

INTRODUCTION A LA NEUROANATOMIE FONCTIONNELLE

Devenir capable...

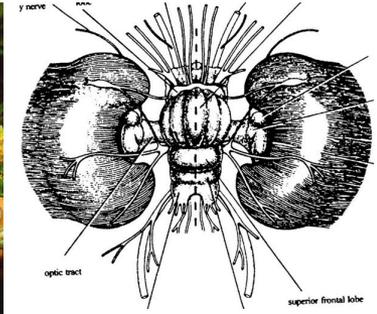
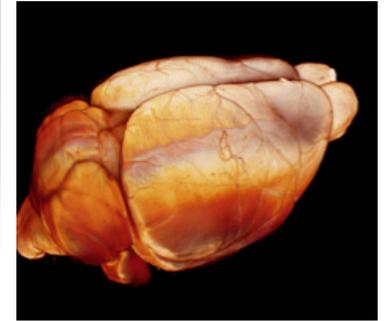
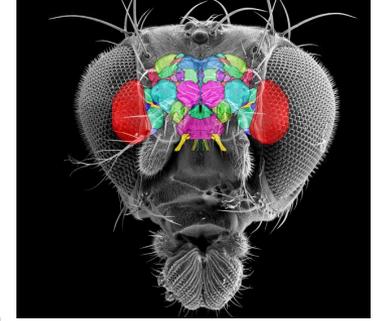
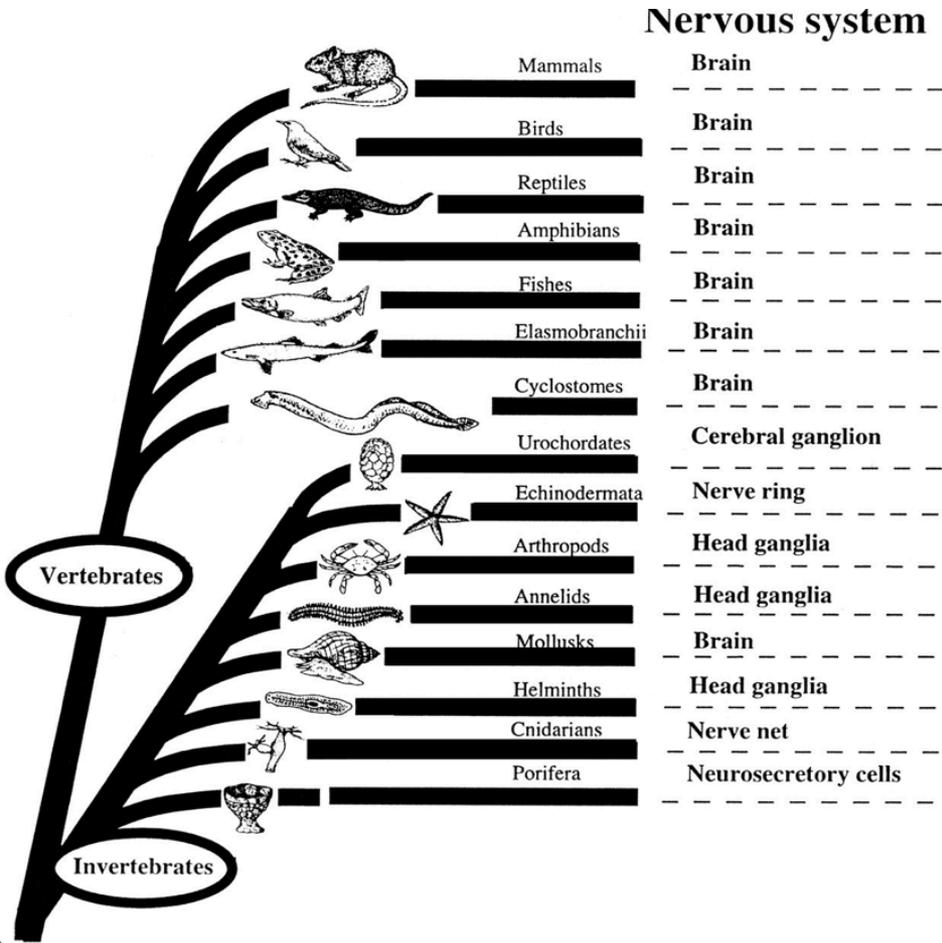
1. de reconnaître les principales structures et se repérer dans le système nerveux central
2. d'imaginer une expérience permettant de tester la fonction d'une structure
3. de comprendre les grandes voies de réception et d'intégration des informations sensorielles
4. de comprendre l'anatomie des circuits centraux moteurs, somesthésiques et mnésiques

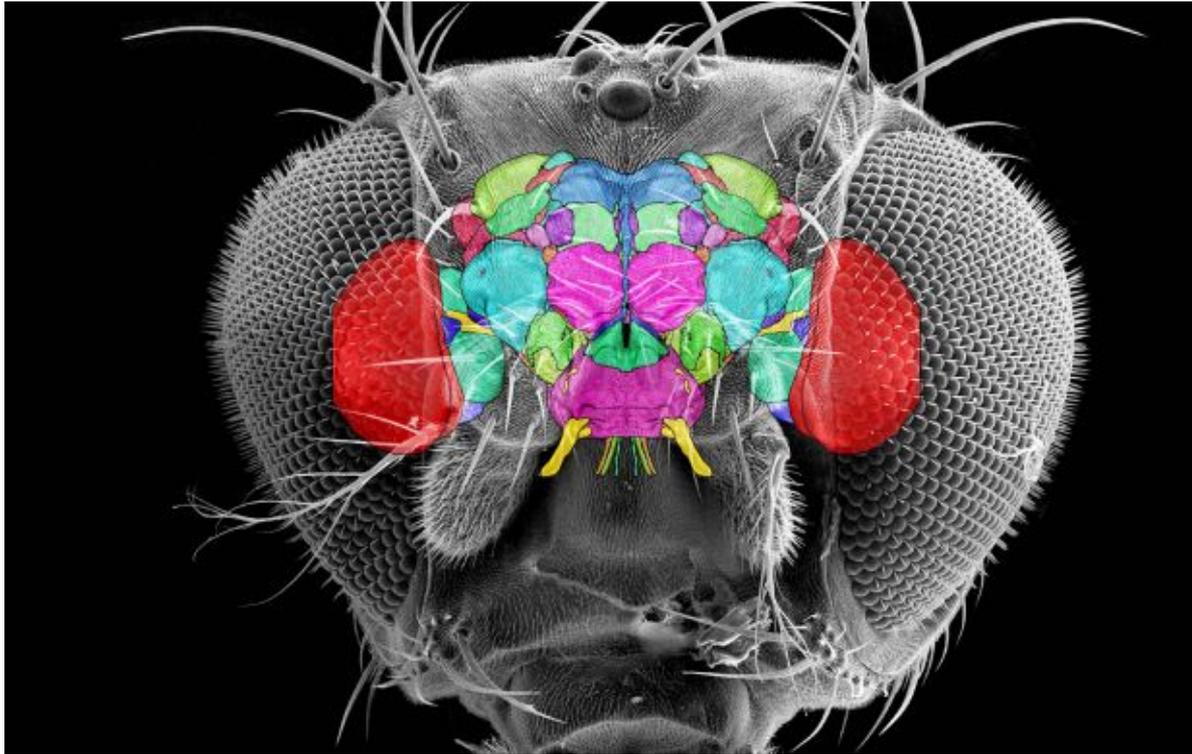
Julien Chuquet, Université de Rouen, INSERM U1239

L3-B2MCP, option Neuroscience 2017

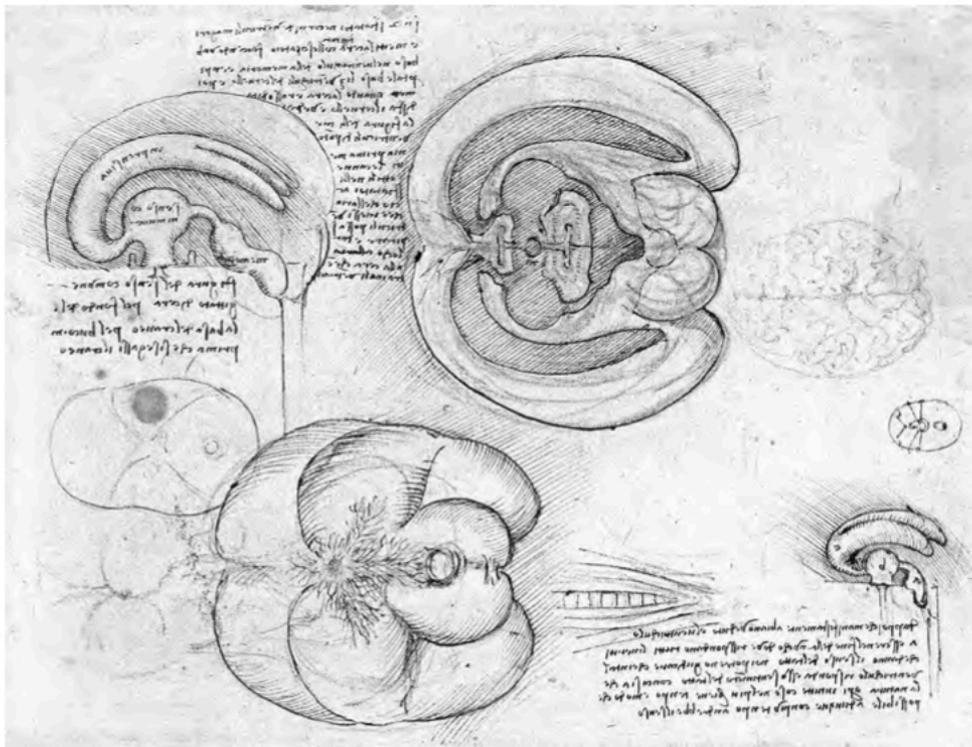
Qu'est ce qu'un cerveau?







Le cerveau est un organe qui centralise la perception des informations sensorielles pour les analyser et coordonner une réponse renvoyée en périphérie. C'est aussi un centre de stockage des informations et le siège des processus cognitifs et émotionnels.



Léonard de Vinci



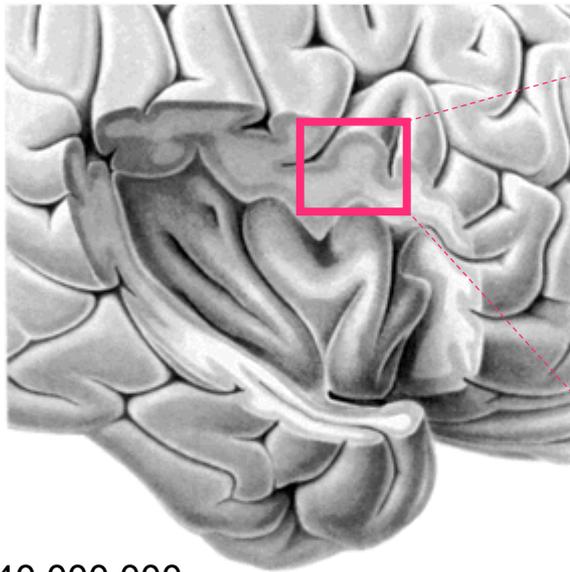
Descarte

dualisme vs. matérialisme

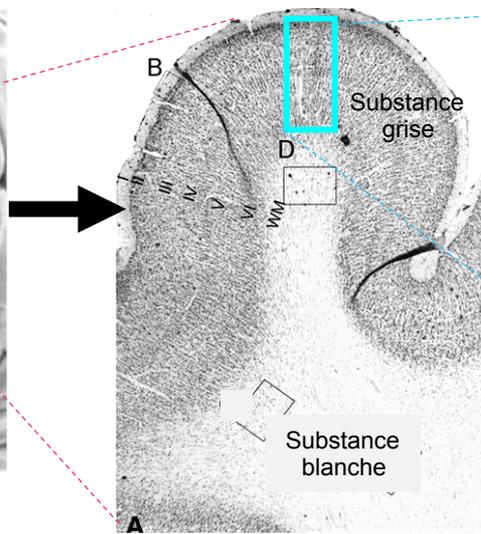
Point de vue matérialiste : n'importe quelle opération mentale a une ou des localisations cérébrales. La pensée, l'esprit, la conscience et l'inconscience sont le résultat d'une activité cellulaire localisée dans le cerveau.

Le fonctionnement du cerveau demeure mystérieux

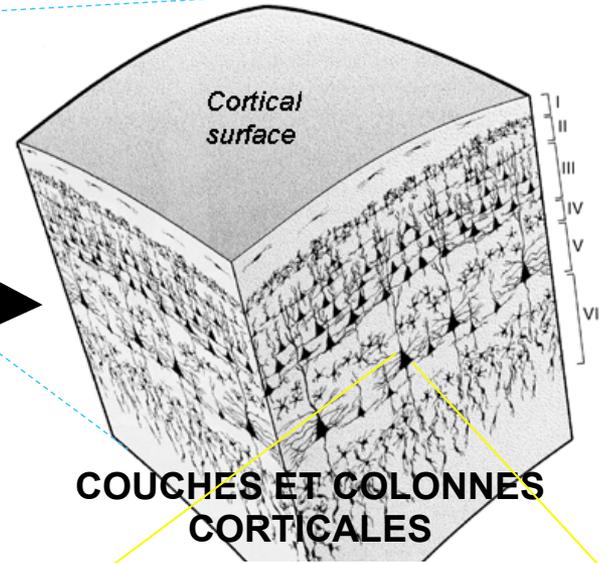
Complexité du système nerveux : *Propriétés émergentes*



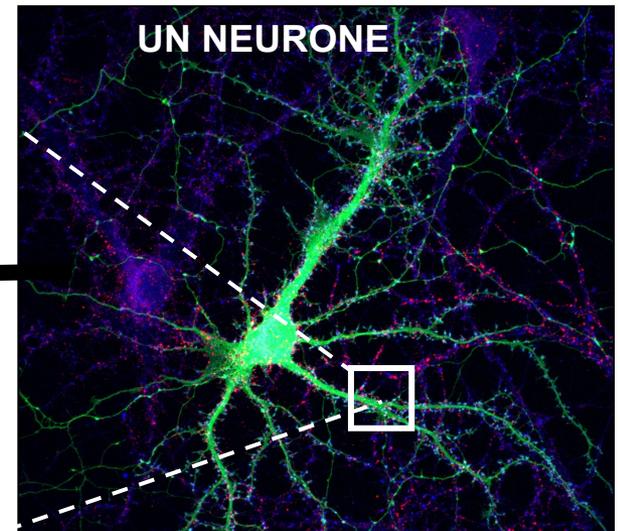
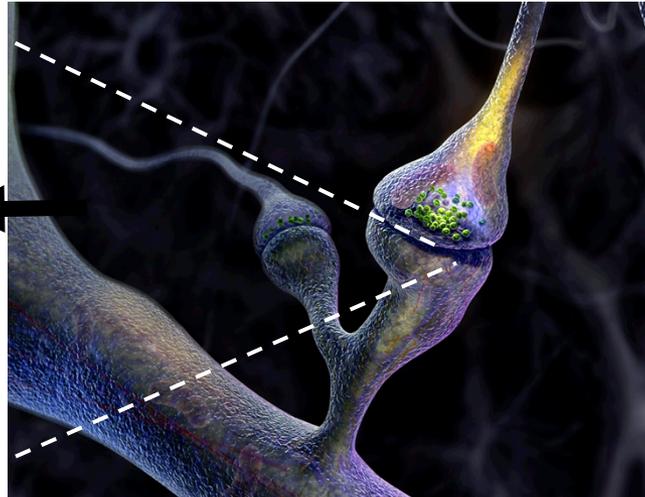
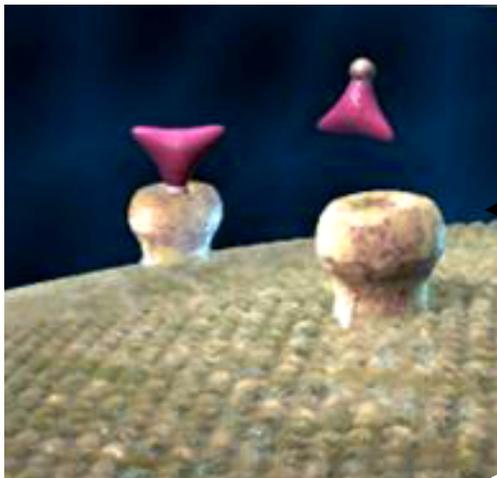
x 40 000 000



partie d'une structure



COUCHES ET COLONNES CORTICALES

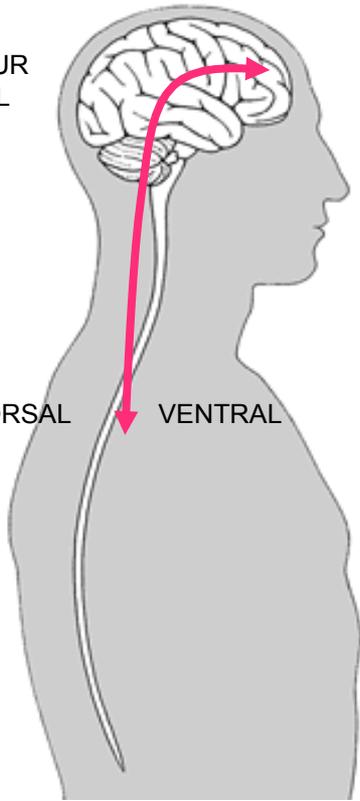


POSTERIEUR
OCCIPITAL

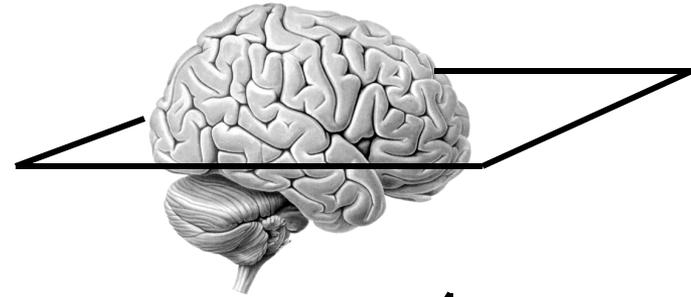
ANTERIEUR
FRONTAL

DORSAL

VENTRAL



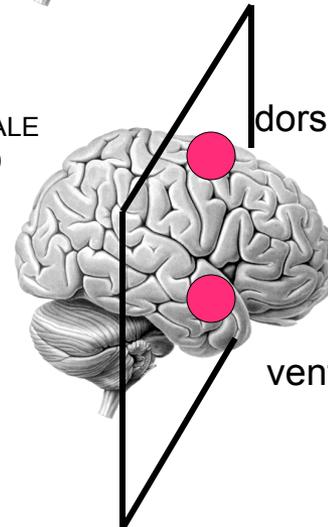
COUPE HORIZONTALE



COUPE FRONTALE
(CORONALE)

dorsal

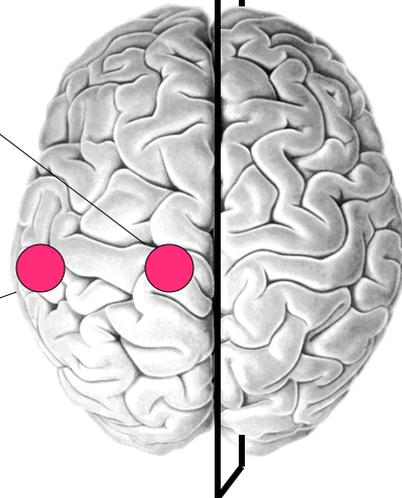
ventral



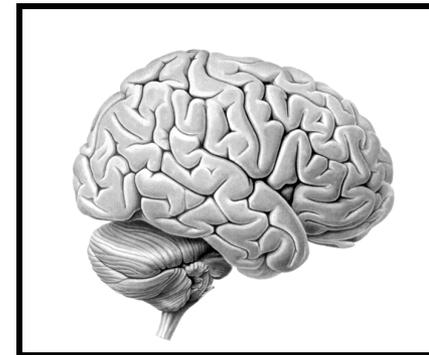
COUPE
SAGITALE

MEDIAN
INTERNE

LATERAL
EXTERNE



COUPE SAGITALE



1. Le cortex cérébral

1.1 Le lobe occipital : le cortex visuel

1.2 Le lobe pariétal

1.2.1 Le cortex somesthésique

1.2.2 Autres aires du lobe pariétal

1.3 Le lobe temporal

1.3.1 Les aires auditives

1.3.2 L'aire de Wernicke

1.3.3 Autres aires du lobe temporal

1.4 Le lobe frontal

1.4.1 L'aire de Broca

1.4.2 Le cortex moteur et premoteur

1.4.3 Le cortex pré-frontal

1.5 L'insula

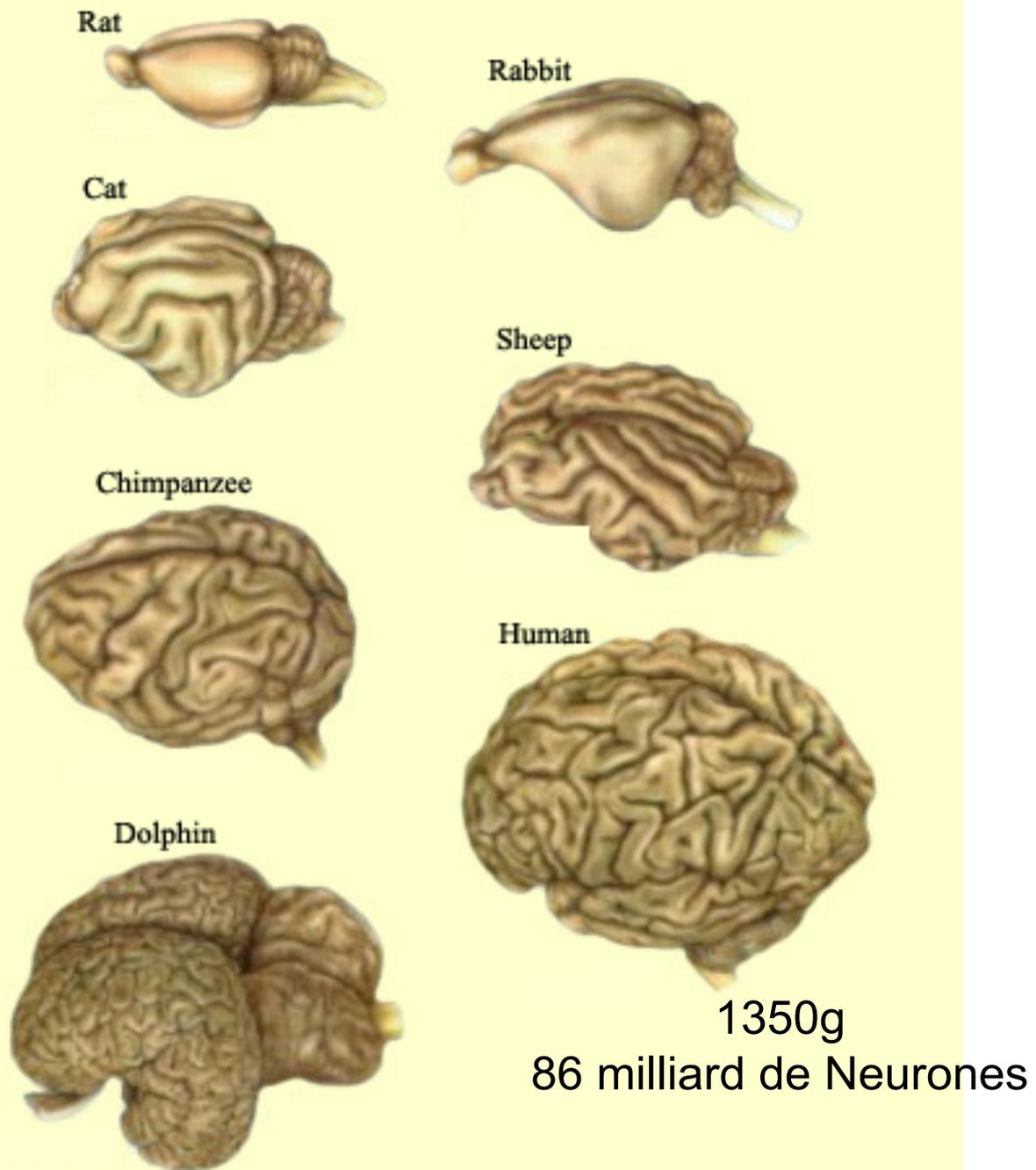
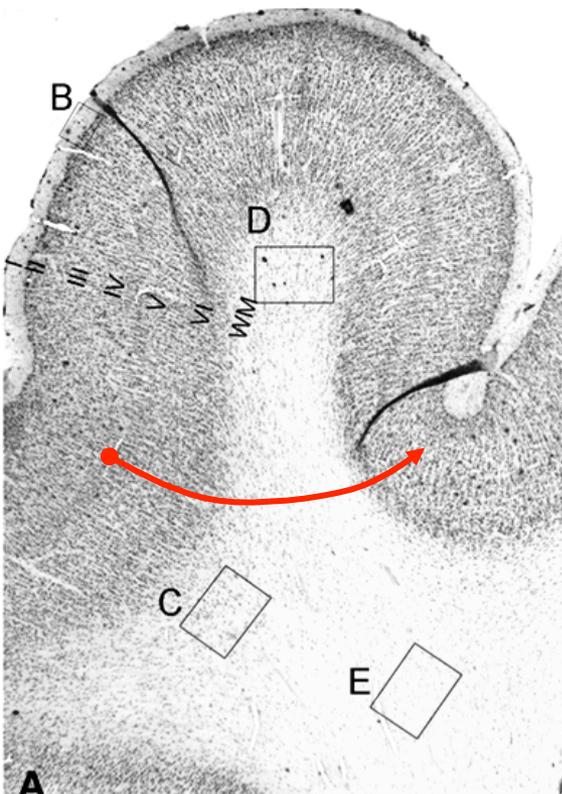
2. Les structures sous-corticales

