve	Cutaneous nerve ²	Fiber diameter (μm)	Conduction velocity (m/s)
Myelinated	Large diameter	I	Aα	72-120
	Medium diameter	II	Aβ	36-72
	Small diameter	III	Aδ	4-36
Unmyelinated	IV	C	0.2-1.5	0.4-2.0

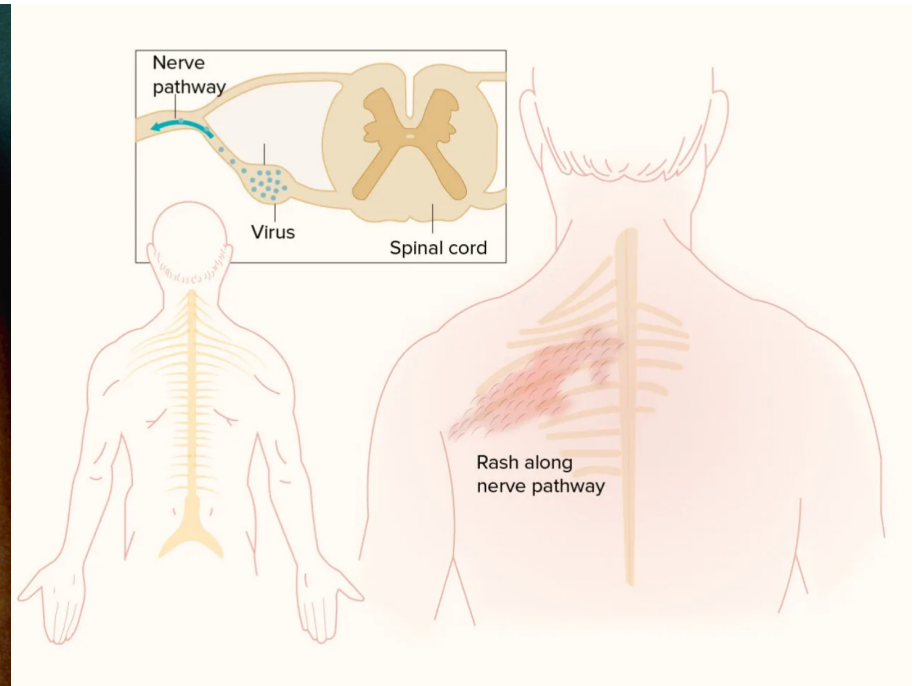
	Number of fibers			
Axon diameter (μm)	1	5	12	20
Conduction velocity (m/s)	1	30	72	120

Receptor type	Fiber group ¹	Fiber name	Modality
Cutaneous and subcutaneous mechanoreceptors			Touch
Meissner corpuscle	Aα,β	RA1	Stroking, flutter
Merkel disk receptor	Aα,β	SA1	Pressure, texture
Pacinian corpuscle ²	Aα,β	RA2	Vibration
Ruffini ending	Aα,β	SA2	Skin stretch
Hair-tylotrich, hair-guard	Aα,β	G1, G2	Stroking, fluttering
Hair-down	Aδ	D	Light stroking
Field	Aα,β	F	Skin stretch
C mechanoreceptor	C		Stroking, erotic touch
Thermal receptors			Temperature
Cool receptors	Aδ	III	Skin cooling (<25°C [77°F])
Warm receptors	C	IV	Skin warming (>35°C [95°F])
Heat nociceptors	Aδ	III	Hot temperature (>45°C [113°F])
Cold nociceptors	C	IV	Cold temperature (<5°C [41°F])