2.1 Les commissures

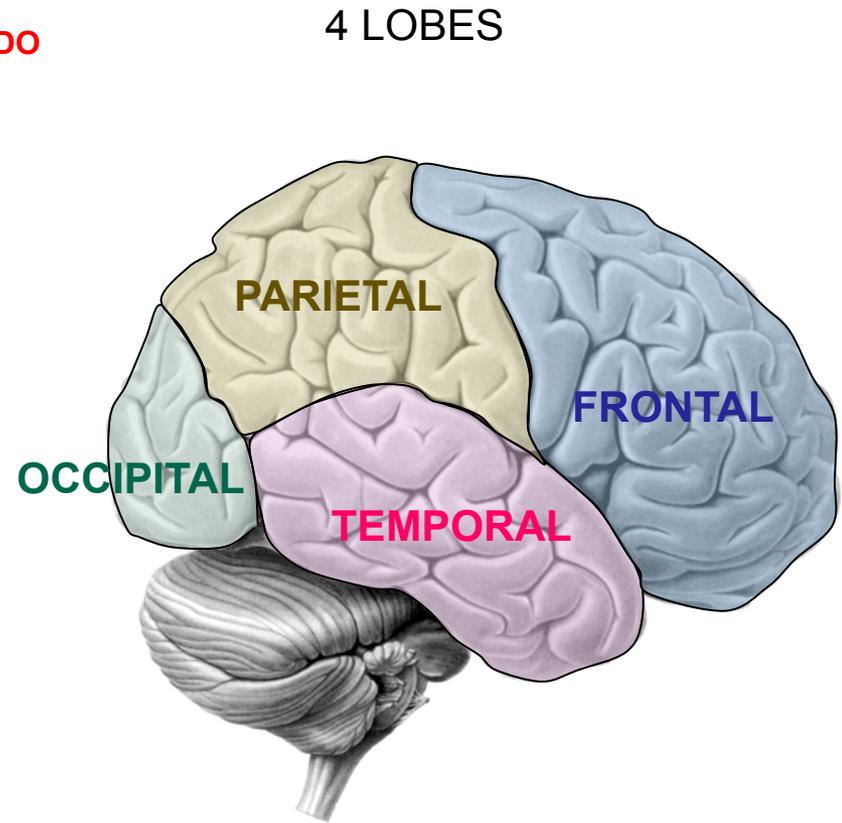
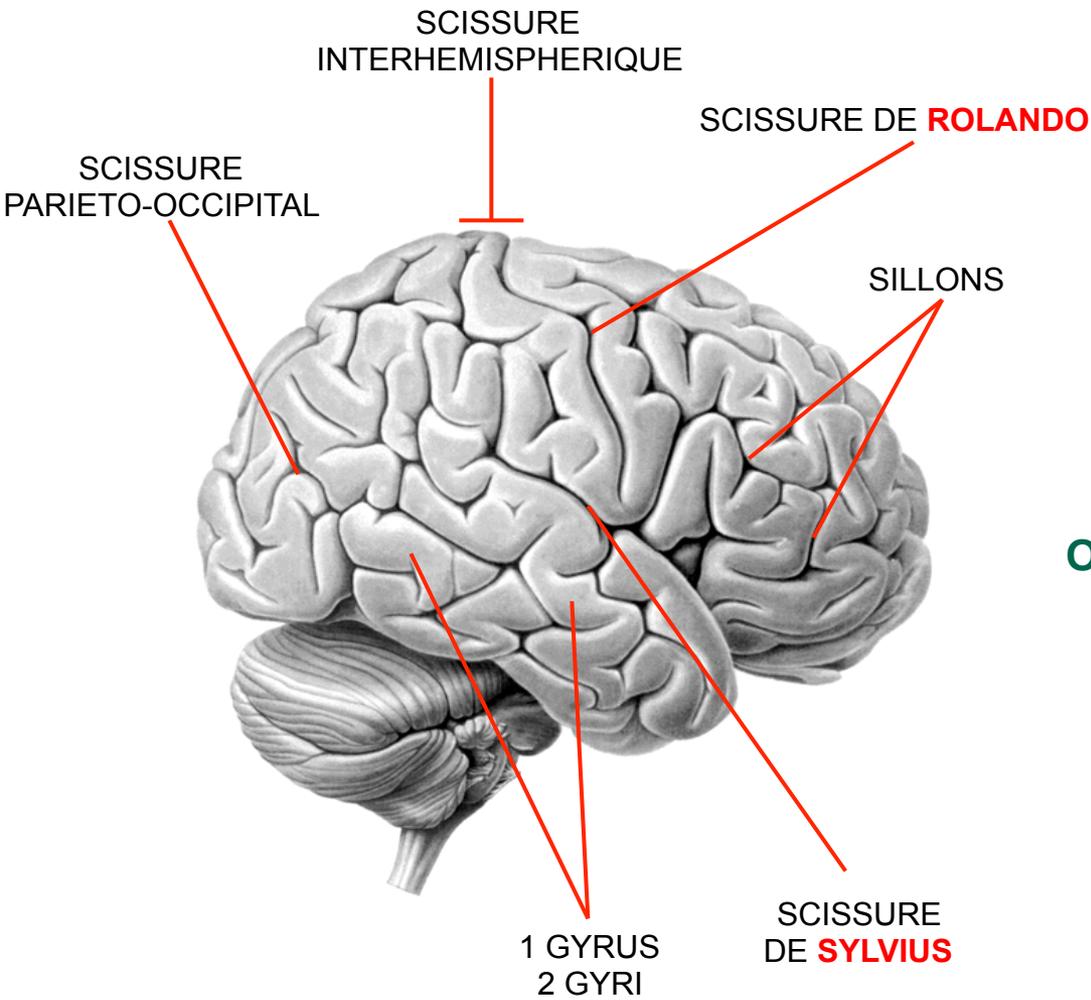
2.1.1 Le corps calleux

2.1.3 La capsule interne

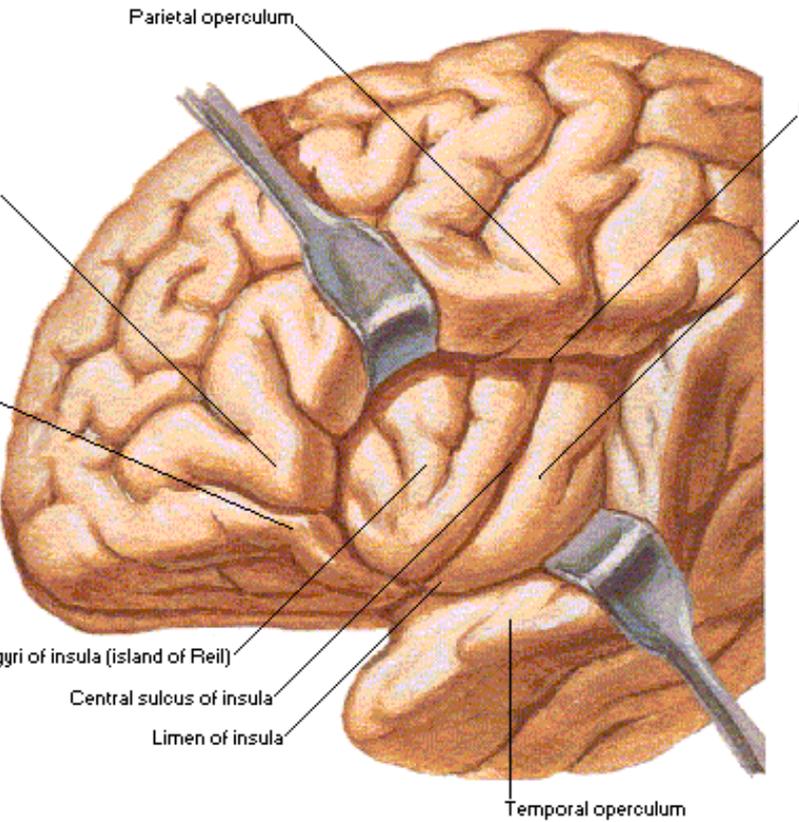
2.2 Le thalamus et les ganglions de la base



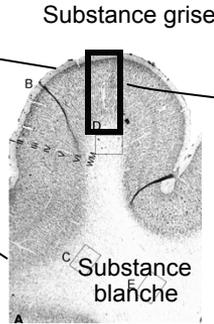
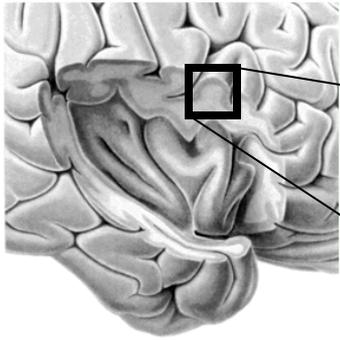
Anatomie du cortex humain : gyrus, scissure, sillon et lobe



+ 1 cinquième lobe (interne) : l'insula



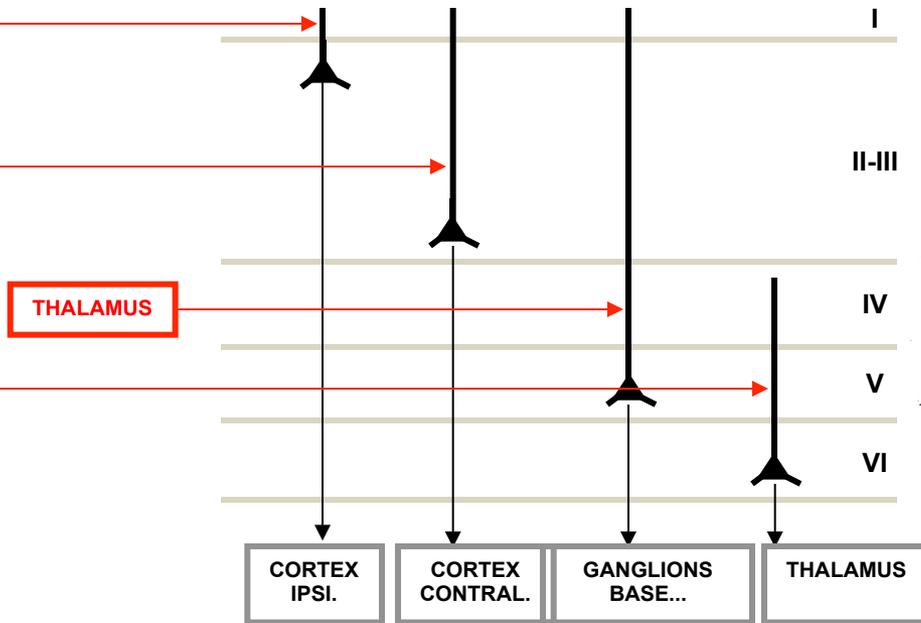
CYTOARCHITECTURE DU CORTEX CEREBRAL LE CORTEX EST UNE STRUCTURE EN COUCHE



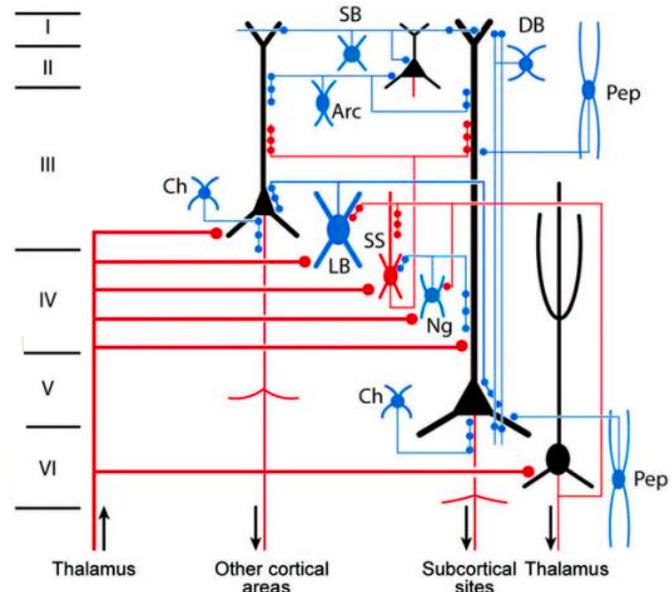
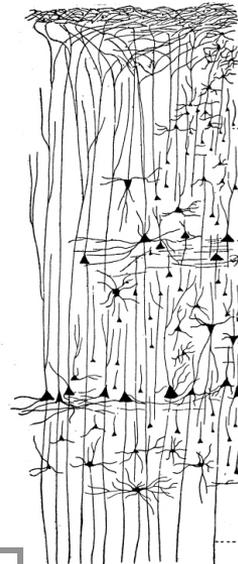
NEURONES
ORGANISES
EN 6 COUCHES
= COUCHES CORTICALES

ENTREES
DENDRITES

AFFERENCES ISSUES DES AUTRES AIRES CORTICALES



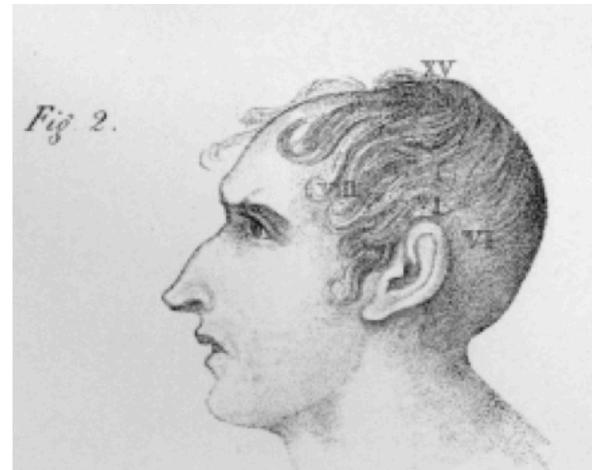
SORTIES
AXONES



"savant"



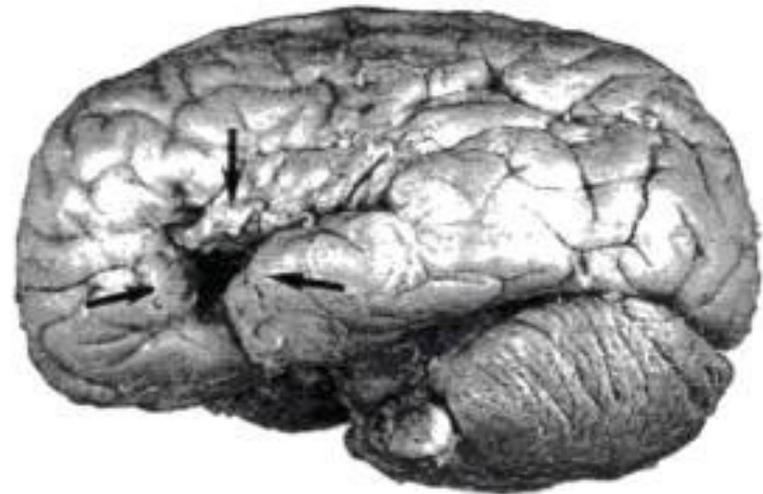
"crétin"



PREMIERE CARTOGRAPHIE ANATOMO-CLINIQUE DU CORTEX : L'AIRE DE BROCA

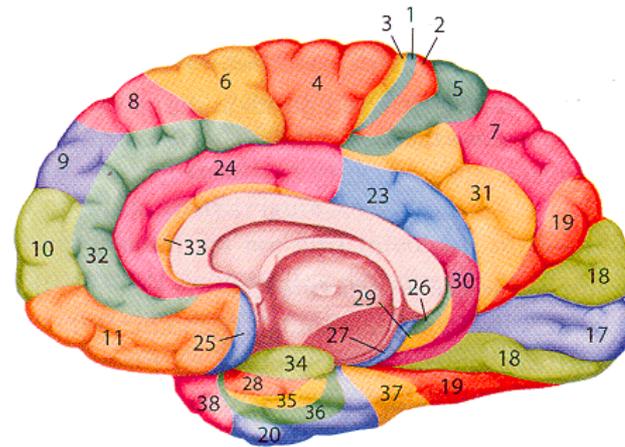
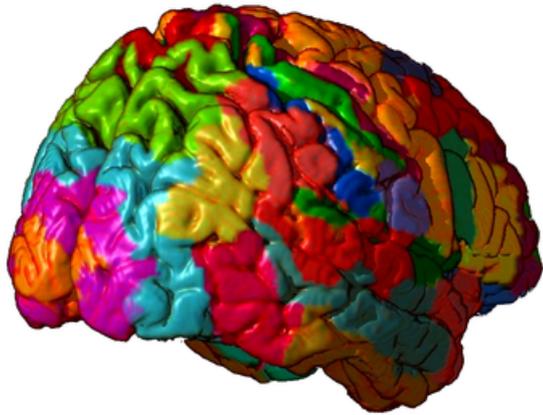
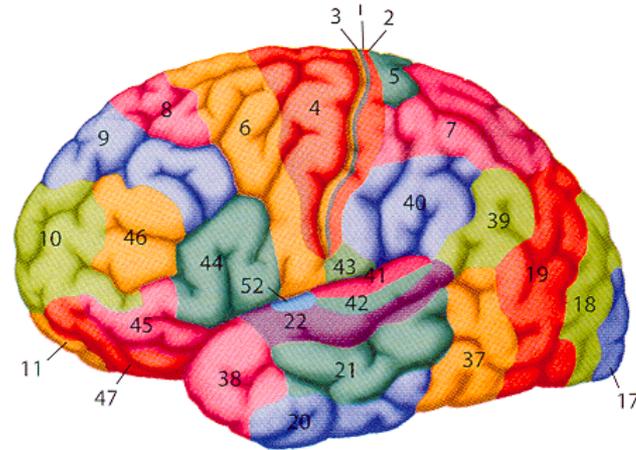


PAUL BROCA 1824-1880



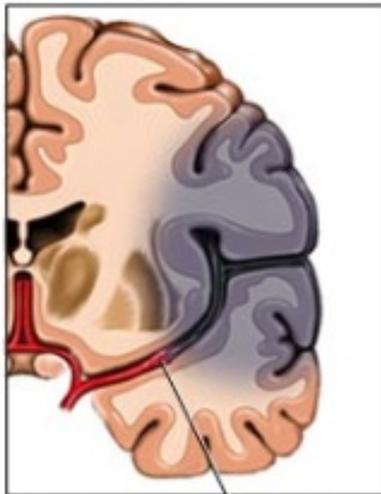
CERVEAU DE Mr LEBORGNE

CARTOGRAPHIE ANATOMIQUE DU CORTEX : LES 52 AIRES DE BRODMANN BASEE SUR LA CYTOARCHITECTONIQUE DES COUCHES CORTICALES



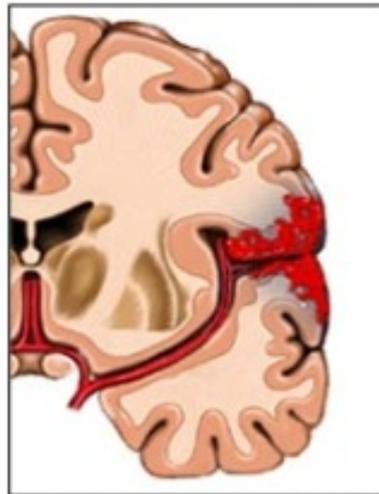
Des données anatomo-cliniques à l'IRM fonctionnelle

Ischemic stroke

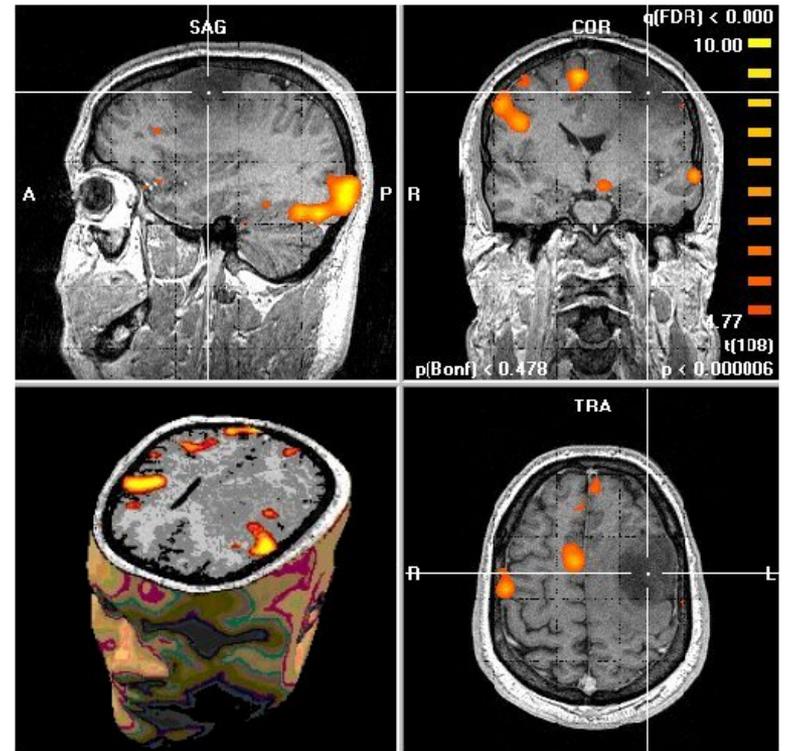


A clot blocks blood flow to an area of the brain

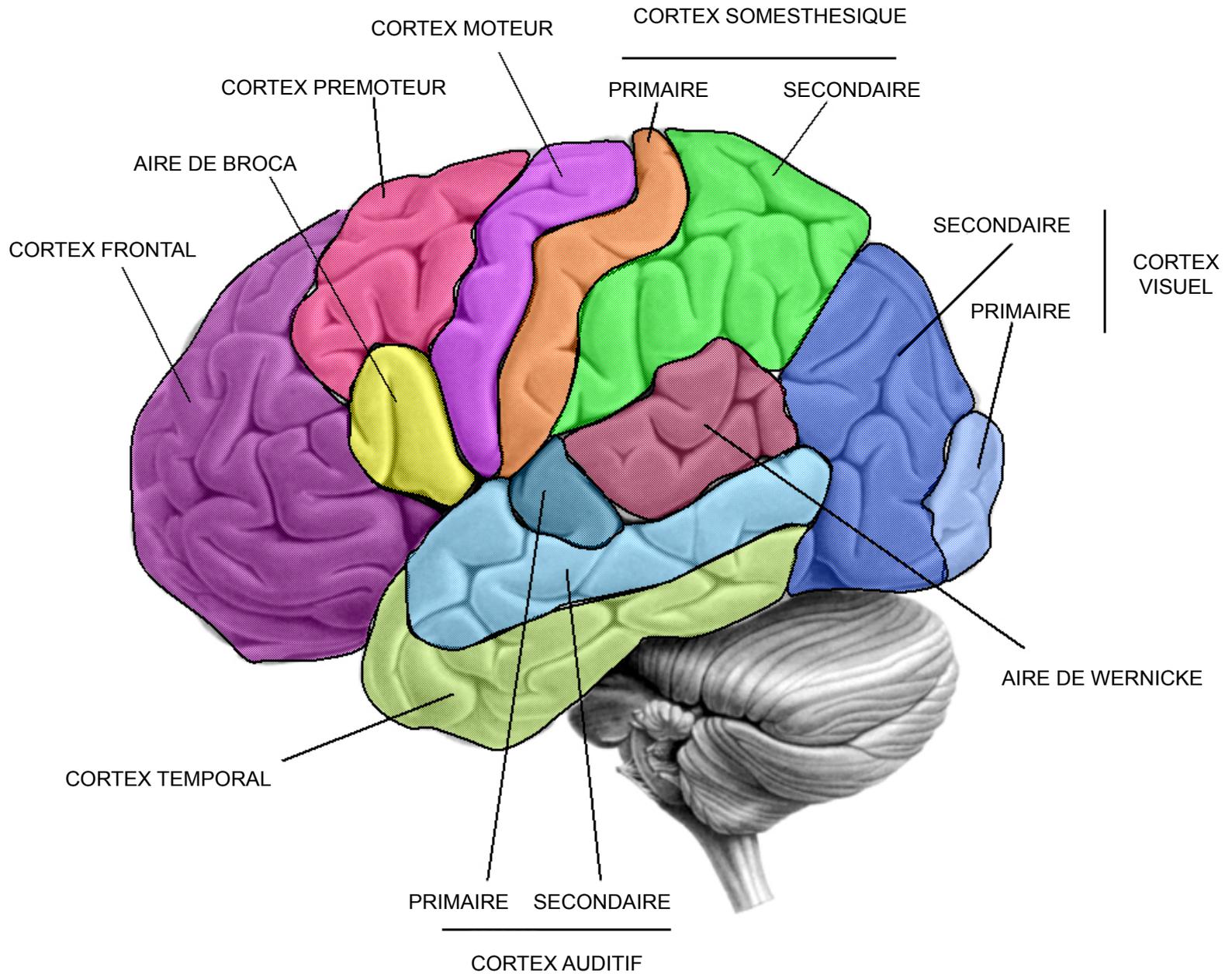
Hemorrhagic stroke



Bleeding occurs inside or around brain tissue



HEMISPHERE GAUCHE



1. Le cortex cérébral

1.1 Le lobe occipital : le cortex visuel

1.2 Le lobe pariétal

1.2.1 Le cortex somesthésique

1.2.2 Autres aires du lobe pariétal

1.3 Le lobe temporal

1.3.1 Les aires auditives

1.3.2 L'aire de Wernicke

1.3.3 Autres aires du lobe temporal

1.4 Le lobe frontal

1.4.1 L'aire de Broca

1.4.2 Le cortex moteur et premoteur

1.4.3 Le cortex pré-frontal

1.5 L'insula

2. Les structures sous-corticales

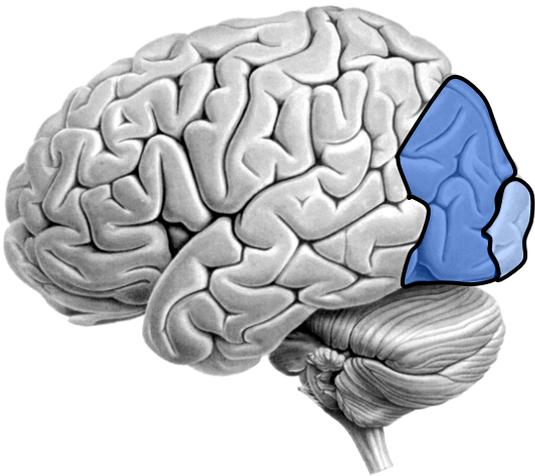
2.1 Les commissures

2.1.1 Le corps calleux

2.1.3 La capsule interne

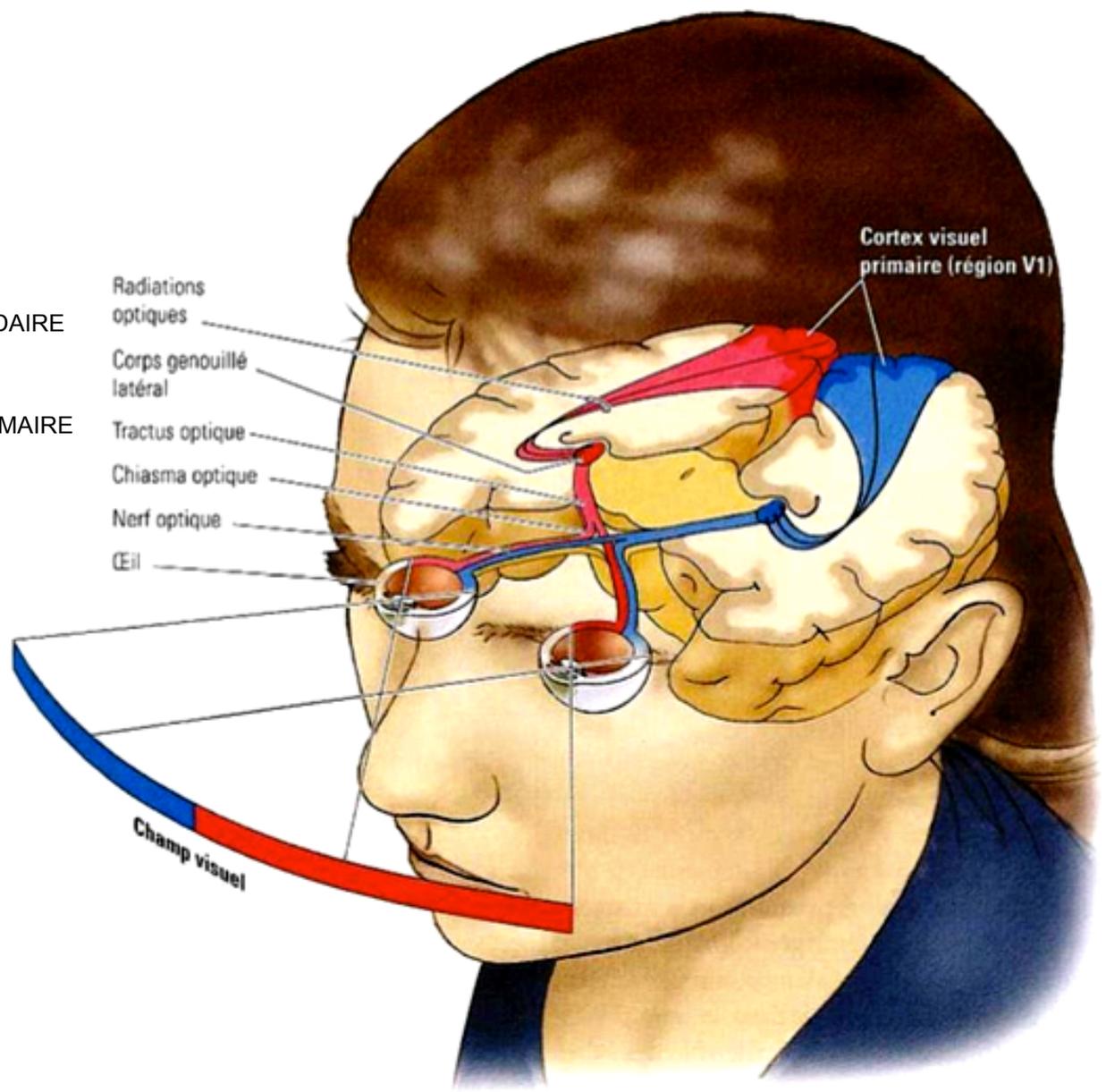
2.2 Le thalamus et les ganglions de la base

LOBE OCCIPITAL : LE CORTEX VISUEL



SECONDAIRE

PRIMAIRE



Cortex visuel
primaire (région V1)

Radiations
optiques

Corps genouillé
latéral

Tractus optique

Chiasma optique

Nerf optique

Œil

Champ visuel

retine

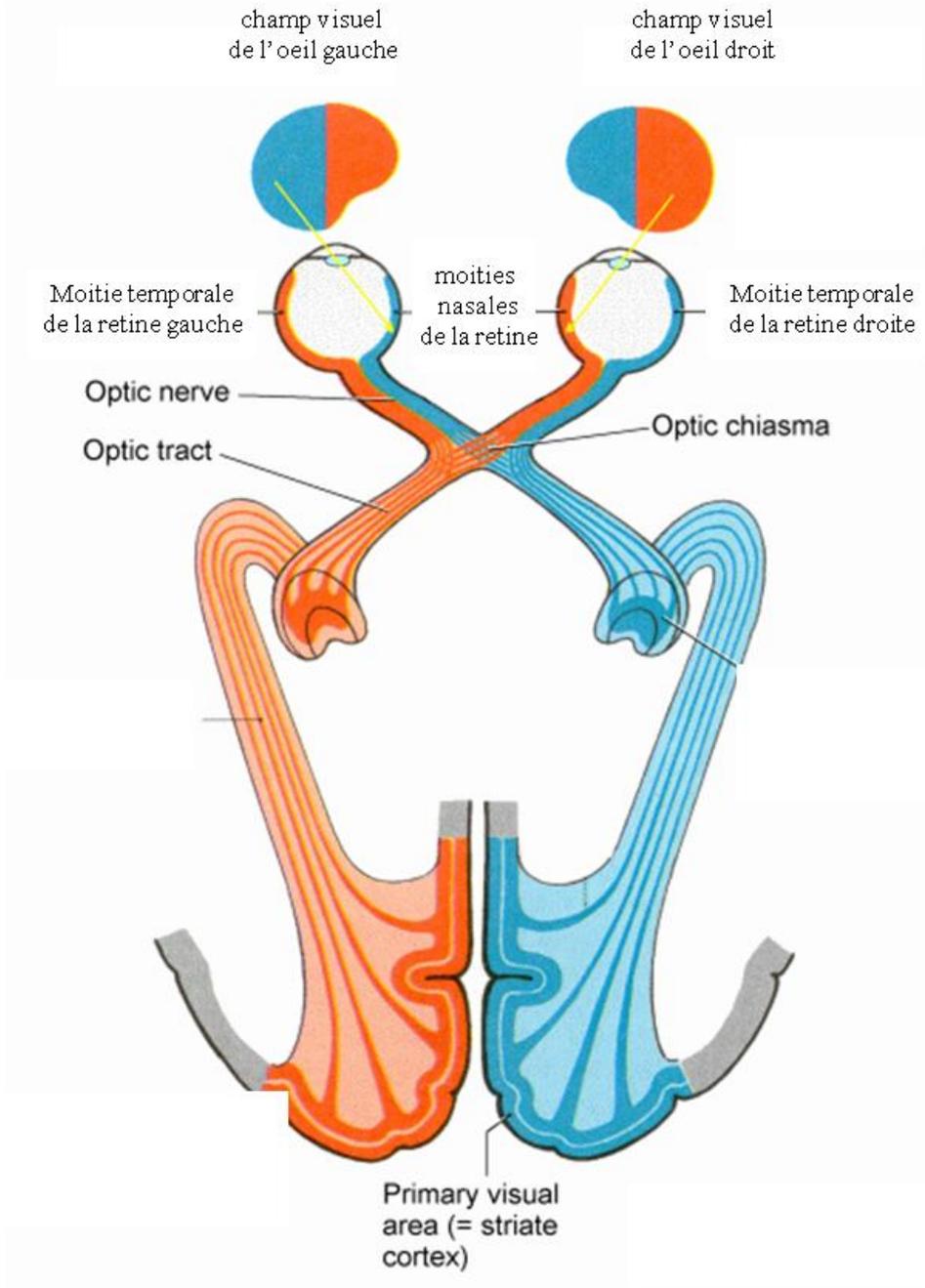
Thalamus

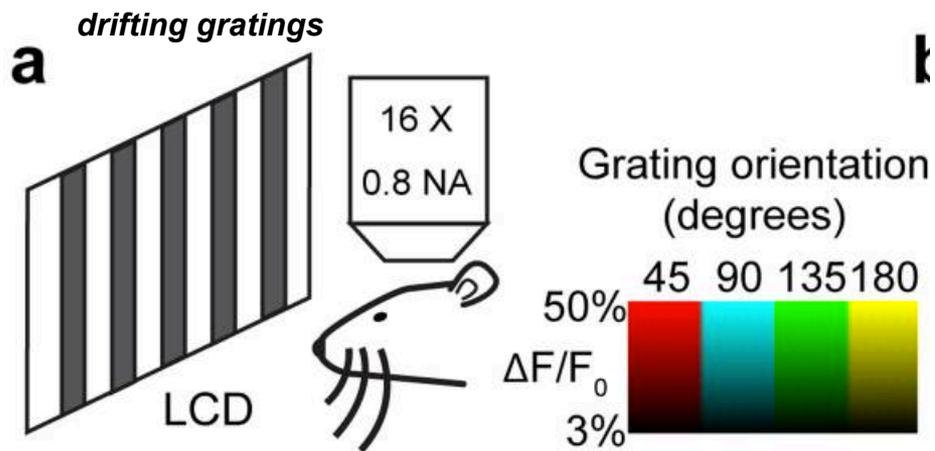
Corps genouillé latéral

Divergence
x40

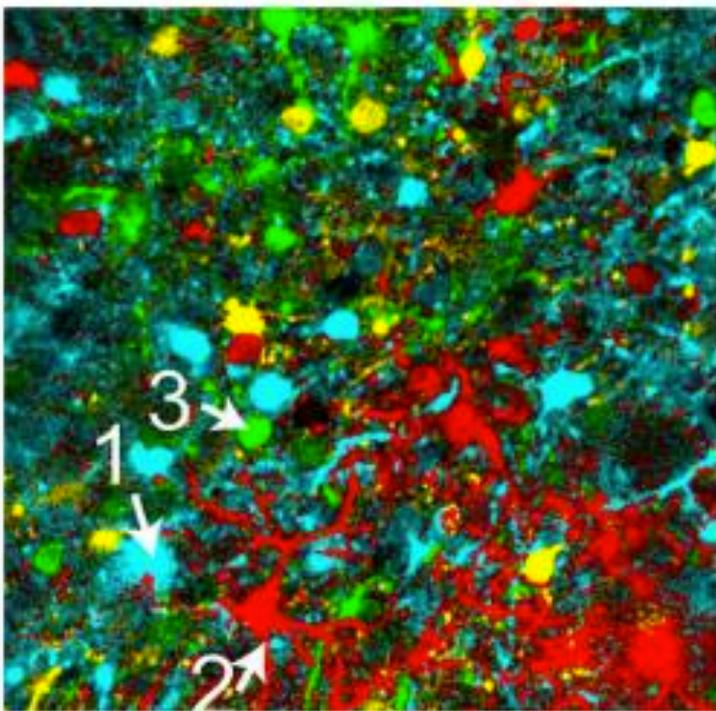
V1

V2

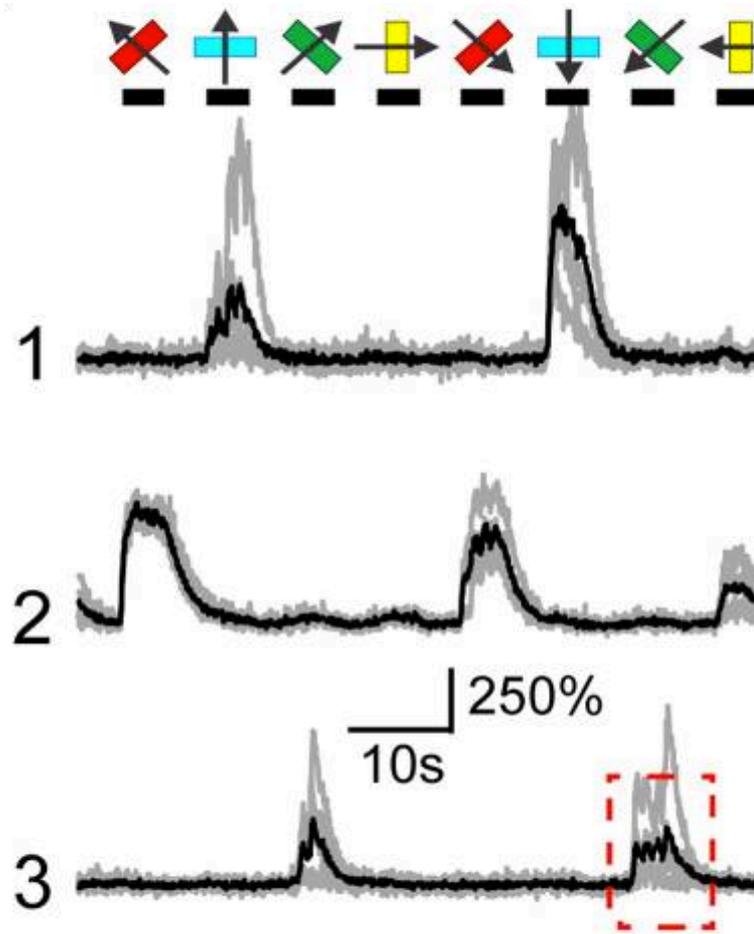




GCaMP6s



b



1. Le cortex cérébral

1.1 Le lobe occipital : le cortex visuel

1.2 Le lobe pariétal

1.2.1 Le cortex somesthésique

1.2.2 Autres aires du lobe pariétal

1.3 Le lobe temporal

1.3.1 Les aires auditives

1.3.2 L'aire de Wernicke

1.3.3 Autres aires du lobe temporal

1.4 Le lobe frontal

1.4.1 L'aire de Broca

1.4.2 Le cortex moteur et premoteur

1.4.3 Le cortex pré-frontal

1.5 L'insula

2. Les structures sous-corticales

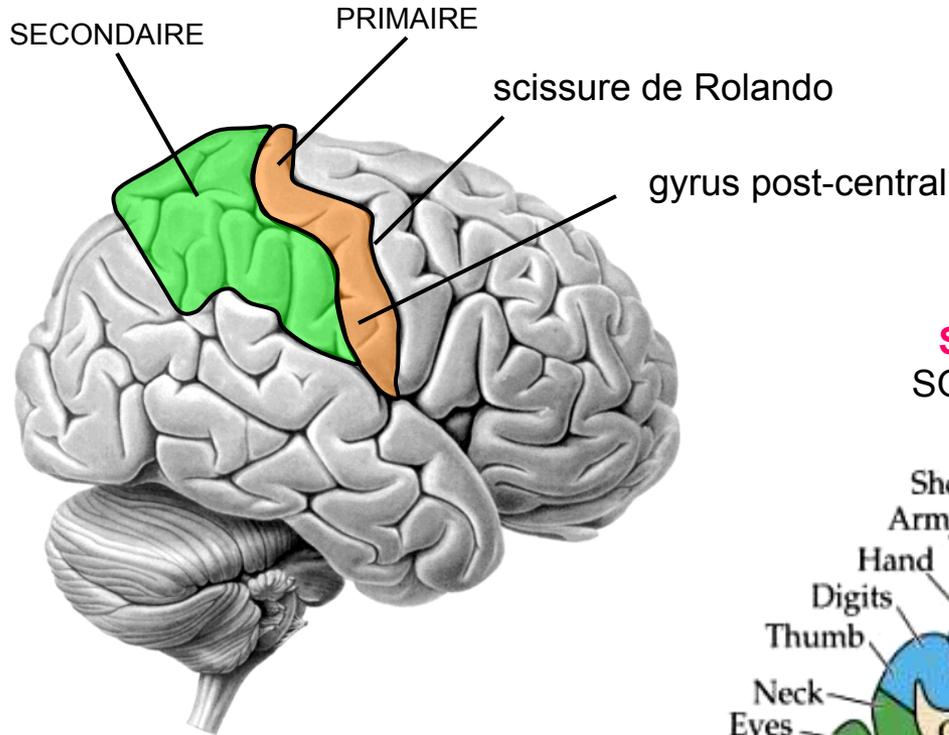
2.1 Les commissures

2.1.1 Le corps calleux

2.1.3 La capsule interne

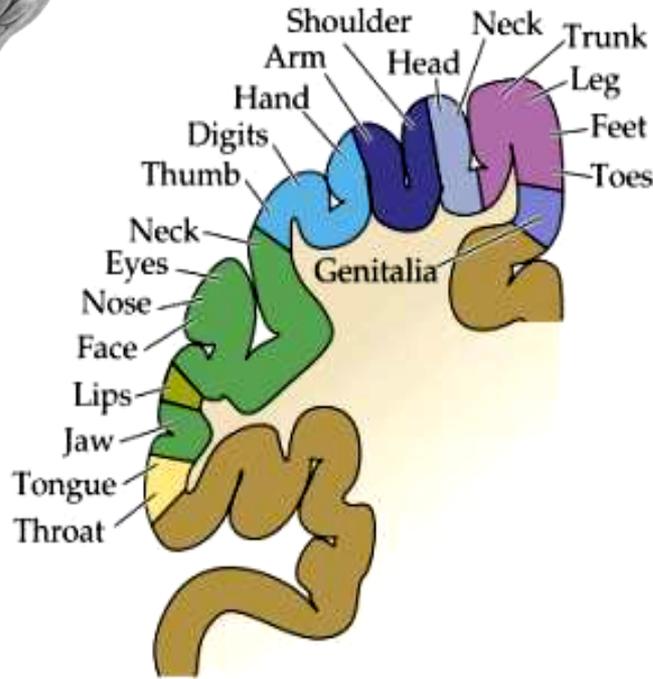
2.2 Le thalamus et les ganglions de la base

CORTEX
SOMESTHESIQUE



Volume cortical proportionnel
à la densité de récepteurs sensoriels

SOMATOTOPIE
SOMESTHESIQUE



HOMUNCULUS
SOMESTHESIQUE

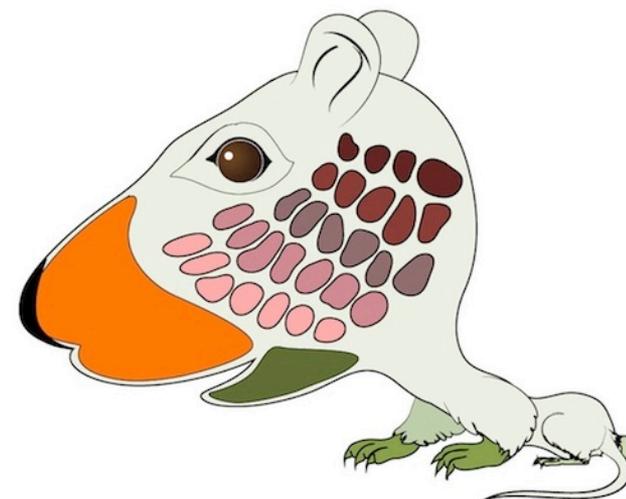


LA REPRESENTATION SOMESTHESIQUE DEPEND DE L'IMPORTANCE DES ORGANES DE SENS UTILISES POUR APPREHENDER L'ENVIRONNEMENT

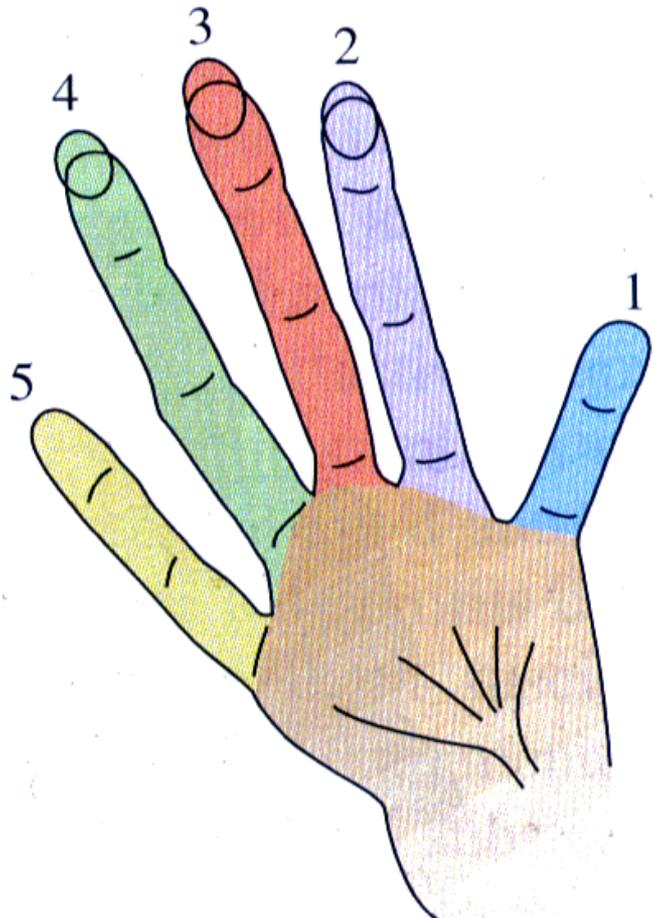


BARREL CORTEX

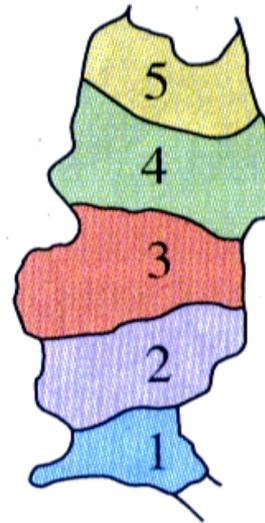
**1 COLONNE
CORTICALE
PAR VIBRISSE**



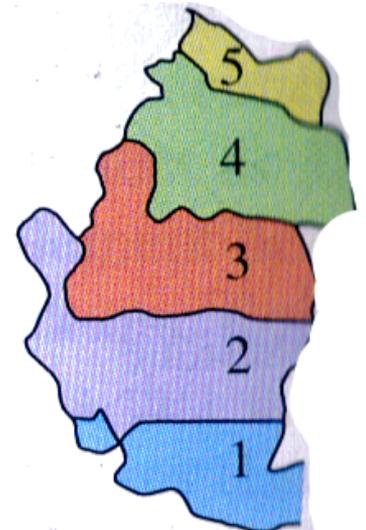
PLASTICITE CORTICALE : EXEMPLE DU CORTEX SOMESTHESIQUE



Avant utilisation différentielle



APRES UTILISATION DIFFERENTIELLE



La cartographie des aires corticales n'est pas figée. L'étendue des territoires est modulable par l'activité.

Est-ce que le cortex visuel d'un aveugle peut être recruté par une autre modalité sensorielle?



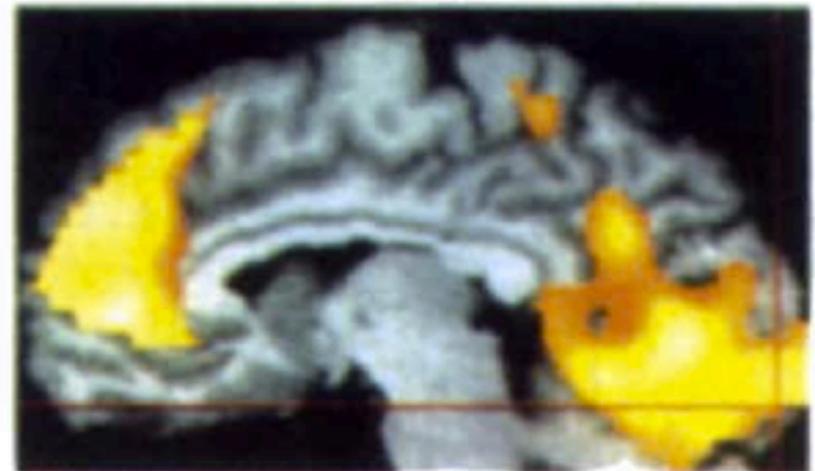
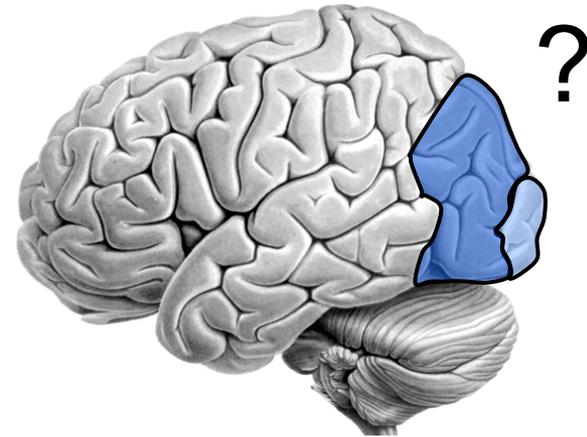
<https://www.youtube.com/watch?v=2i4qD7Ymp7w>

Nature, 1996

Activation of the primary visual cortex by Braille reading in blind subjects

**Norihiro Sadato^{*†}, Alvaro Pascual-Leone^{*},
Jordan Grafman[‡], Vicente Ibañez^{*},
Marie-Pierre Deiber^{*}, George Dold[§]
& Mark Hallett^{*}**

* Human Motor Control Section, and † Cognitive Neuroscience Section, Medical Neurology Branch, and § Research Service Branch, National Institute of Neurological Disorders and Stroke, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland 20892-1428, USA



Les informations sensorielles du touché (ou de l'audition) peuvent (après entraînement) être analysées par le cortex visuel : les fonctions corticales ont de grandes capacités plastiques.