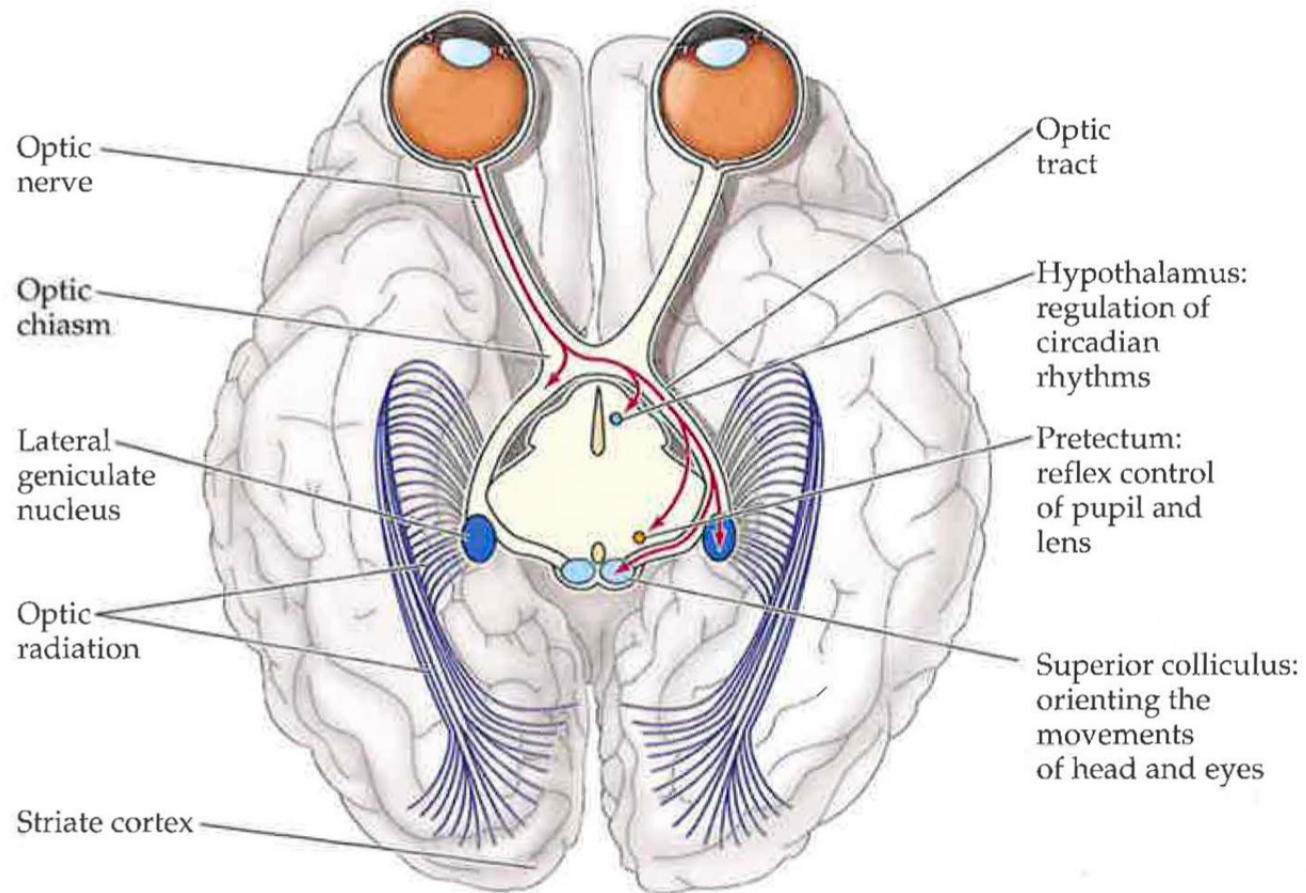
Les dermatomes



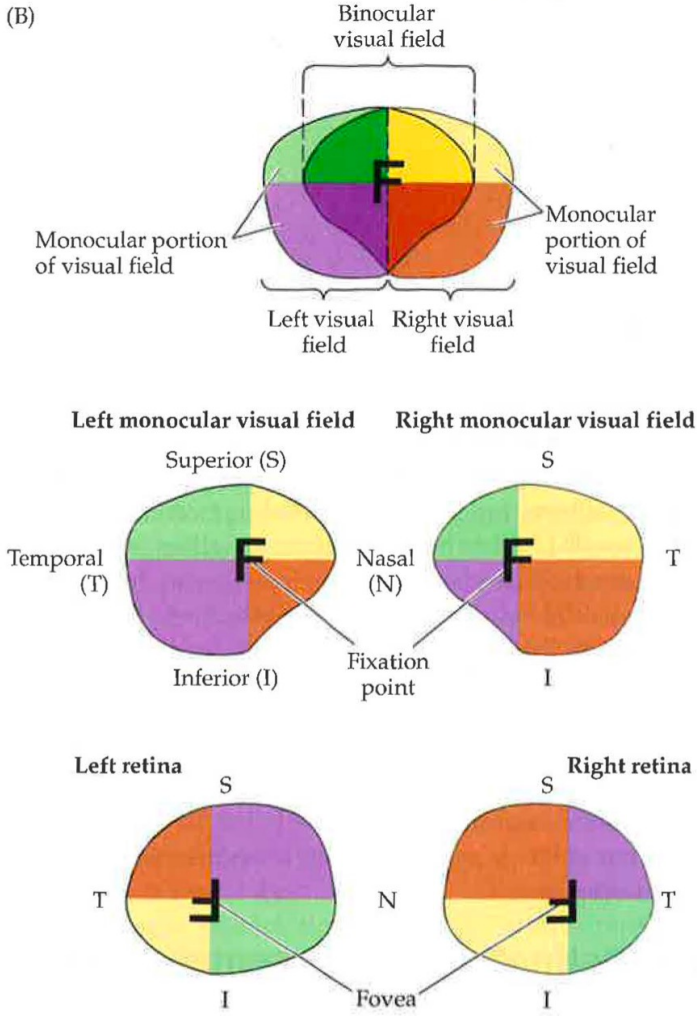
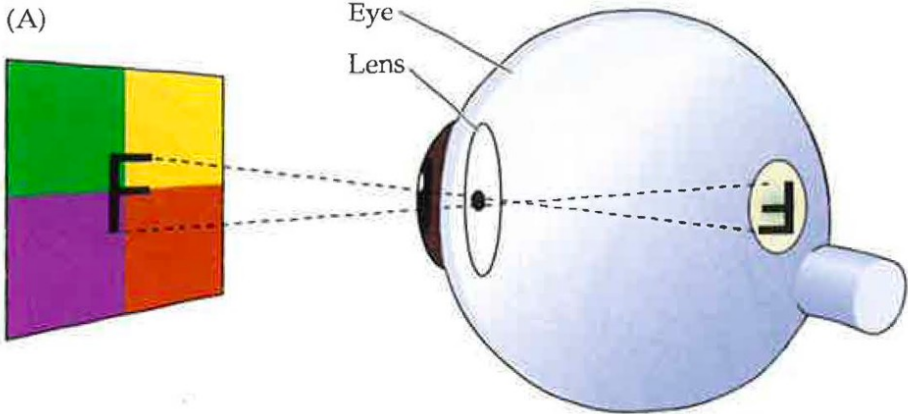
Le virus de la varicelle peut se réactiver sous forme de zona le long des dermatomes