1. Le cortex cérébral

1.1 Le lobe occipital : le cortex visuel

1.2 Le lobe pariétal

1.2.1 Le cortex somesthésique

1.2.2 Autres aires du lobe pariétal

1.3 Le lobe temporal

1.3.1 Les aires auditives

1.3.2 L'aire de Wernicke

1.3.3 Autres aires du lobe temporal

1.4 Le lobe frontal

1.4.1 L'aire de Broca

1.4.2 Le cortex moteur et premoteur

1.4.3 Le cortex pré-frontal

1.5 L'insula

2. Les structures sous-corticales

2.1 Les commissures

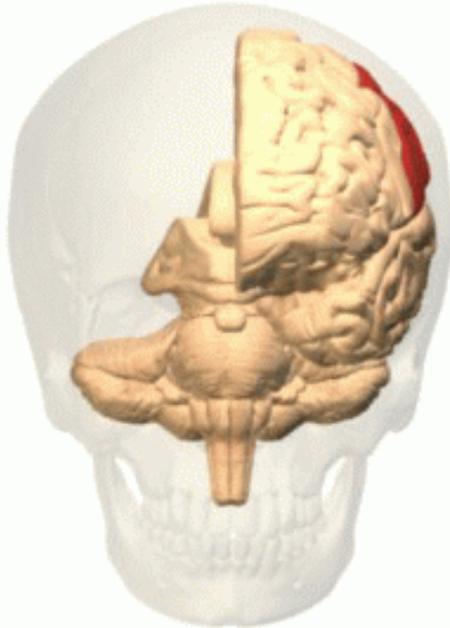
2.1.1 Le corps calleux

2.1.3 La capsule interne

2.2 Le thalamus et les ganglions de la base

Lobe pariétal : Autre observation anatomoclinique

Lésion entraînant l'apparition d'une spiritualité



Neuron

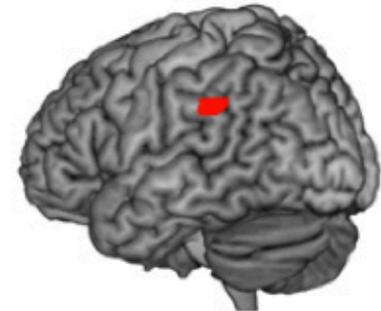
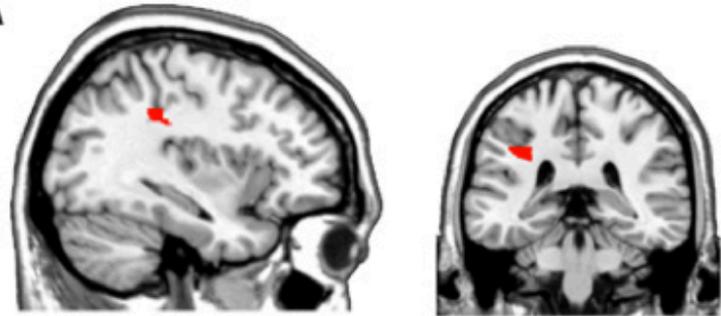
Clinical Study

Cell
PRESS

The Spiritual Brain: Selective Cortical Lesions Modulate Human Self-Transcendence

Cosimo Urgesi,^{1,2,*} Salvatore M. Aglioti,^{3,4,*} Miran Skrap,⁵ and Franco Fabbro^{1,2}
*Dipartimento di Filosofia, Università di Udine, via Margreth, 3, I-33100, Udine, Italy

A



altruisme – désintéressement
foi – introspection ...

1. Le cortex cérébral

1.1 Le lobe occipital : le cortex visuel

1.2 Le lobe pariétal

1.2.1 Le cortex somesthésique

1.2.2 Autres aires du lobe pariétal

1.3 Le lobe temporal

1.3.1 Les aires auditives

1.3.2 L'aire de Wernicke

1.3.3 Autres aires du lobe temporal

1.4 Le lobe frontal

1.4.1 L'aire de Broca

1.4.2 Le cortex moteur et premoteur

1.4.3 Le cortex pré-frontal

1.5 L'insula

2. Les structures sous-corticales

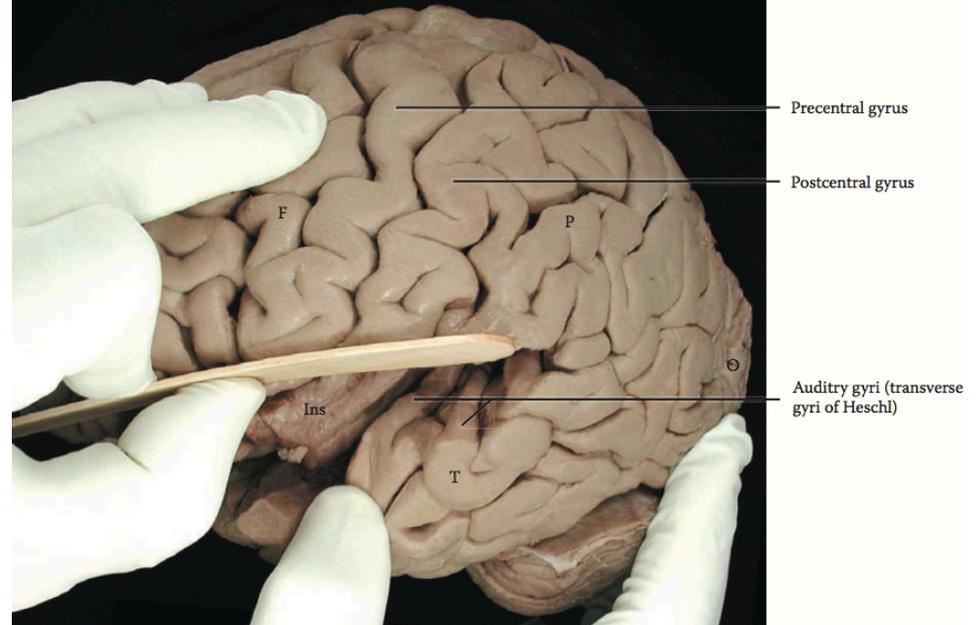
2.1 Les commissures

2.1.1 Le corps calleux

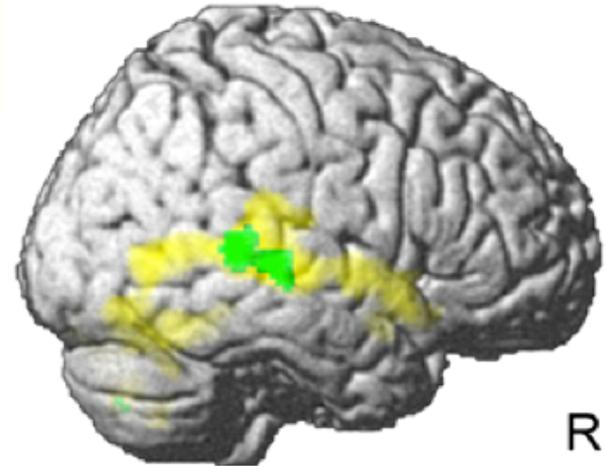
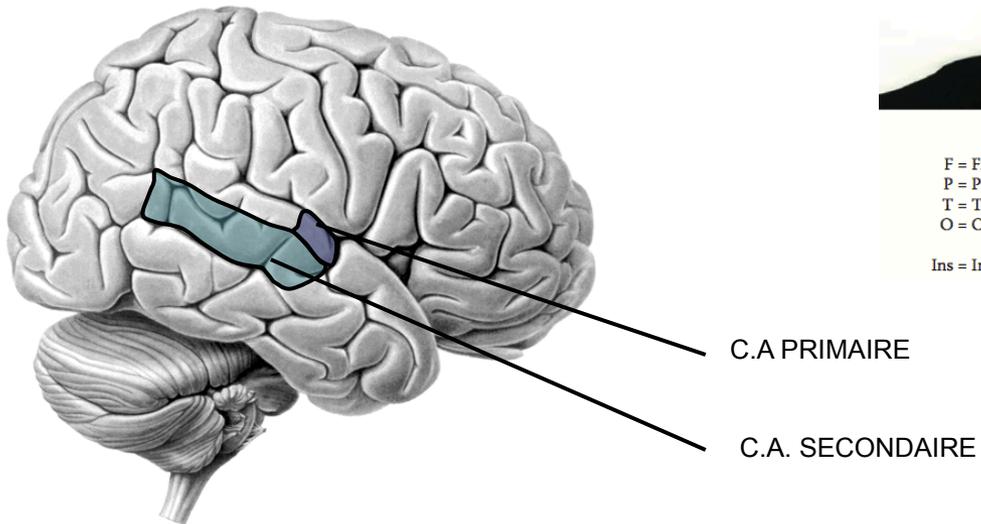
2.1.3 La capsule interne

2.2 Le thalamus et les ganglions de la base

LOBE TEMPORAL: LE CORTEX AUDITIF



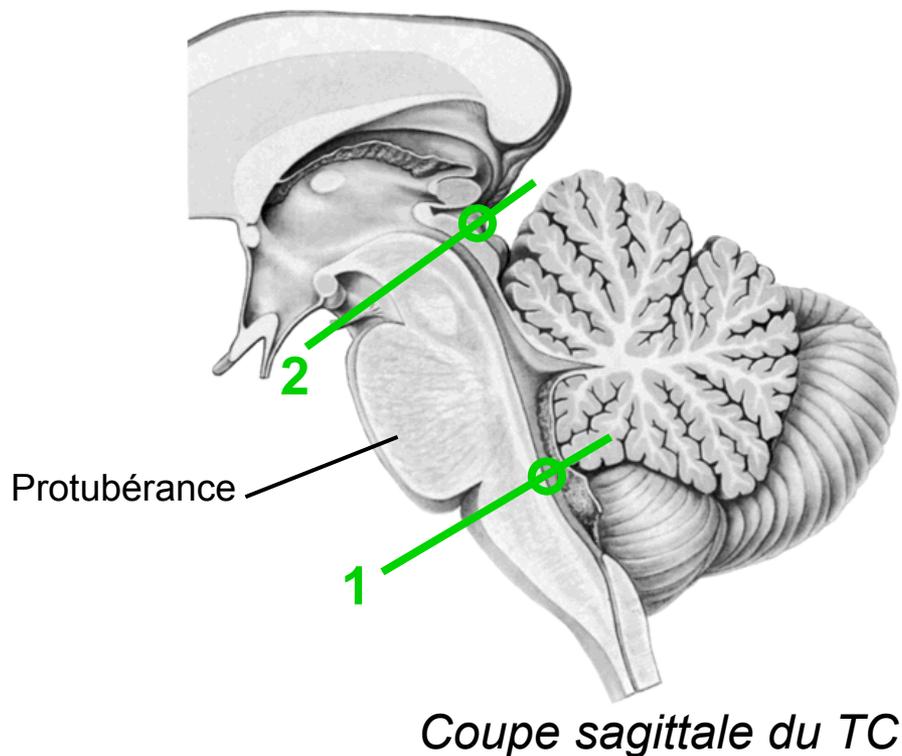
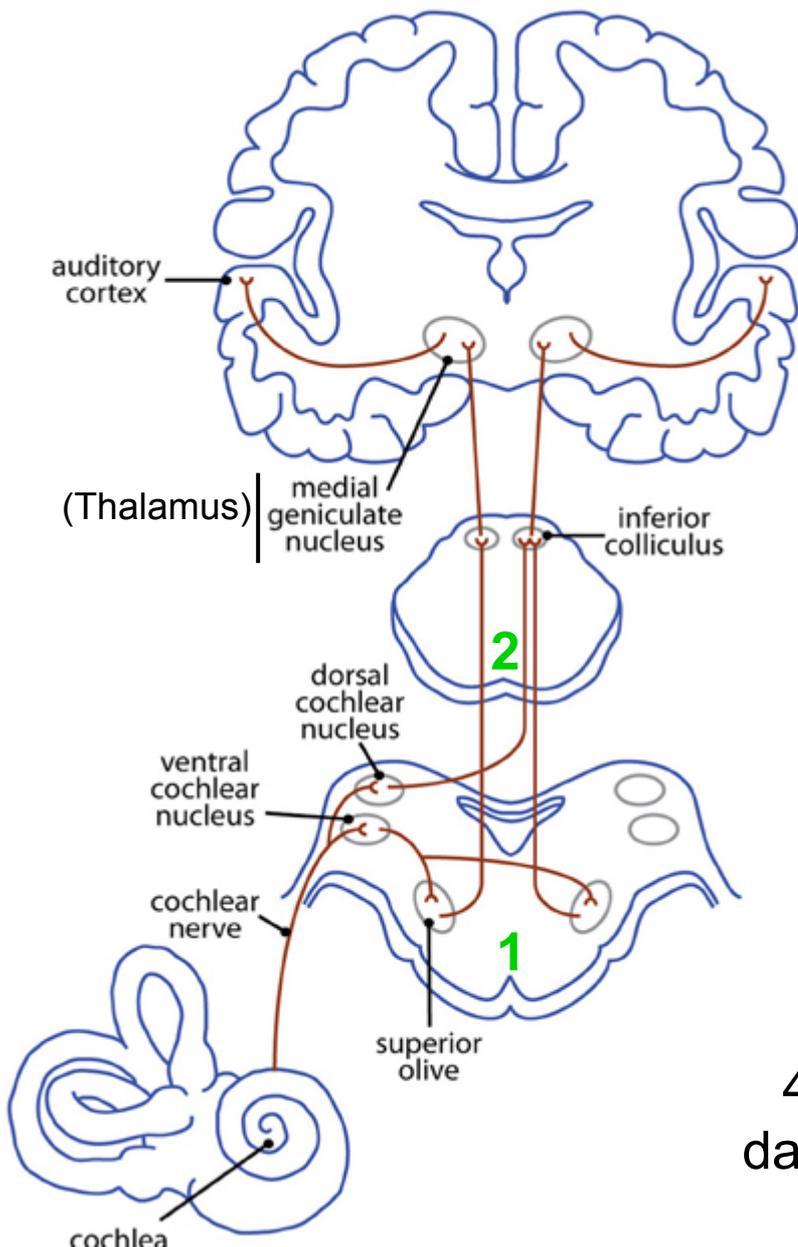
F = Frontal lobe
P = Parietal lobe
T = Temporal lobe
O = Occipital lobe
Ins = Insula



représentation topographique des fréquences des sons

= **carte tonotopique**

Par quelles voies nerveuses les informations auditives sont elles acheminées jusqu'au cortex?



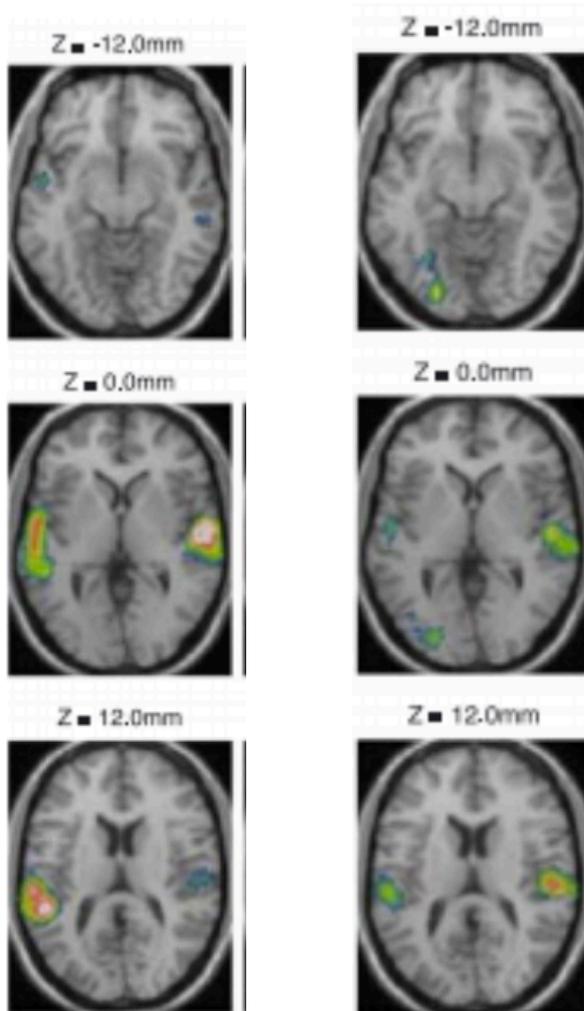
Coupe sagittale du TC

4 synapses dont 2
dans le tronc cérébral

Le traitement des sons par le cortex auditif est **asymétrique**

ECOUTE DE PAROLES

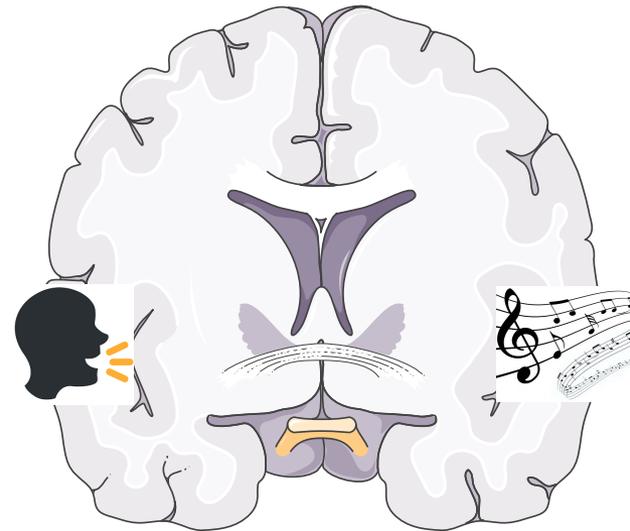
ECOUTE DE MUSIQUE



3 niveaux de coupe horizontale
chez un même individu.
Tervaniemi et al., 2003

Les sons du langage activent majoritairement le cortex auditif gauche

Les sons musicaux activent préférentiellement le cortex auditif droit.
Mais les informations rythmiques sont traitées à gauche.



L'asymétrie est bien plus marquée chez les musiciens ayant l'oreille absolue

1. Le cortex cérébral

1.1 Le lobe occipital : le cortex visuel

1.2 Le lobe pariétal

1.2.1 Le cortex somesthésique

1.2.2 Autres aires du lobe pariétal

1.3 Le lobe temporal

1.3.1 Les aires auditives

1.3.2 L'aire de Wernicke

1.3.3 Autres aires du lobe temporal

1.4 Le lobe frontal

1.4.1 L'aire de Broca

1.4.2 Le cortex moteur et premoteur

1.4.3 Le cortex pré-frontal

1.5 L'insula

2. Les structures sous-corticales

2.1 Les commissures

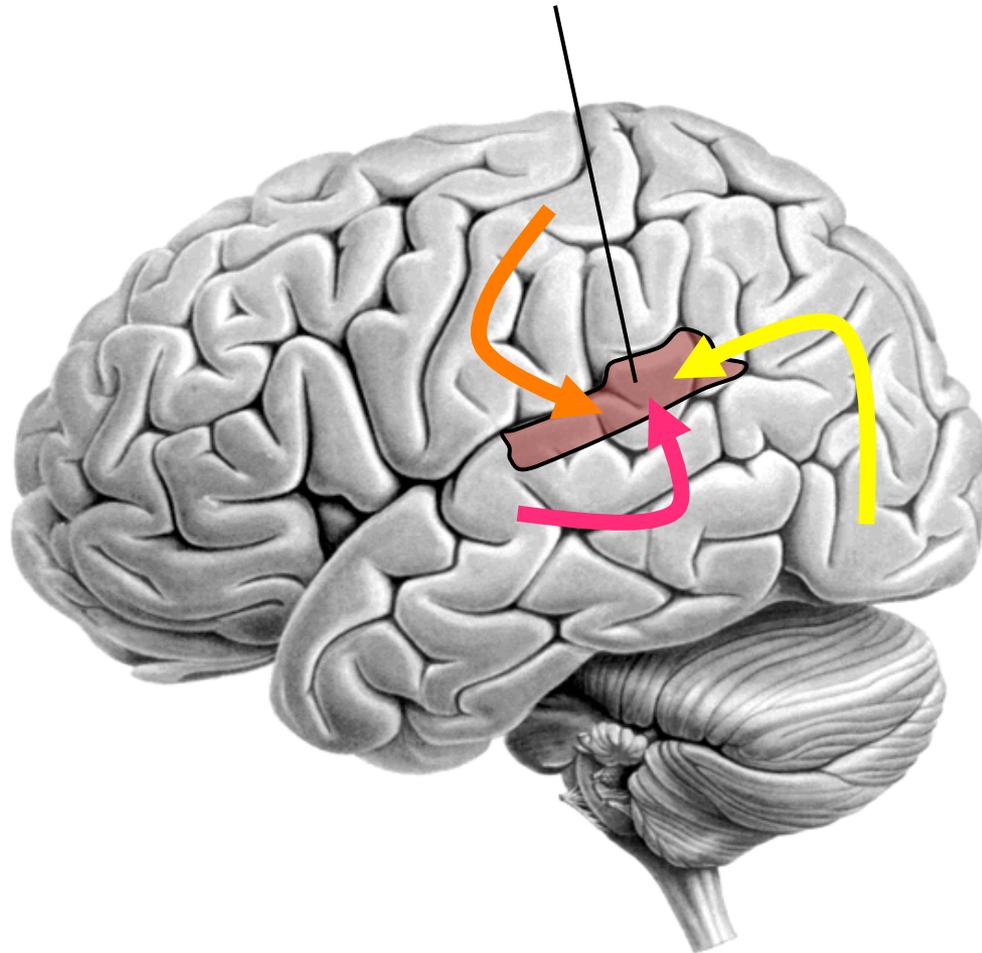
2.1.1 Le corps calleux

2.1.3 La capsule interne

2.2 Le thalamus et les ganglions de la base

LOBE TEMPORAL :

AIRE DE WERNICKE



AIRE ASSOCIATIVE
INTEGRATION MULTIMODALE

Latéralisé à gauche
chez 95% des droitiers
et 70% des gauchers

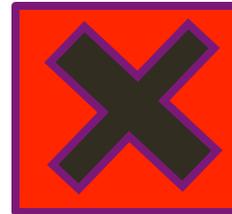
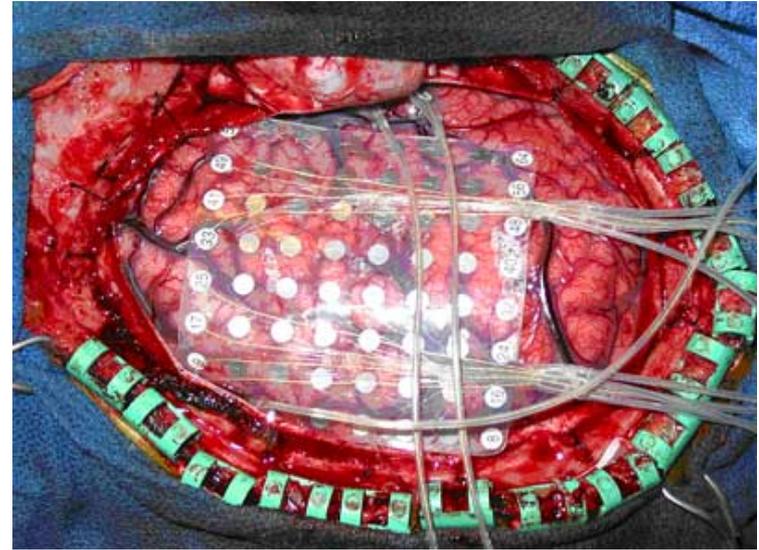
- Impliqué dans l'attention
- Très sollicitée par le langage des signes

LOBE TEMPORAL :

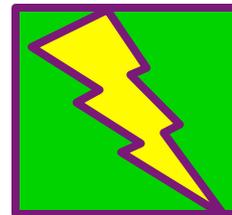
AIRE DE WERNICKE



ELECTROSTIMULATION DU LOBE TEMPORAL
(Résection chirurgicale d'un foyer épileptique)



LESION :
difficulté à élaborer
une pensée cohérente,
démence



STIMULATION :
hallucinations
très cohérentes et élaborées

1. Le cortex cérébral

1.1 Le lobe occipital : le cortex visuel

1.2 Le lobe pariétal

1.2.1 Le cortex somesthésique

1.2.2 Autres aires du lobe pariétal

1.3 Le lobe temporal

1.3.1 Les aires auditives

1.3.2 L'aire de Wernicke

1.3.3 Autres aires du lobe temporal

1.4 Le lobe frontal

1.4.1 L'aire de Broca

1.4.2 Le cortex moteur et premoteur

1.4.3 Le cortex pré-frontal

1.5 L'insula

2. Les structures sous-corticales

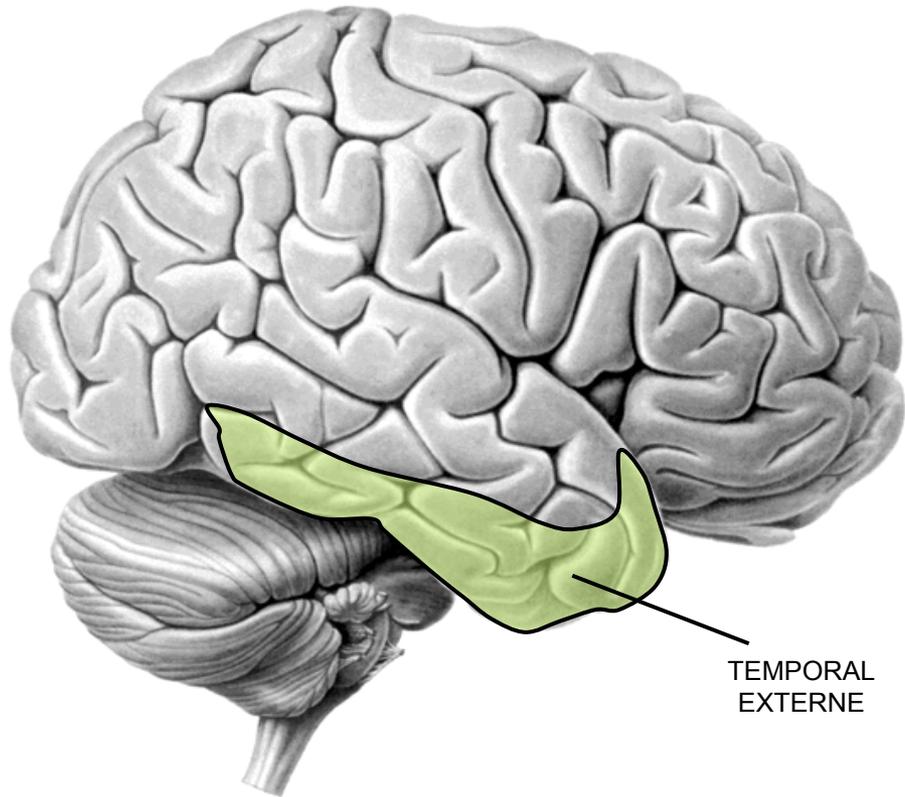
2.1 Les commissures

2.1.1 Le corps calleux

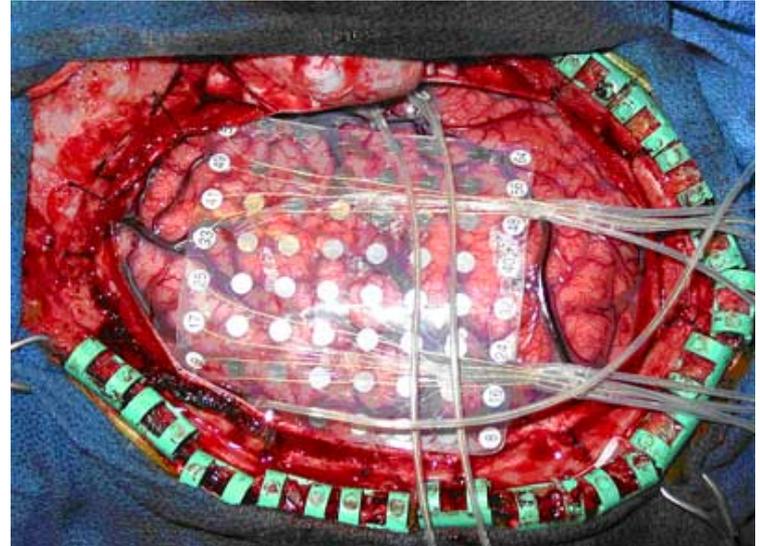
2.1.3 La capsule interne

2.2 Le thalamus et les ganglions de la base

LOBE TEMPORAL :



ELECTROSTIMULATION DU LOBE TEMPORAL (Résection chirurgicale d'un foyer épileptique)

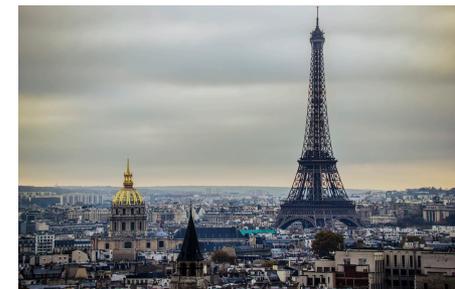
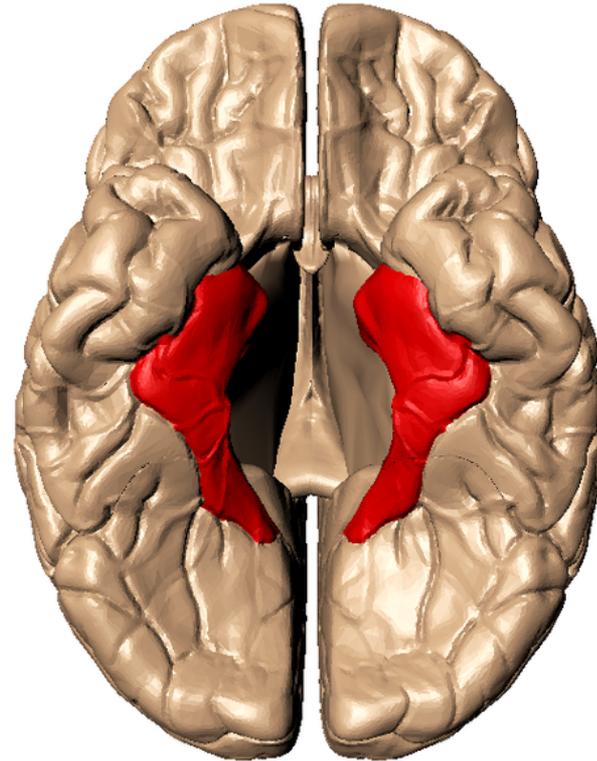
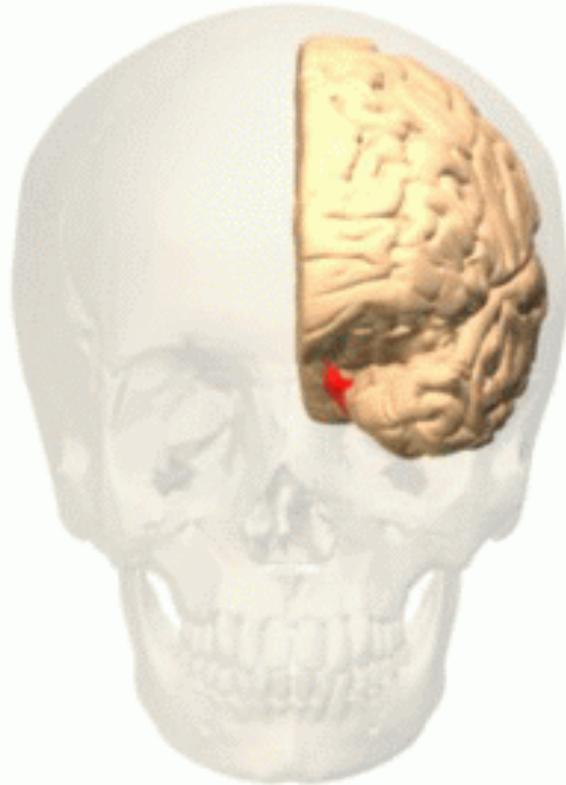


Stimulation = hallucinations surtout auditive

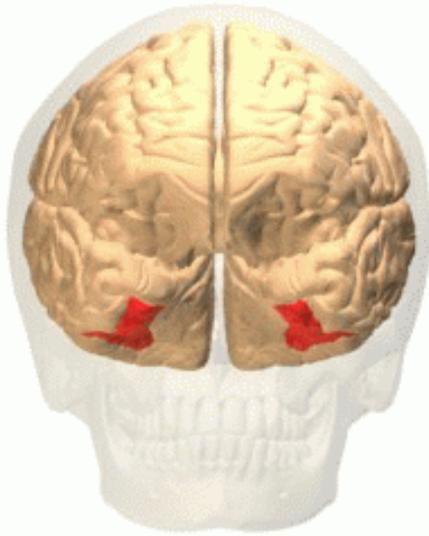
+ confusion entre événement vécu et événement nouveau

DANS LE LOBE TEMPORAL, LE GYRUS PARAHIPPOCAMPIQUE

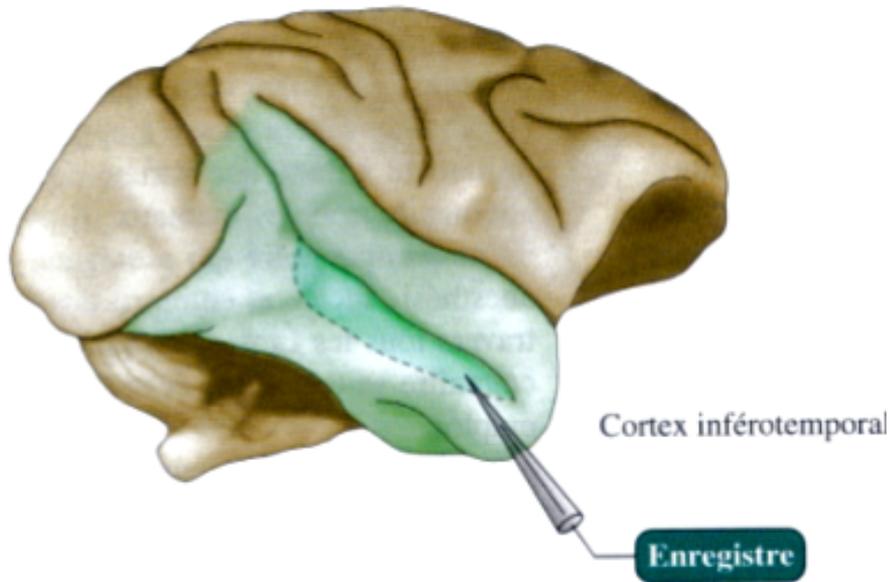
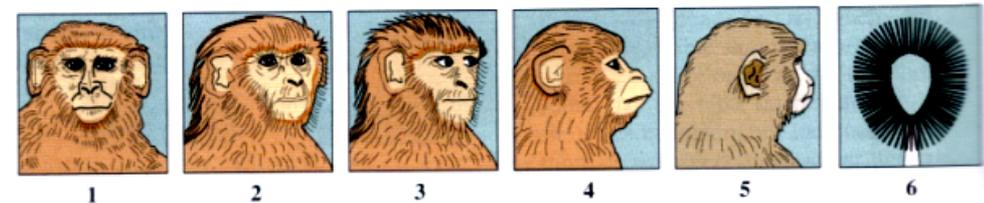
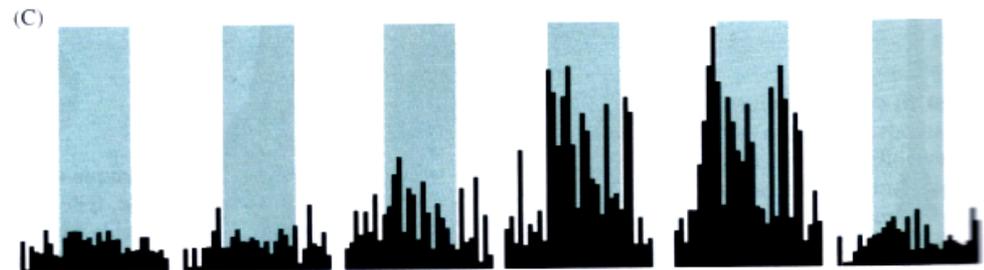
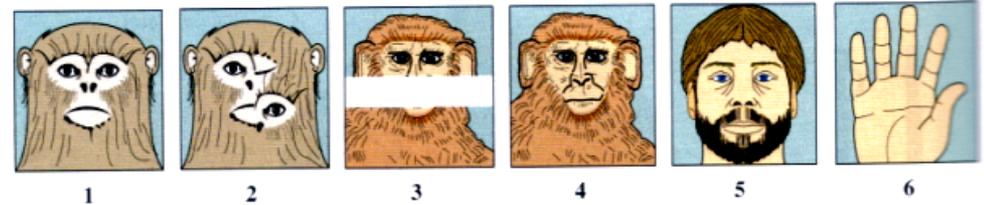
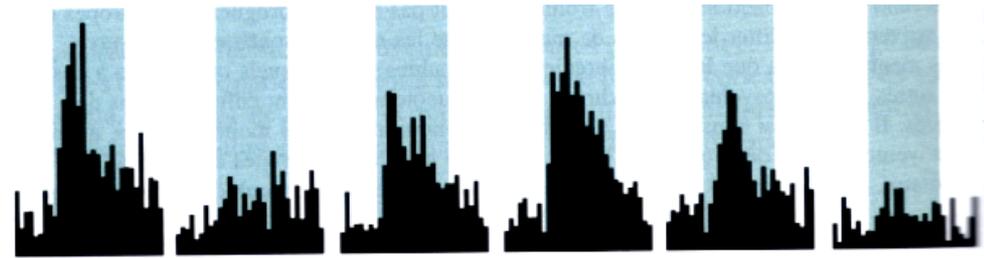
INTERPRETATION ET RECONNAISSANCE D'UNE SCENE



LOBE TEMPORAL : LE GYRUS FUSIFORME



MISE EN EVIDENCE D'UNE ACTIVATION SPECIFIQUE LORS DE LA RECONNAISSANCE D'UN VISAGE CHEZ LE MACAQUE



Prosopagnosie : incapacité à reconnaître un visage

1. Le cortex cérébral

1.1 Le lobe occipital : le cortex visuel

1.2 Le lobe pariétal

1.2.1 Le cortex somesthésique

1.2.2 Autres aires du lobe pariétal

1.3 Le lobe temporal

1.3.1 Les aires auditives

1.3.2 L'aire de Wernicke

1.3.3 Autres aires du lobe temporal

1.4 Le lobe frontal

1.4.1 L'aire de Broca

1.4.2 Le cortex moteur et premoteur

1.4.3 Le cortex pré-frontal

1.5 L'insula

2. Les structures sous-corticales

2.1 Les commissures

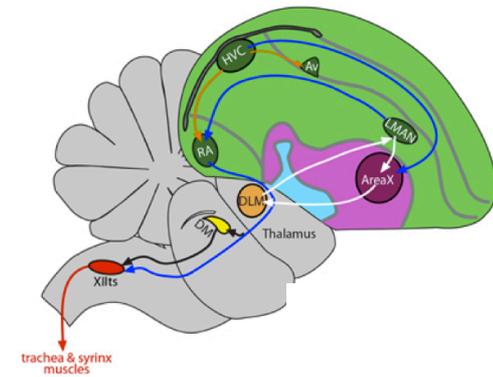
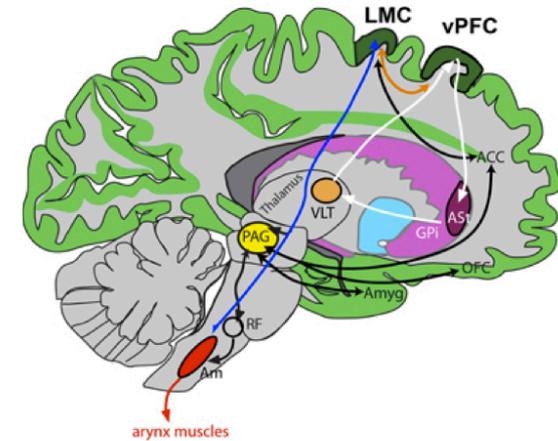
2.1.1 Le corps calleux

2.1.3 La capsule interne

2.2 Le thalamus et les ganglions de la base

L'aire de Broca est impliquée dans la production du langage.

De nombreuses autres structures cérébrales contribuent à la fonction du langage. L'organisation des structures cérébrales impliquées dans la production des vocalisations des oiseaux chanteurs partage de nombreuses homologues avec le cerveau humain.



Lésion : aphasie *motrice* ou *d'expression*

Elocution lente, saccadée, grammaire et syntaxe perturbées
mais discours général cohérent, et compréhension intacte

1. Le cortex cérébral

1.1 Le lobe occipital : le cortex visuel

1.2 Le lobe pariétal

1.2.1 Le cortex somesthésique

1.2.2 Autres aires du lobe pariétal

1.3 Le lobe temporal

1.3.1 Les aires auditives

1.3.2 L'aire de Wernicke

1.3.3 Autres aires du lobe temporal

1.4 Le lobe frontal

1.4.1 L'aire de Broca

1.4.2 Le cortex moteur et premoteur

1.4.3 Le cortex pré-frontal

1.5 L'insula

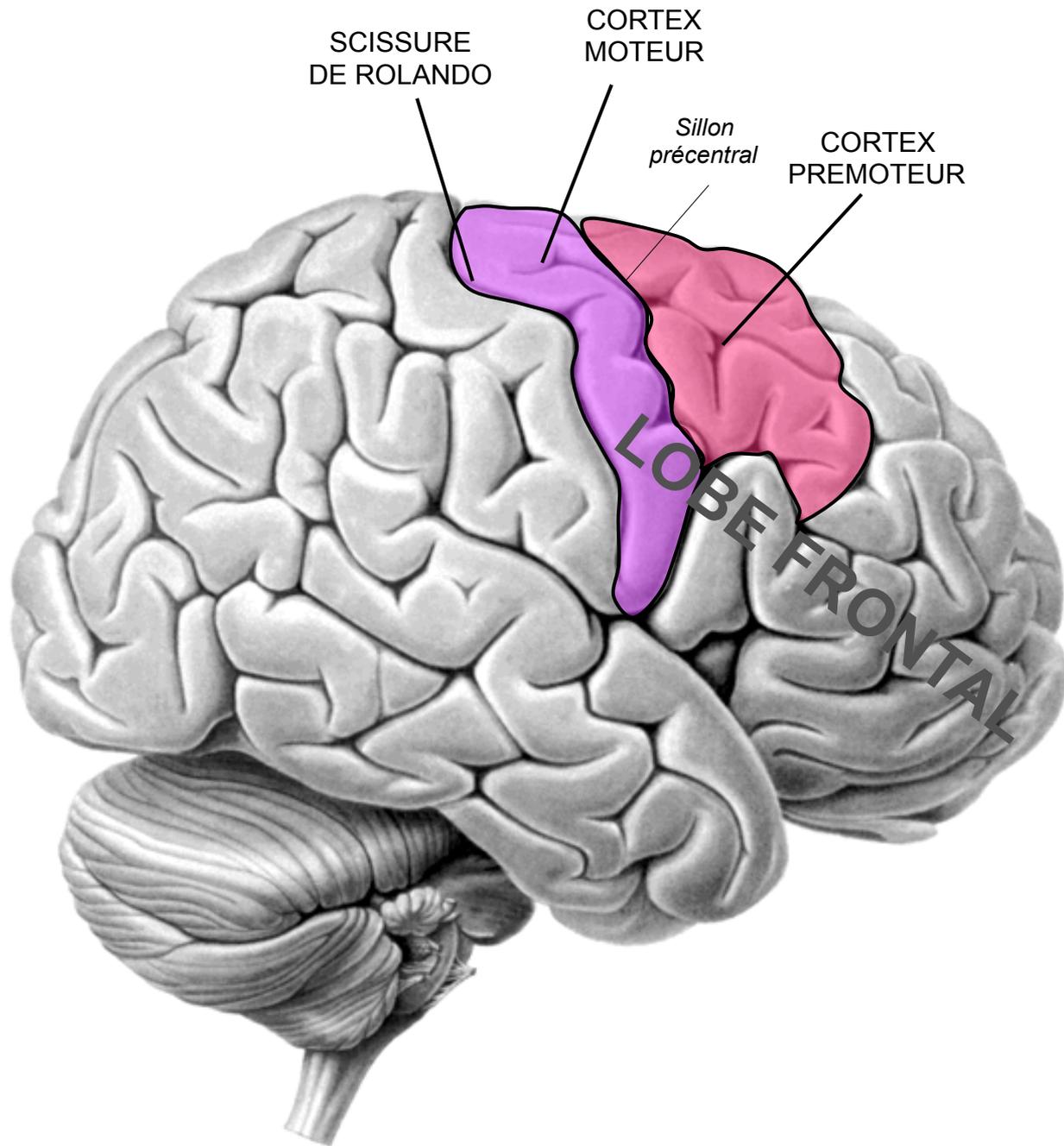
2. Les structures sous-corticales

2.1 Les commissures

2.1.1 Le corps calleux

2.1.3 La capsule interne

2.2 Le thalamus et les ganglions de la base



SCISSURE
DE ROLANDO

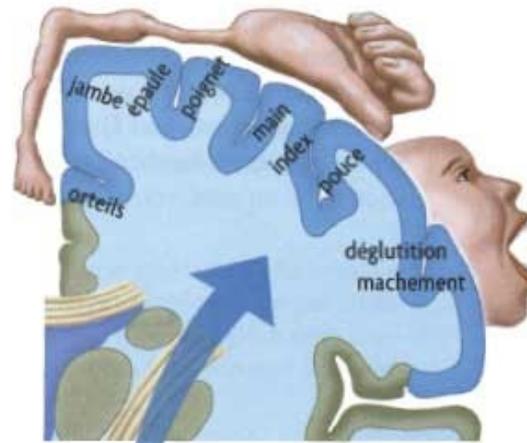
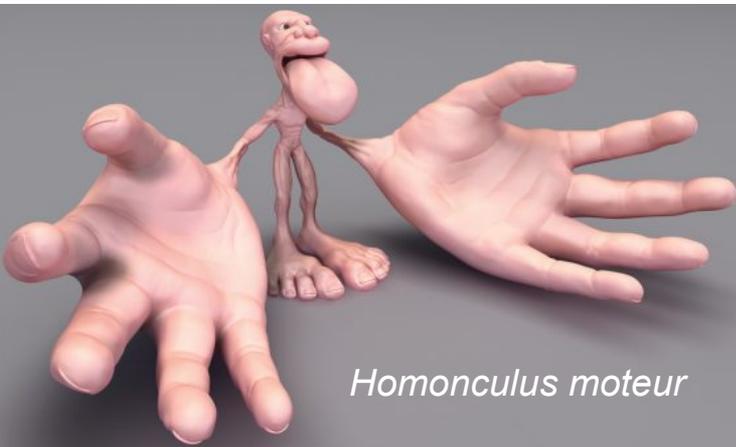
CORTEX
MOTEUR

*Sillon
précentral*

CORTEX
PREMOTEUR

LOBE FRONTAL

ORGANISATION FONCTIONNELLE DU CORTEX MOTEUR PRIMAIRE



A. Cortex moteur primaire

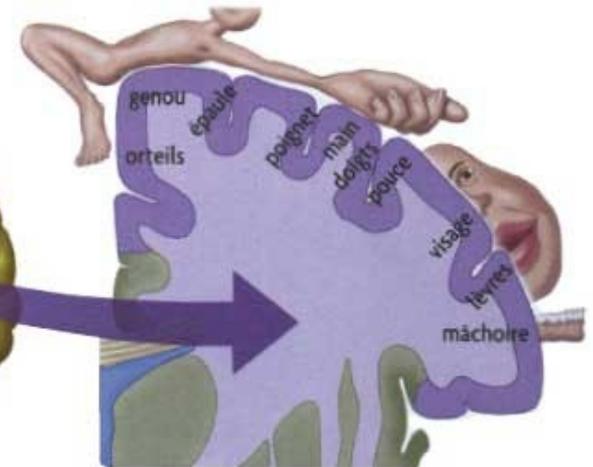
Cartographie des mouvements

Cortex moteur primaire

Cortex somatosensoriel primaire

Cortex auditif primaire et aires auditives associées

Cortex visuel primaire (enfoui au plus profond à l'arrière du cerveau)



B. Cortex somatosensoriel primaire

SOMATOTOPIE DU CORTEX MOTEUR.