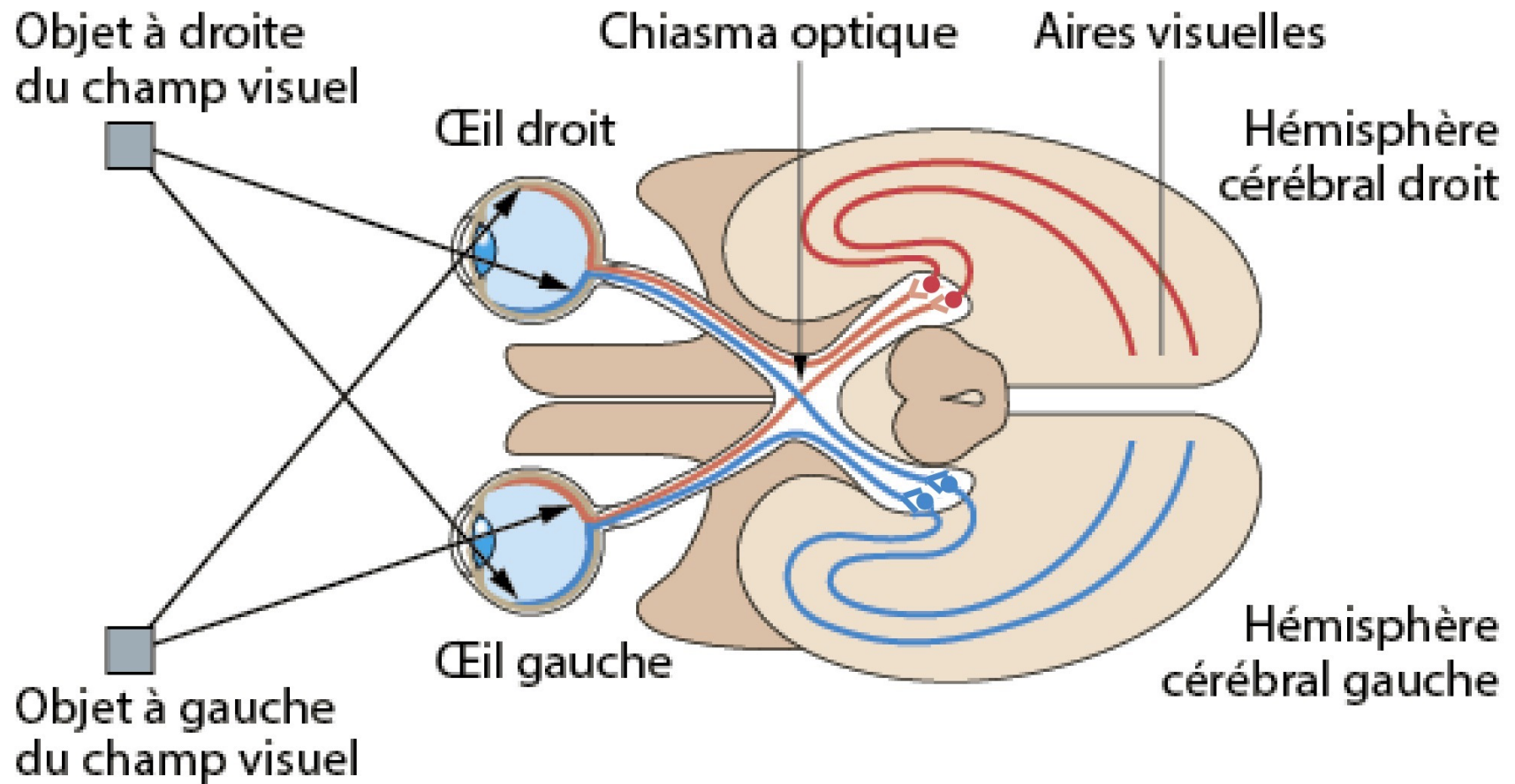
Le système visuel



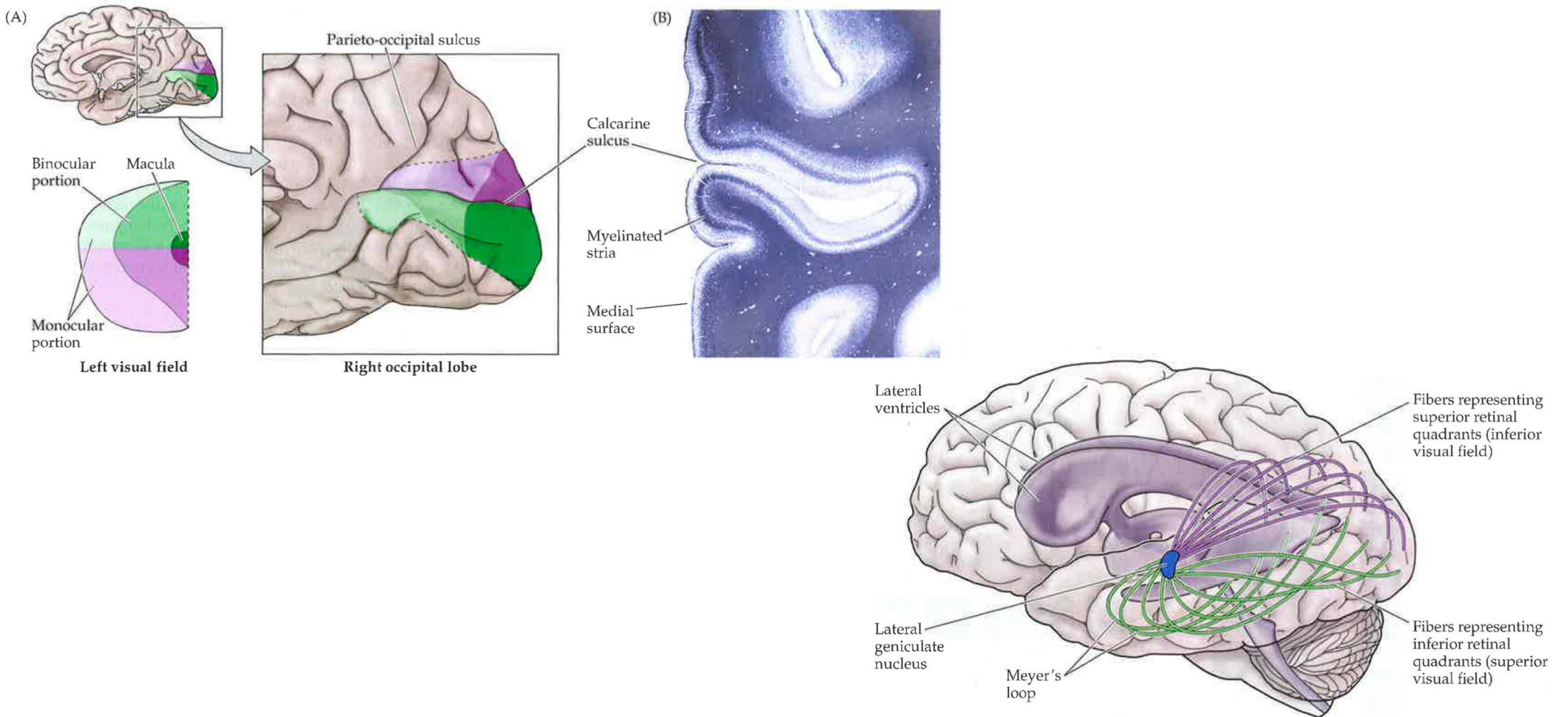
Les champs visuels



Croisement des voies visuelles



Rétinotopie



Lésion des voies visuelles