PLUS LES ENSEMBLES MUSCULAIRES EXECUTENT DES GESTES PRECIS PLUS L'AIRE CORTICAL DE COMMANDE DES CES GESTES EST GRANDE

1. Le cortex cérébral

1.1 Le lobe occipital : le cortex visuel

1.2 Le lobe pariétal

1.2.1 Le cortex somesthésique

1.2.2 Autres aires du lobe pariétal

1.3 Le lobe temporal

1.3.1 Les aires auditives

1.3.2 L'aire de Wernicke

1.3.3 Autres aires du lobe temporal

1.4 Le lobe frontal

1.4.1 L'aire de Broca

1.4.2 Le cortex moteur et premoteur

1.4.3 Le cortex pré-frontal

1.5 L'insula

2. Les structures sous-corticales

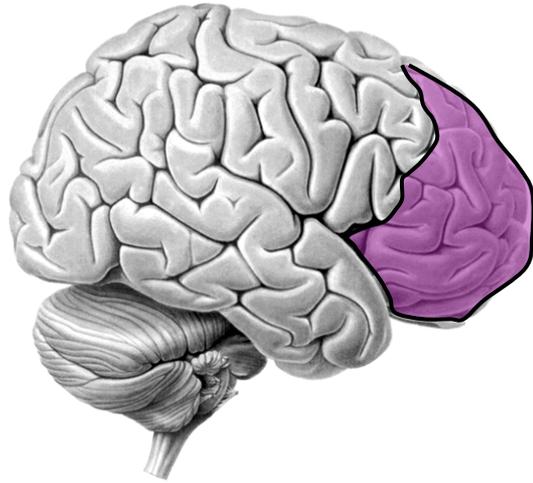
2.1 Les commissures

2.1.1 Le corps calleux

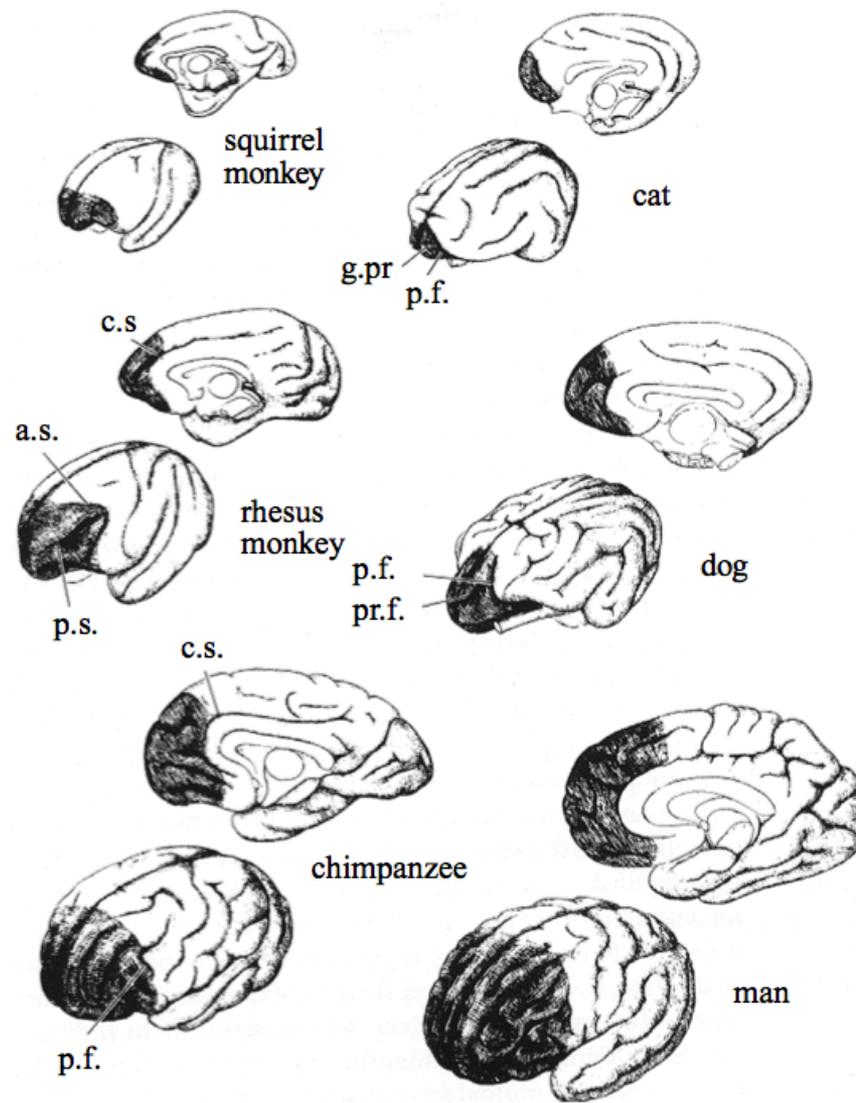
2.1.3 La capsule interne

2.2 Le thalamus et les ganglions de la base

CORTEX PREFRONTAL



- 30% du volume du cortex
- proportionnellement plus volumineux chez l'homme



- Inhiber ses comportements stéréotypiques
- Ajuster son comportement en fonction du contexte
- Planifier la conséquence des ses actes

1. Le cortex cérébral

1.1 Le lobe occipital : le cortex visuel

1.2 Le lobe pariétal

1.2.1 Le cortex somesthésique

1.2.2 Autres aires du lobe pariétal

1.3 Le lobe temporal

1.3.1 Les aires auditives

1.3.2 L'aire de Wernicke

1.3.3 Autres aires du lobe temporal

1.4 Le lobe frontal

1.4.1 L'aire de Broca

1.4.2 Le cortex moteur et premoteur

1.4.3 Le cortex pré-frontal

1.5 L'insula

2. Les structures sous-corticales

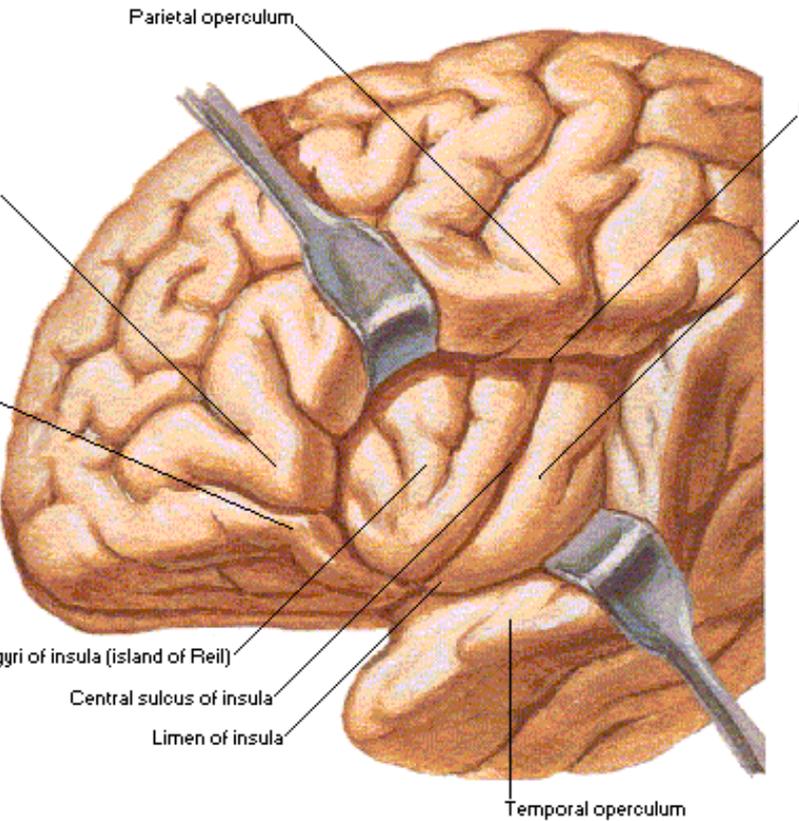
2.1 Les commissures

2.1.1 Le corps calleux

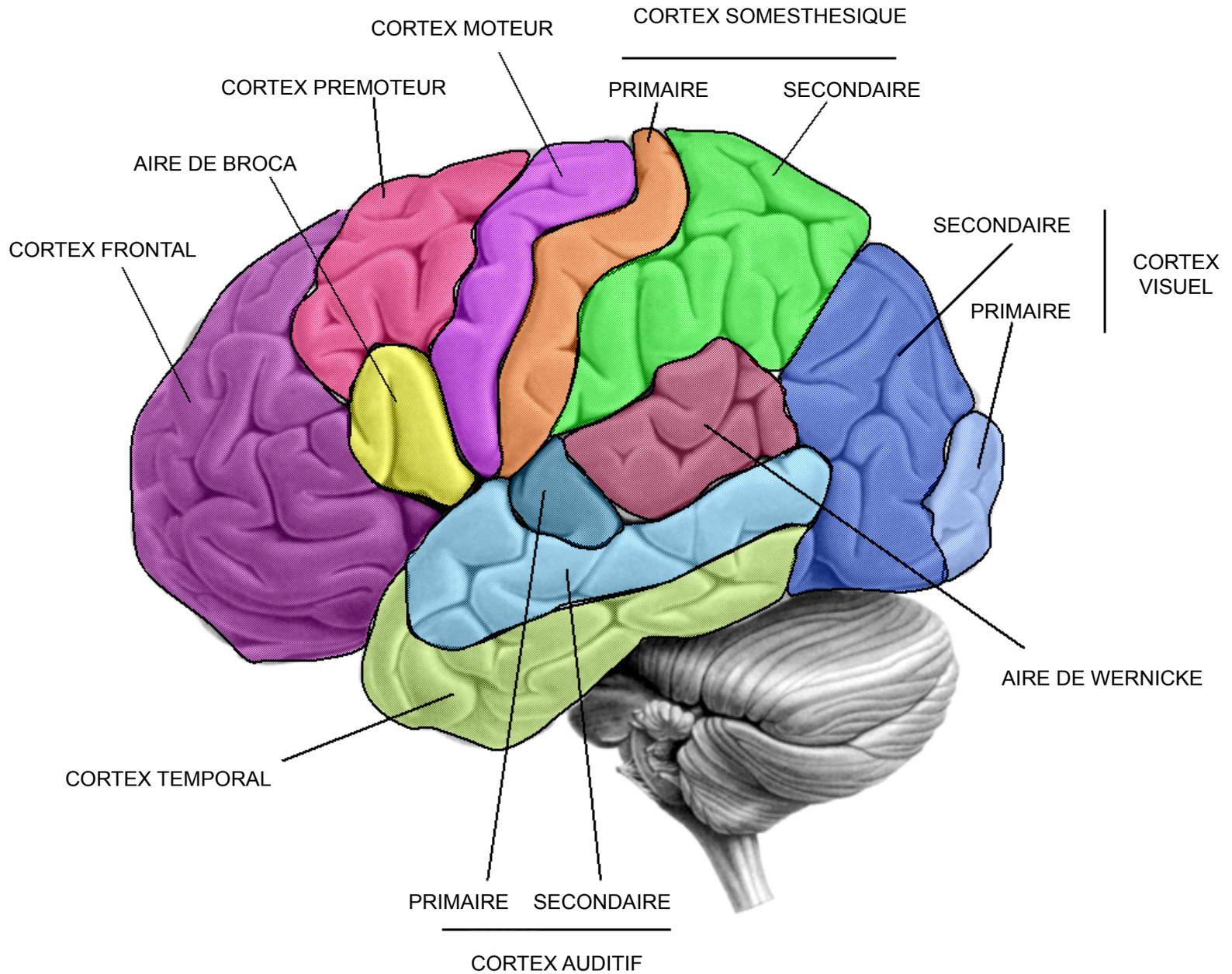
2.1.3 La capsule interne

2.2 Le thalamus et les ganglions de la base

+ 1 cinquième lobe (interne) : l'insula



HEMISPHERE GAUCHE



Conclusion sur le cortex cérébral (=néocortex) :

1. Le cortex représente une fine couche de substance grise (3mm) repliée à la surface du cerveau.
2. De nombreuses aires corticales sont spécialisées sur des fonctions sensorielles, motrices ou cognitives.

...but, localization is not explanation...

3. Malgré cette diversité du type d'information traitée, l'organisation cellulaire est très comparable, et très conservée chez tous les mammifères.

1. Le cortex cérébral

1.1 Le lobe occipital : le cortex visuel

1.2 Le lobe pariétal

1.2.1 Le cortex somesthésique

1.2.2 Autres aires du lobe pariétal

1.3 Le lobe temporal

1.3.1 Les aires auditives

1.3.2 L'aire de Wernicke

1.3.3 Autres aires du lobe temporal

1.4 Le lobe frontal

1.4.1 L'aire de Broca

1.4.2 Le cortex moteur et premoteur

1.4.3 Le cortex pré-frontal

1.5 L'insula

2. Les structures sous-corticales

2.1 Les commissures

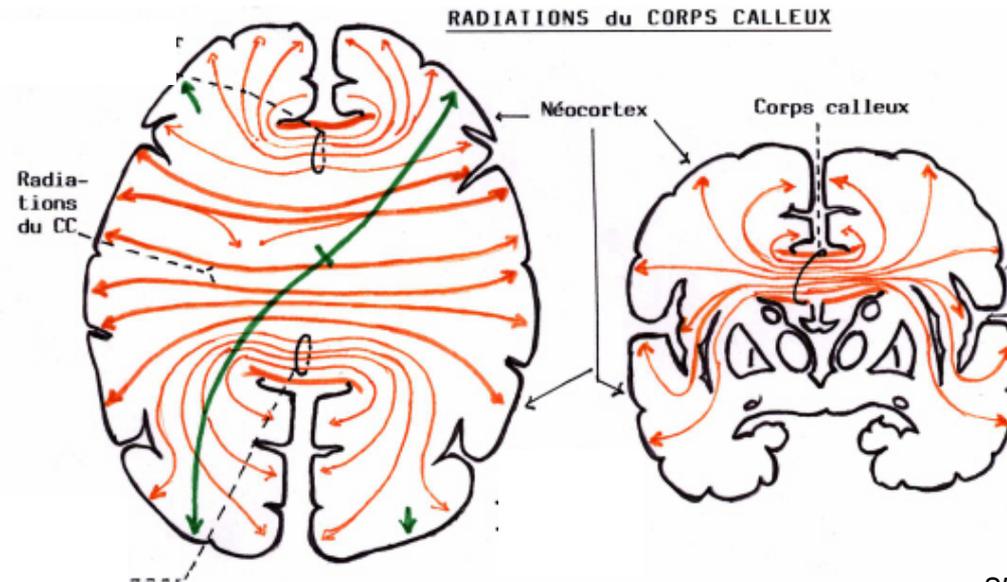
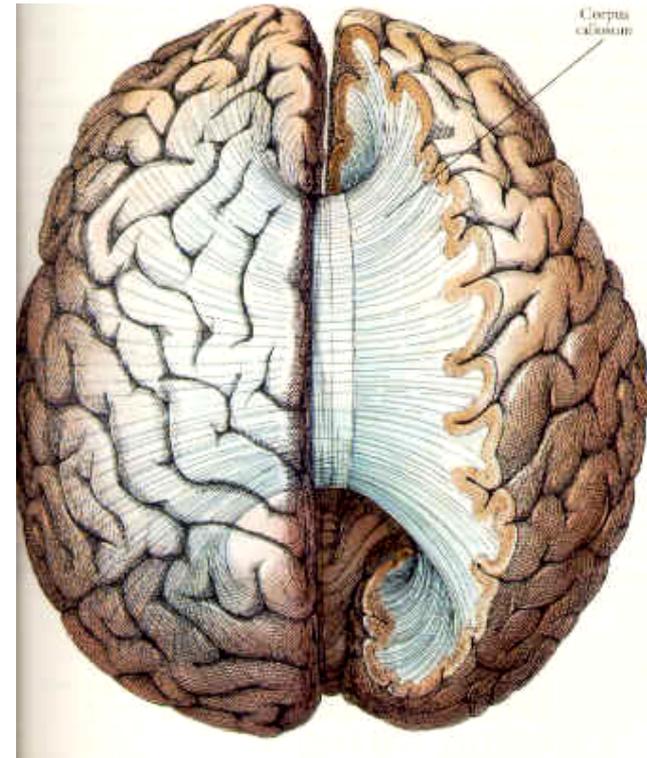
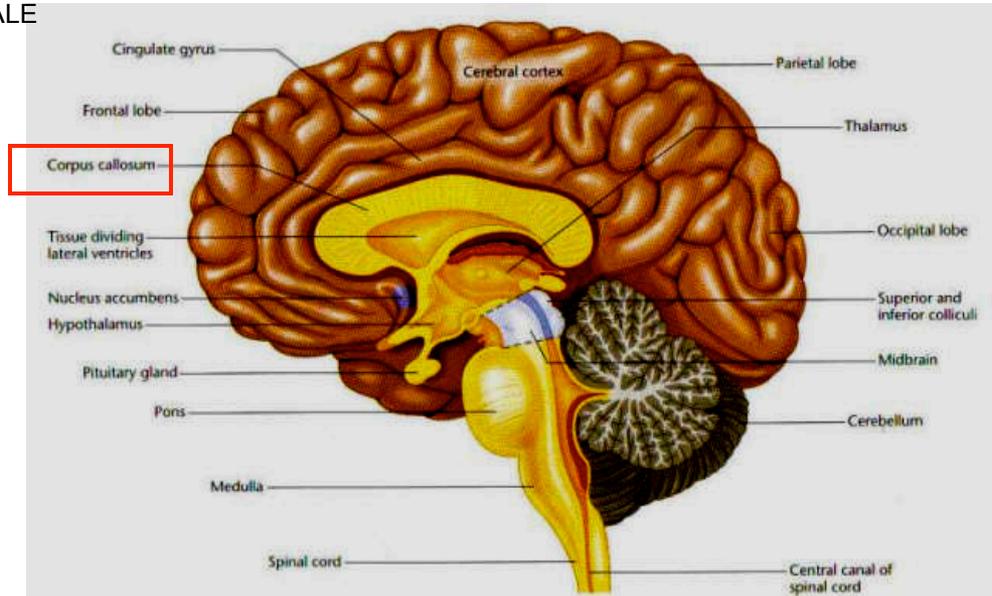
2.1.1 Le corps calleux

2.1.3 La capsule interne

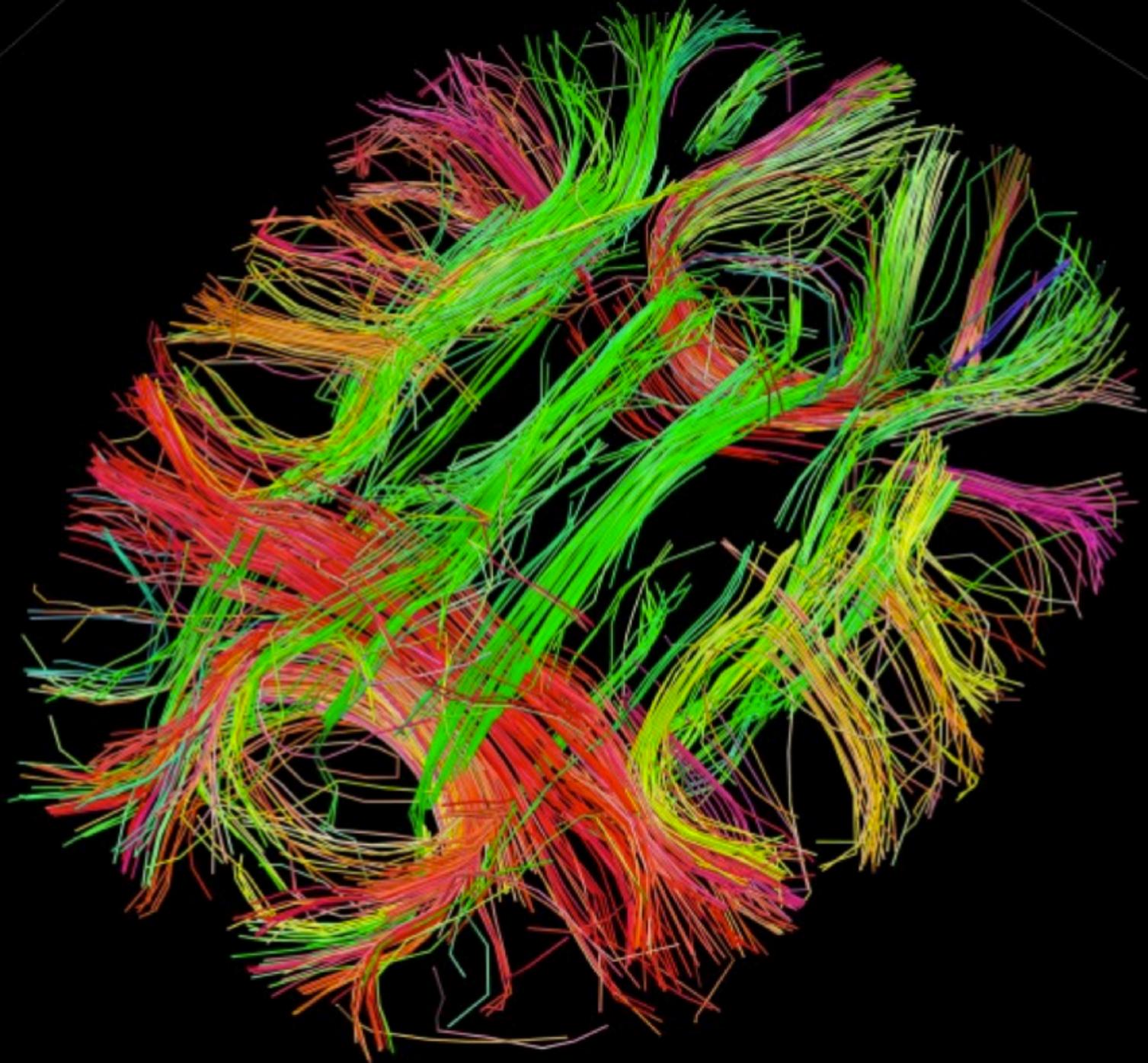
2.2 Le thalamus et les ganglions de la base

LES COMMISSURES SONT DES FAISCEAUX DE SUBSTANCE BLANCHE RELIANT LES DEUX HEMISPHERES (= INTERHEMISPHERIQUE)

1. LE CORPS CALLEUX : L'AUTOROUTE INTERCORTICALE
2. La commissure antérieure
3. La commissure postérieure



SPLIT BRAIN



1. Le cortex cérébral

1.1 Le lobe occipital : le cortex visuel

1.2 Le lobe pariétal

1.2.1 Le cortex somesthésique

1.2.2 Autres aires du lobe pariétal

1.3 Le lobe temporal

1.3.1 Les aires auditives

1.3.2 L'aire de Wernicke

1.3.3 Autres aires du lobe temporal

1.4 Le lobe frontal

1.4.1 L'aire de Broca

1.4.2 Le cortex moteur et premoteur

1.4.3 Le cortex pré-frontal

1.5 L'insula

2. Les structures sous-corticales

2.1 Les commissures

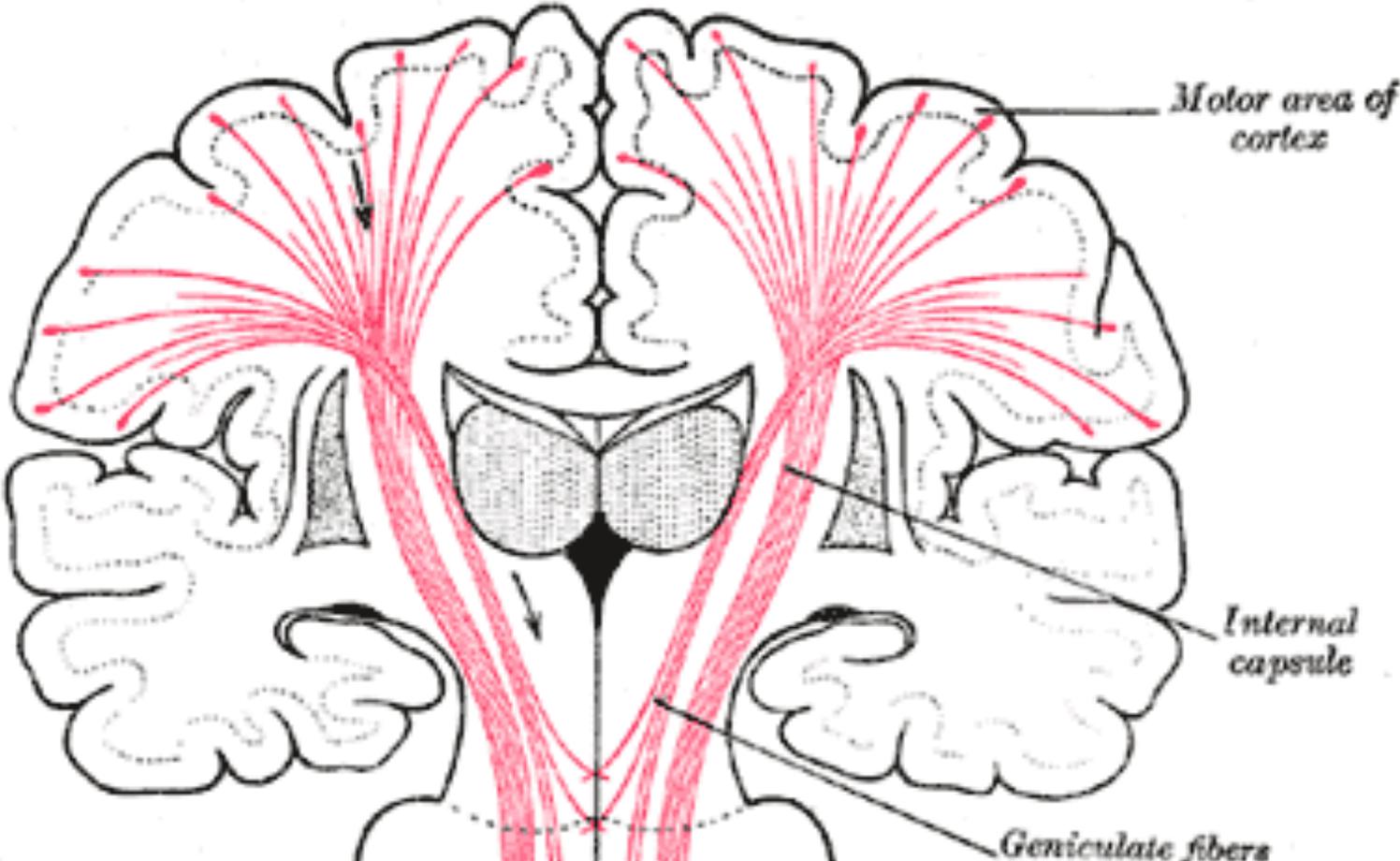
2.1.1 Le corps calleux

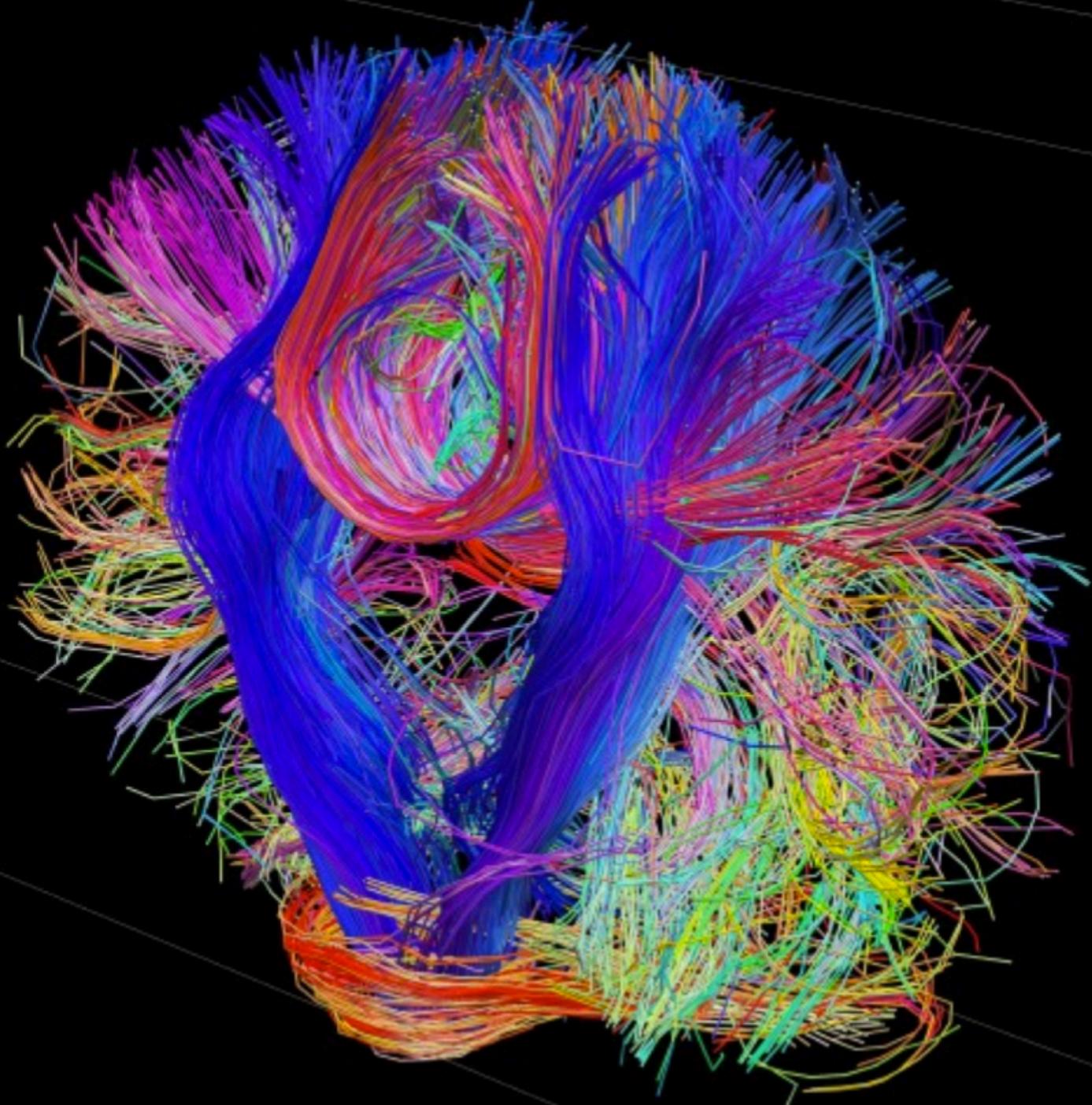
2.1.3 La capsule interne

2.2 Le thalamus et les ganglions de la base

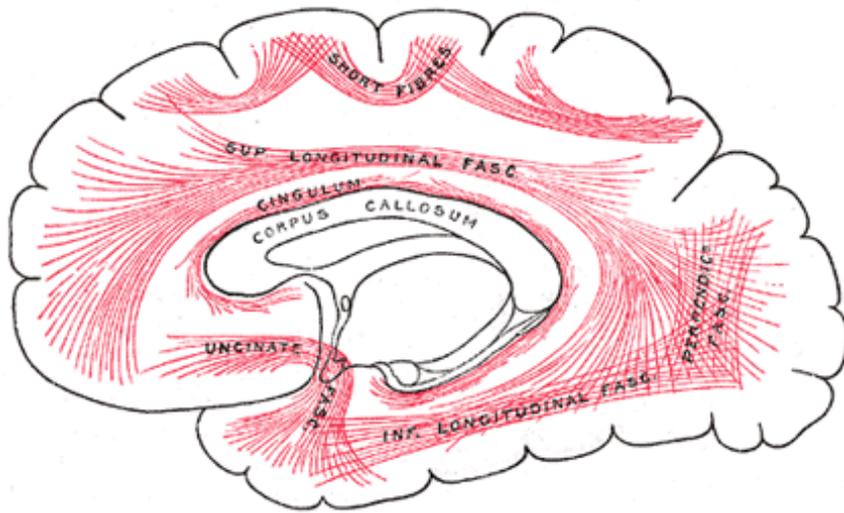
3. Le tronc cérébral et le cervelet

LA CAPSULE INTERNE : L'AUTOROUTE ENTRE LE CORTEX ET LA MOELLE EPINIÈRE

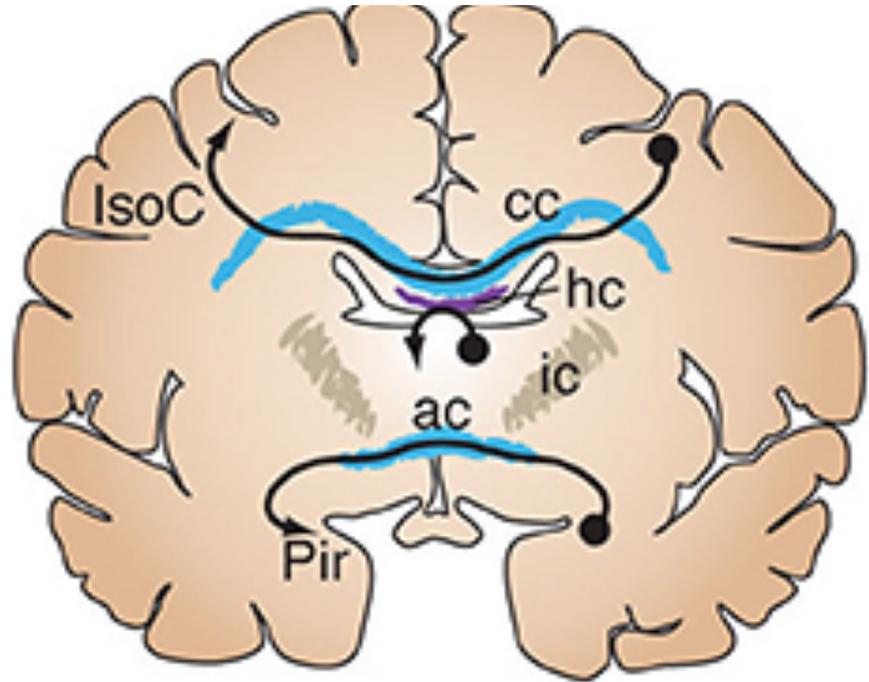




commissures intra-hémisphériques



Evolution des commissures interhémisphériques



Human adult

- Commissure antérieure (cc)
- Commissure hippocampique (hc)
= partie du fornix

1. Le cortex cérébral

1.1 Le lobe occipital : le cortex visuel

1.2 Le lobe pariétal

1.2.1 Le cortex somesthésique

1.2.2 Autres aires du lobe pariétal

1.3 Le lobe temporal

1.3.1 Les aires auditives

1.3.2 L'aire de Wernicke

1.3.3 Autres aires du lobe temporal

1.4 Le lobe frontal

1.4.1 L'aire de Broca

1.4.2 Le cortex moteur et premoteur

1.4.3 Le cortex pré-frontal

1.5 L'insula

2. Les structures sous-corticales

2.1 Les commissures

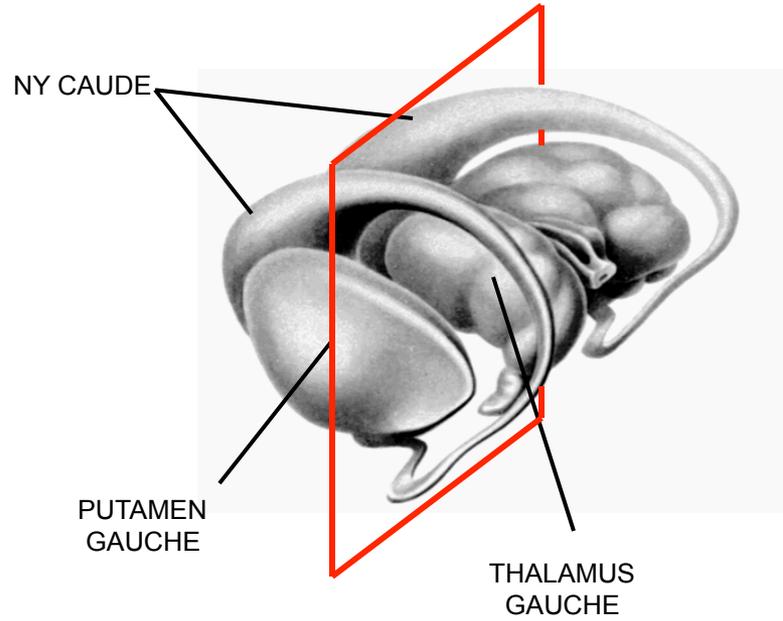
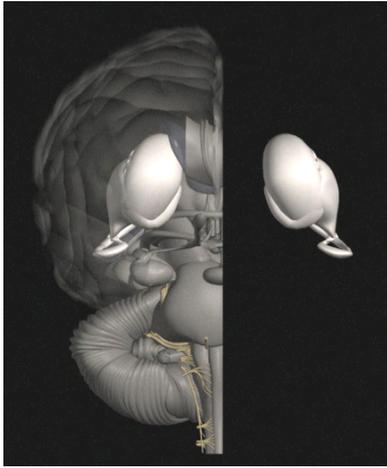
2.1.1 Le corps calleux

2.1.3 La capsule interne

2.2 Le thalamus et les ganglions de la base

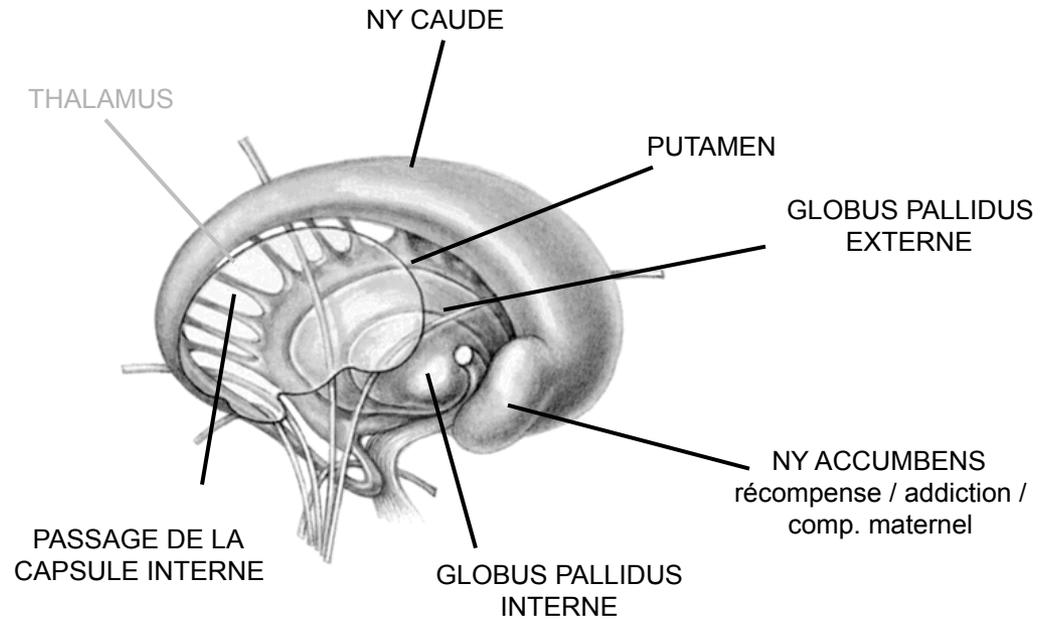
3. Le tronc cérébral et le cervelet

LES GANGLIONS DE LA BASE

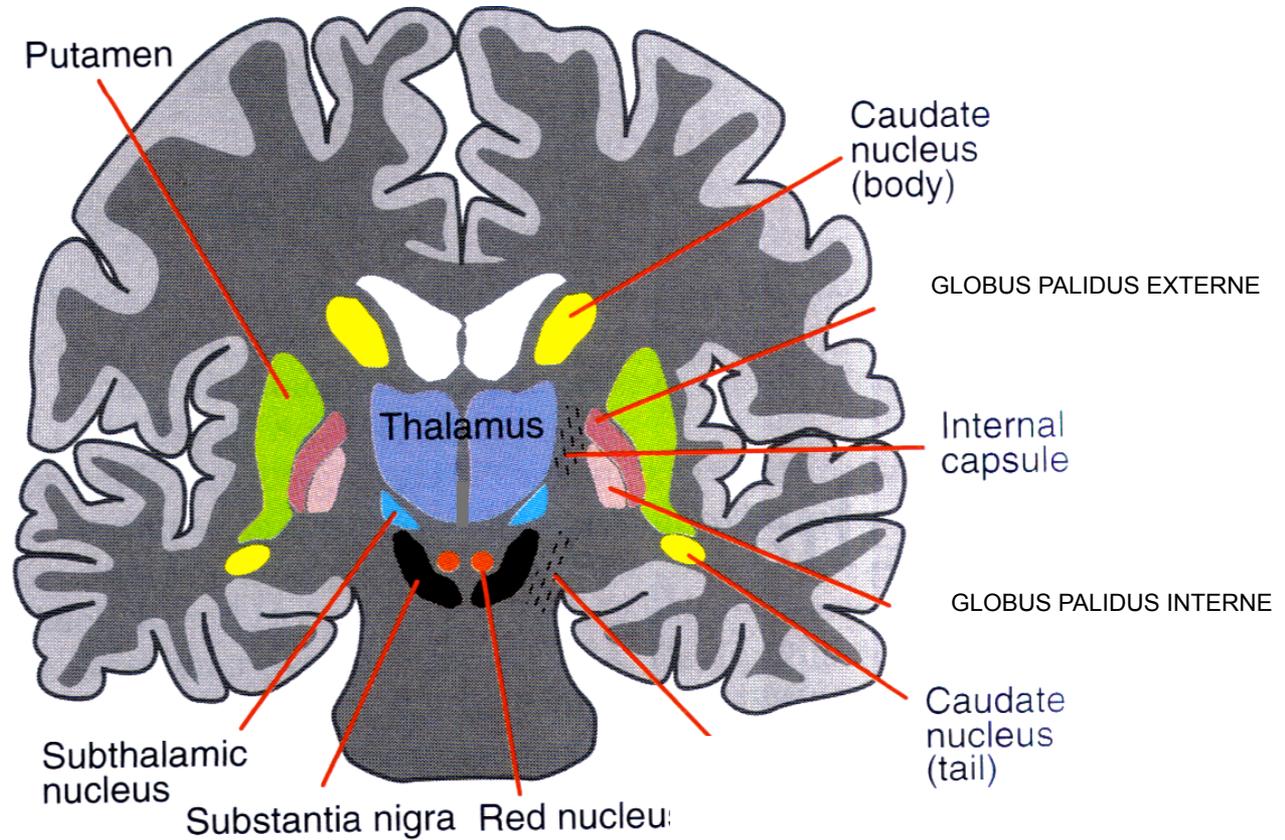


N. CAUDE
+
PUTAMEN
+
N. ACCUMBENS

= STRIATUM

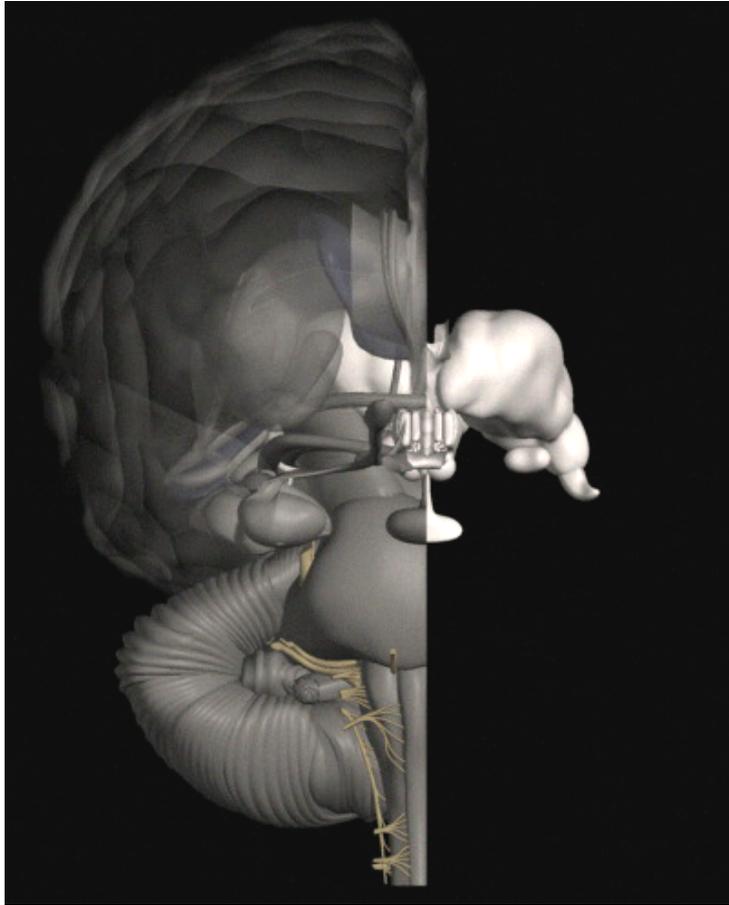


LES GANGLIONS DE LA BASE

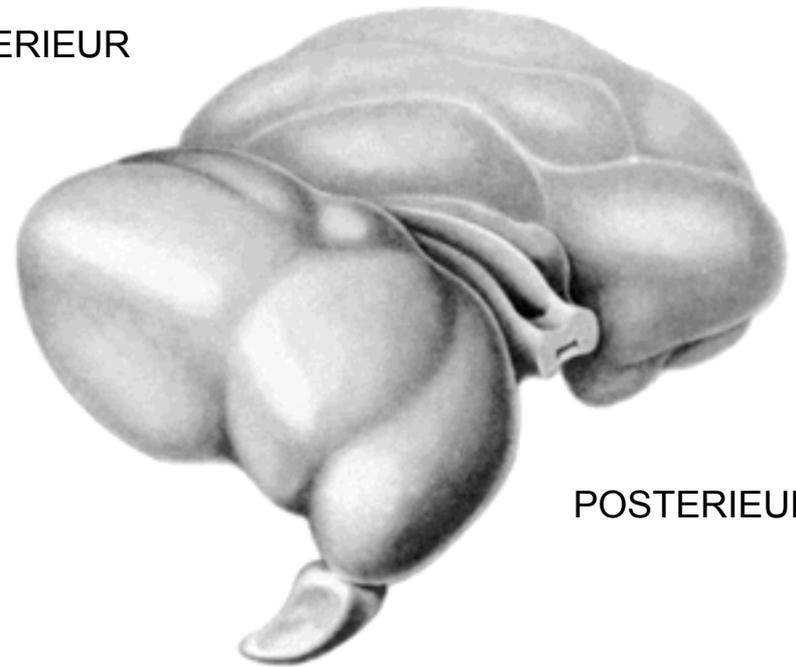


LE THALAMUS :

STATION DE RELAI DE TOUTES LES AFFERENCES SENSORIELLES



ANTERIEUR



POSTERIEUR

1. Le cortex cérébral

1.1 Le lobe occipital : le cortex visuel

1.2 Le lobe pariétal

1.2.1 Le cortex somesthésique

1.2.2 Autres aires du lobe pariétal

1.3 Le lobe temporal

1.3.1 Les aires auditives

1.3.2 L'aire de Wernicke

1.3.3 Autres aires du lobe temporal

1.4 Le lobe frontal

1.4.1 L'aire de Broca

1.4.2 Le cortex moteur et premoteur

1.4.3 Le cortex pré-frontal

1.5 L'insula

2. Les structures sous-corticales

2.1 Les commissures

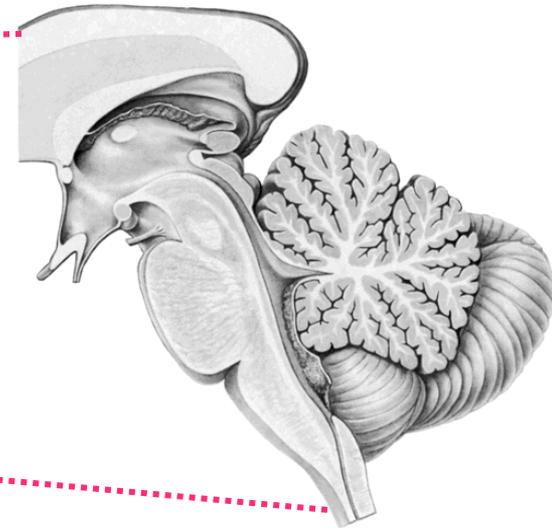
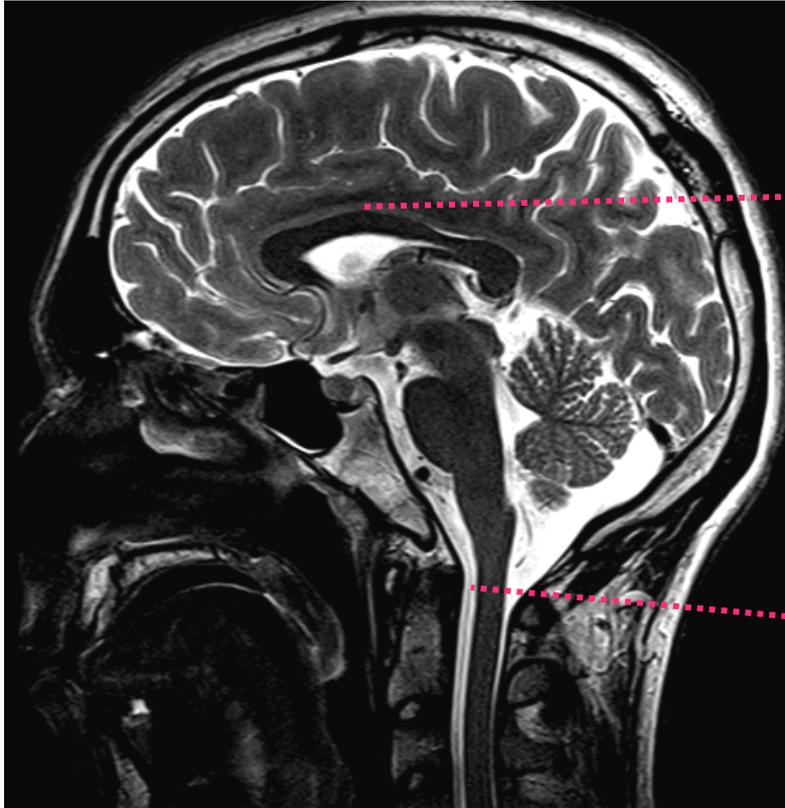
2.1.1 Le corps calleux

2.1.3 La capsule interne

2.2 Le thalamus et les ganglions de la base

3. Le tronc cérébral et le cervelet

LE TRONC CEREBRAL

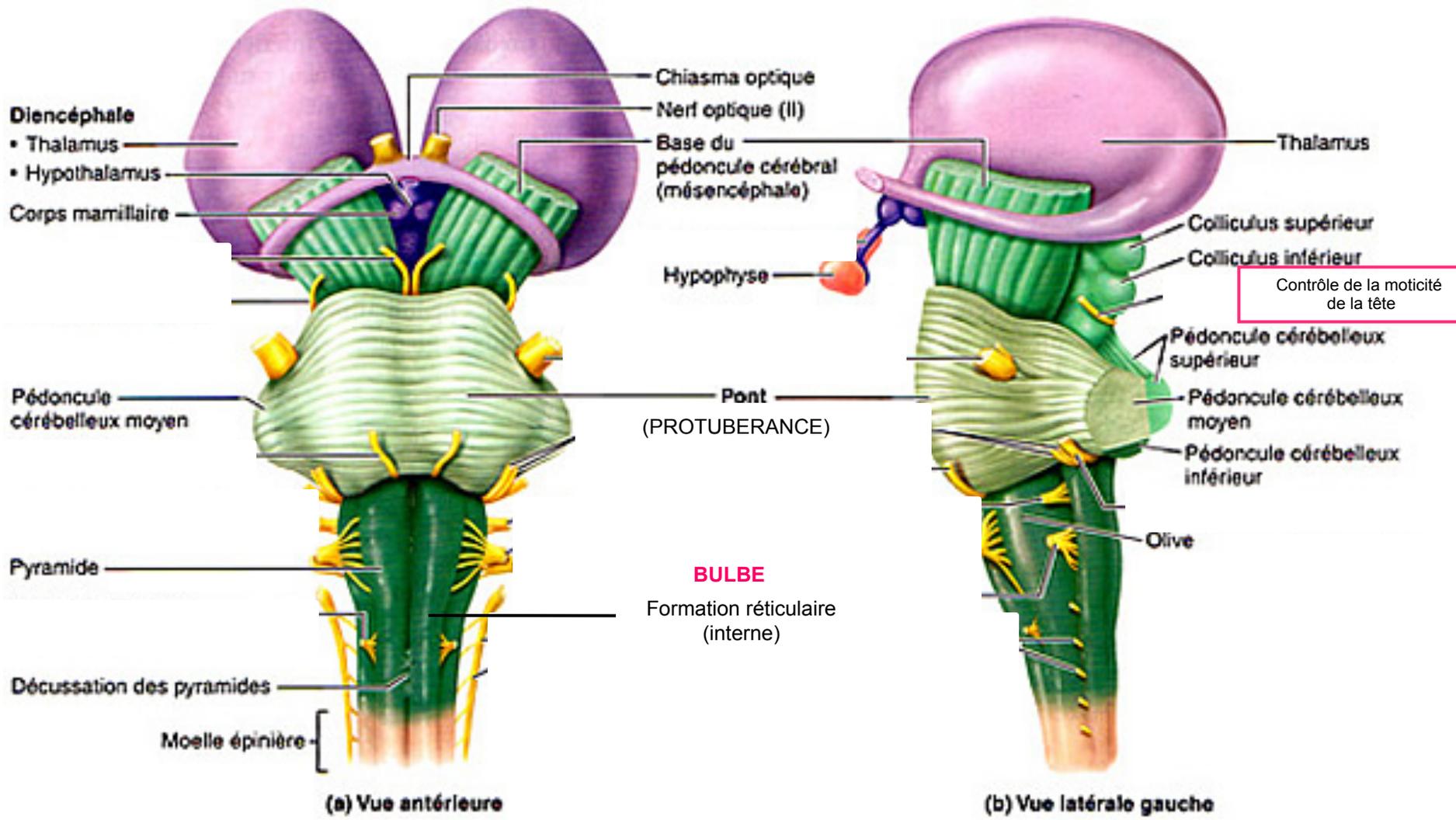


COUPE SAGITALE

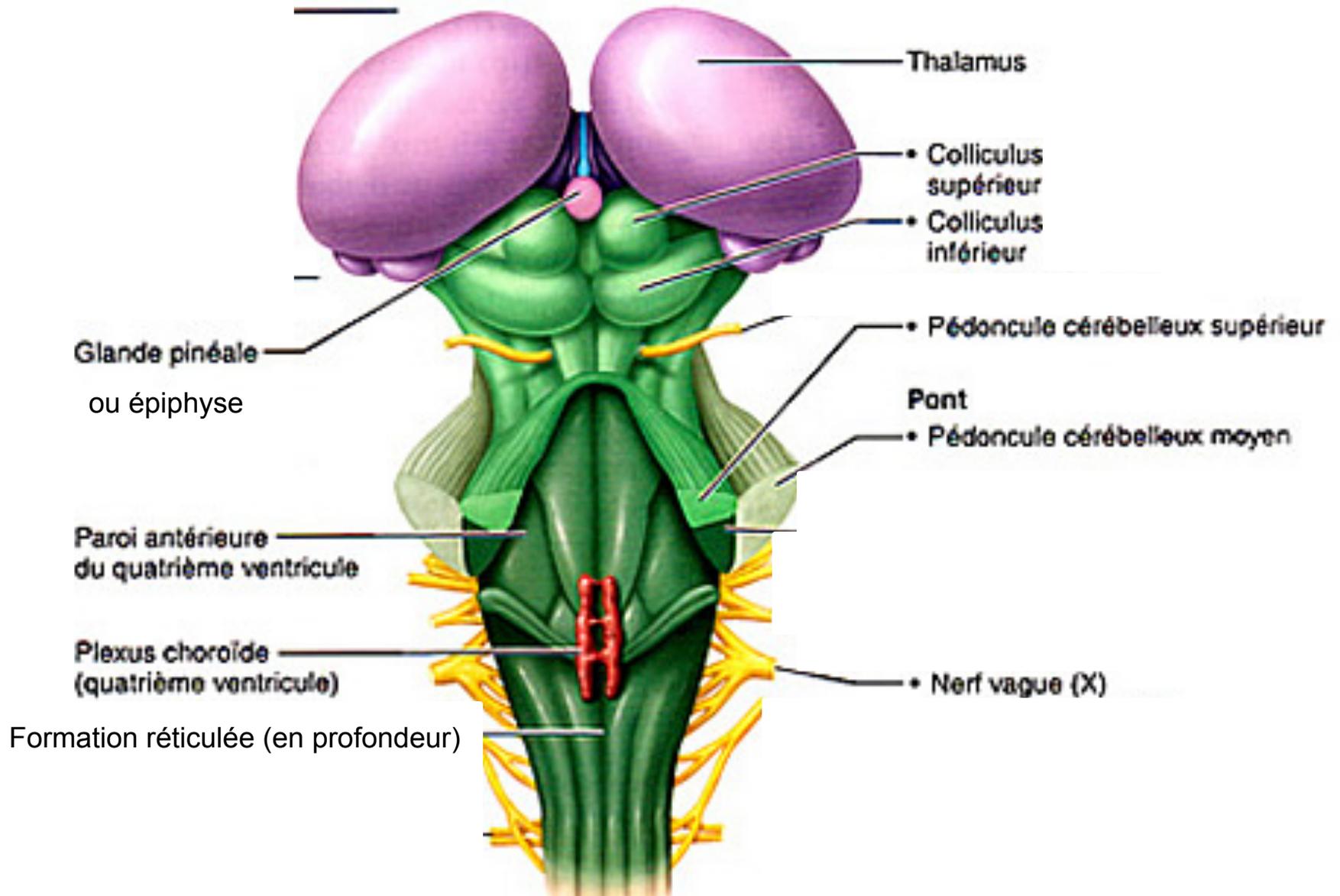
TRONC CEREBRAL

VUE ANTERIEURE

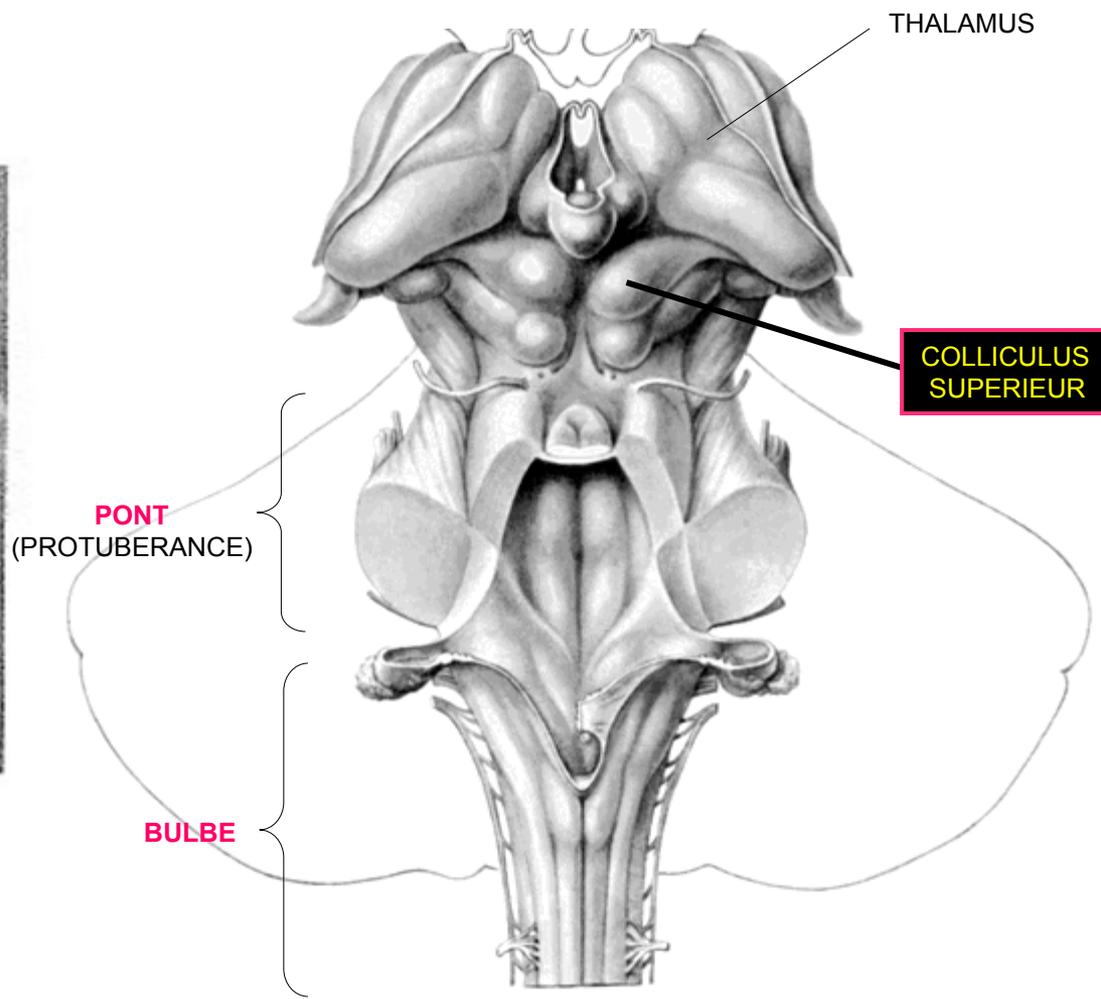
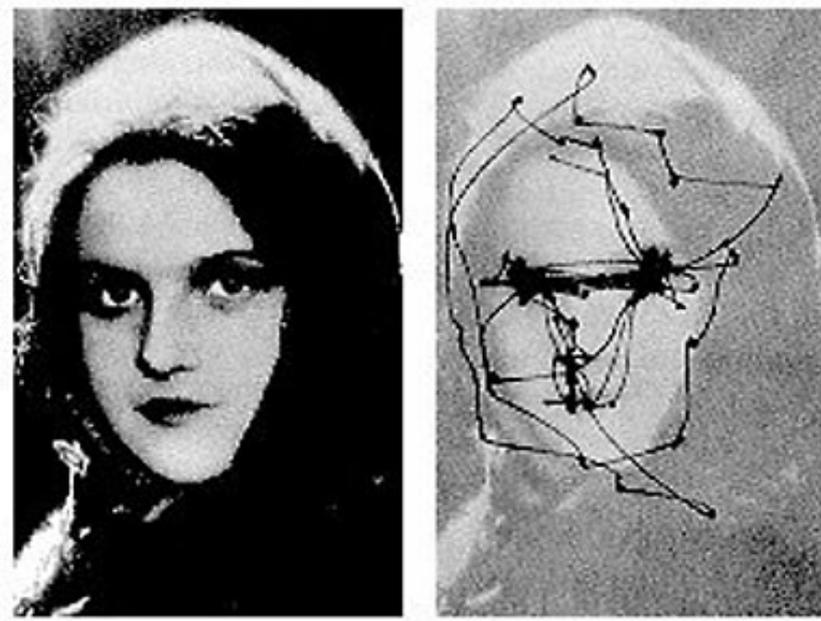
VUE LATERALE GAUCHE



VUE POSTERIEURE DU TRONC CEREBRAL

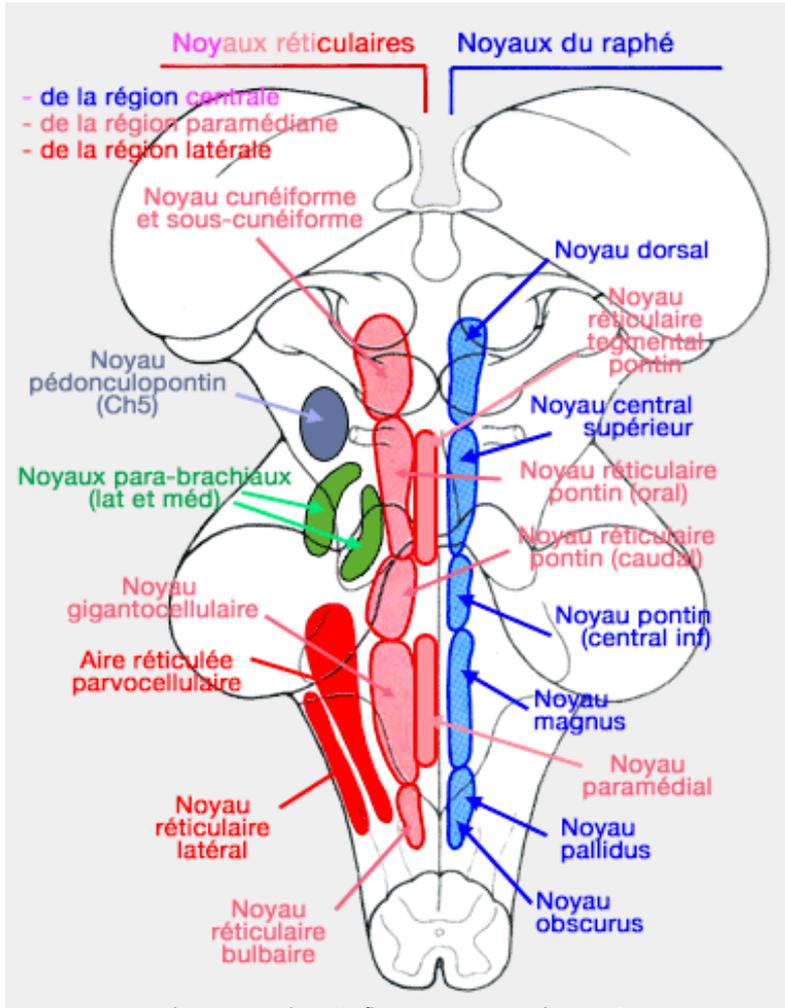


Mouvements oculaires automatiques contrôlés par le *Colliculus supérieur*

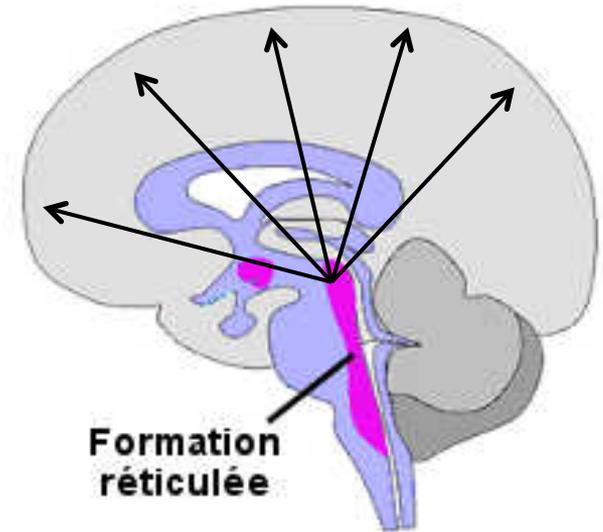


Focus sur... *la formation réticulée*

La région de l'éveil



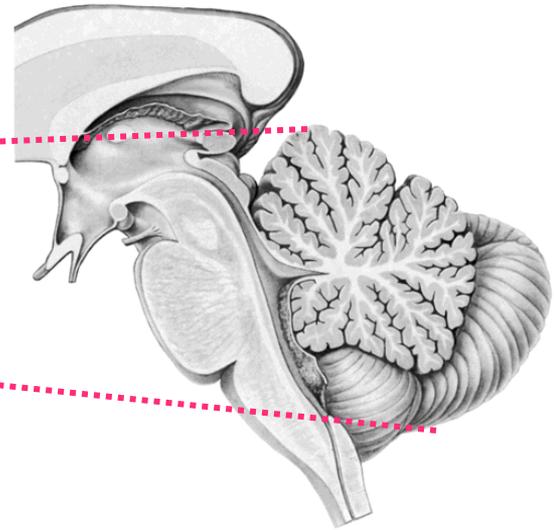
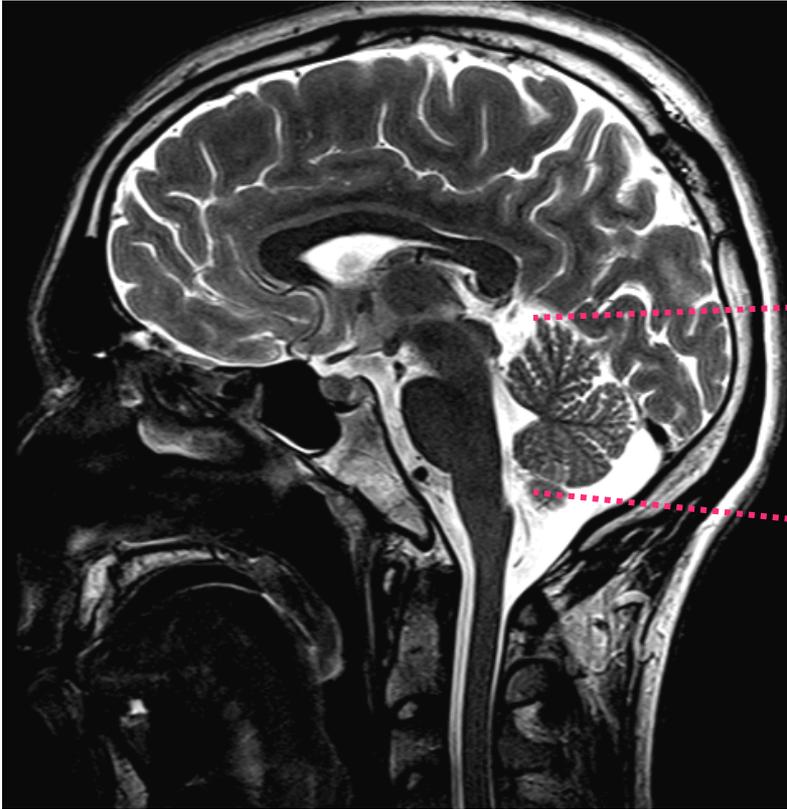
les noyaux de cette figure ne sont pas à connaître



Réseau de noyaux qui pilotent les cycles veille / sommeil et régulent notre niveau d'éveil.

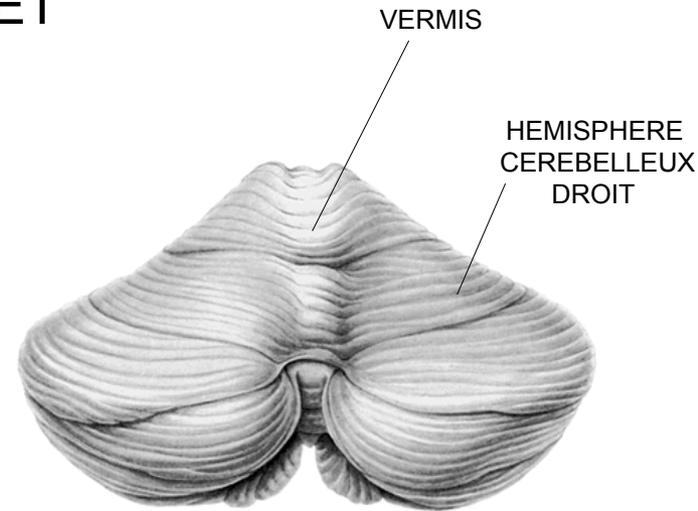
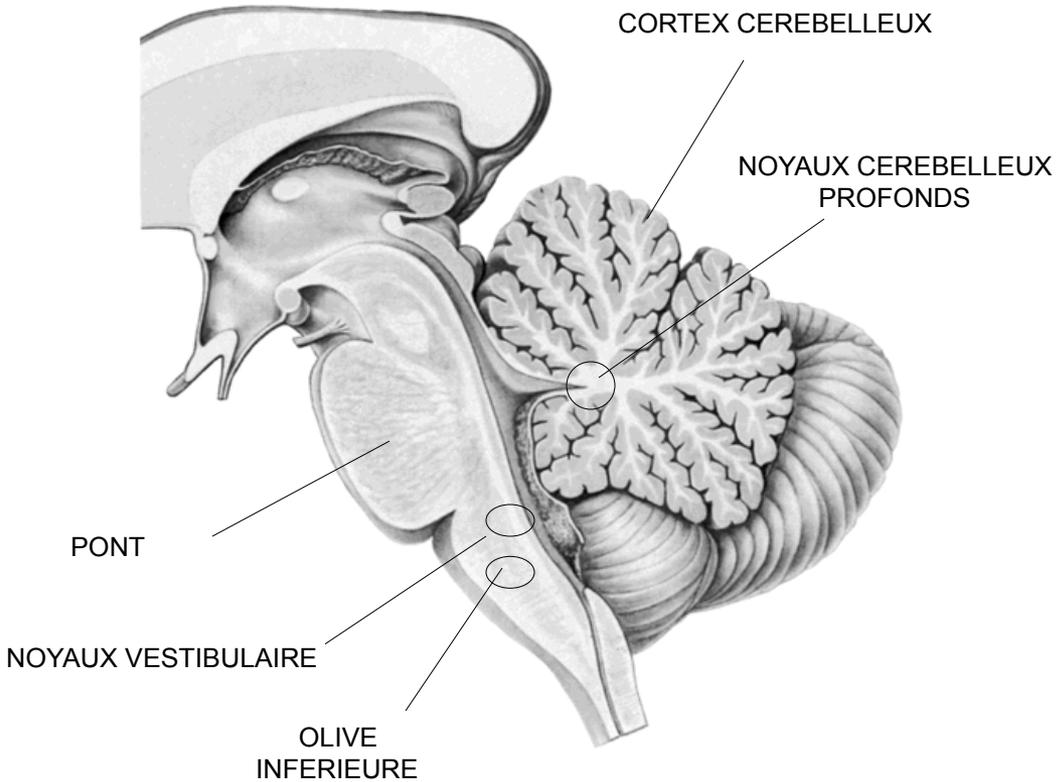
L'éveil (au sens cortical) est une condition nécessaire (mais pas suffisante) à l'état de conscience.

La conscience est la capacité à nous rapporter subjectivement nos propres états mentaux (*j'entends, je vois, je me souviens, je pense, je désire...*).

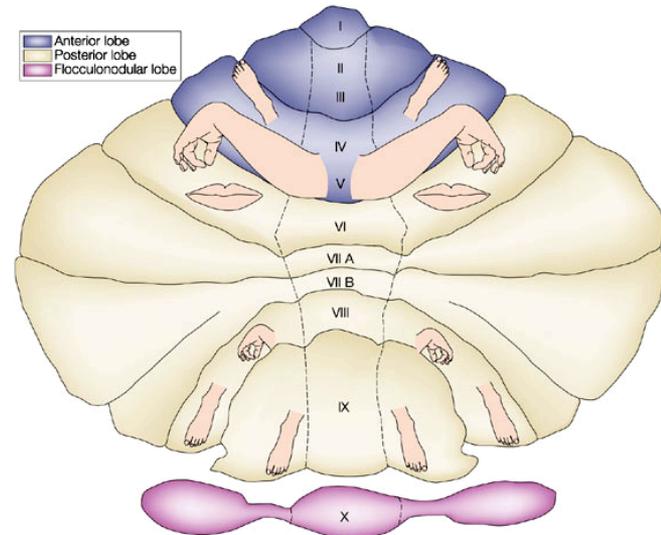


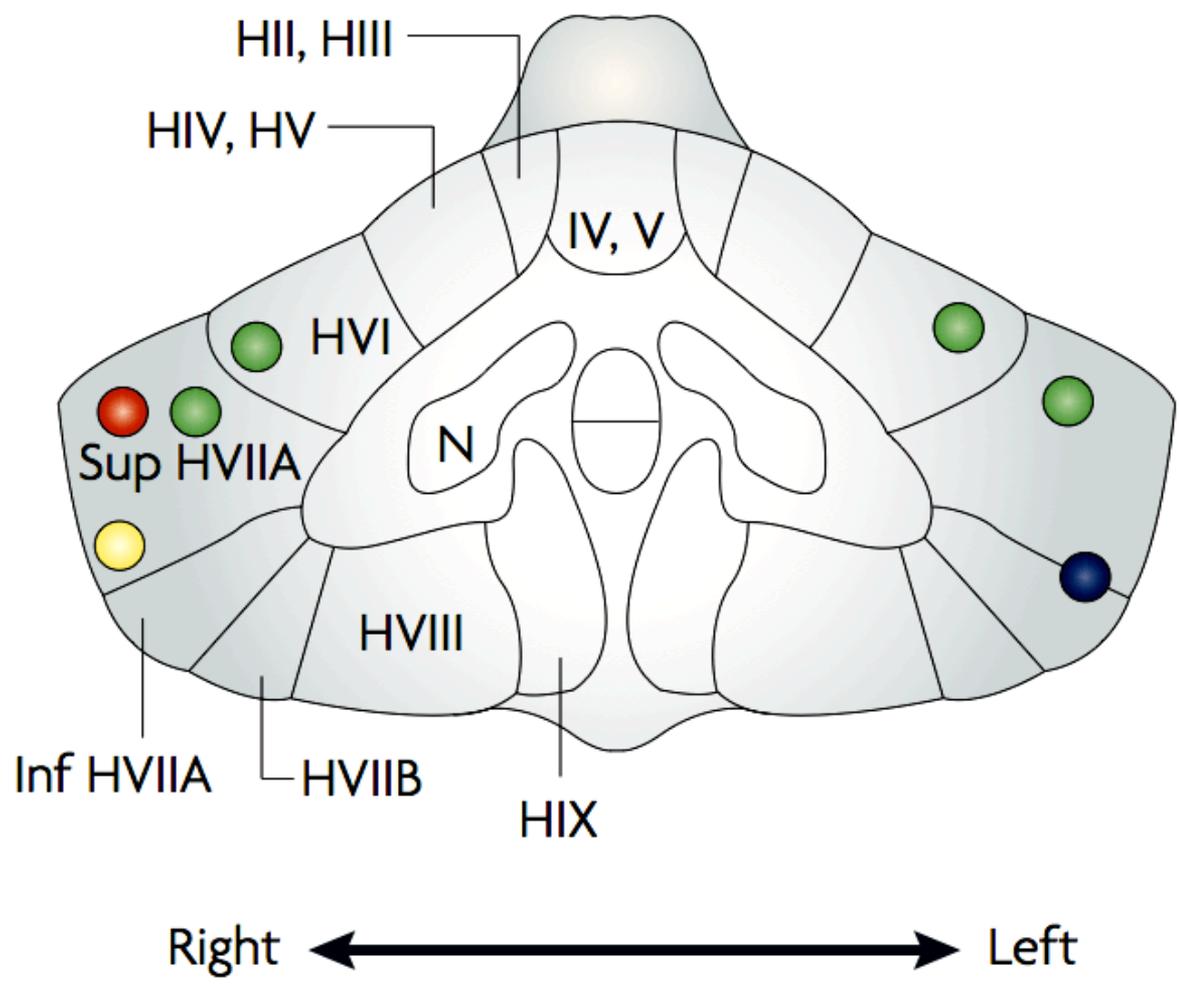
COUPE SAGITALE

ANATOMIE DU CERVELET



SOMATOTOPIE DU CERVELET





- | | |
|------------------|-------------------------|
| ● Attention task | ● Verbal working memory |
| ● Future vision | ● Prediction error |

4. Anatomie des circuits de la somesthésie

5. Anatomie de la motricité

5.1 Motricité réflexe

5.2 Motricité dirigée

6. L'hippocampe et la mémoire

7. Les émotions : le système limbique

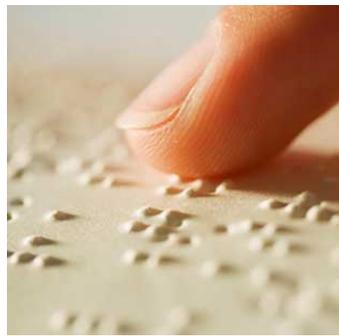
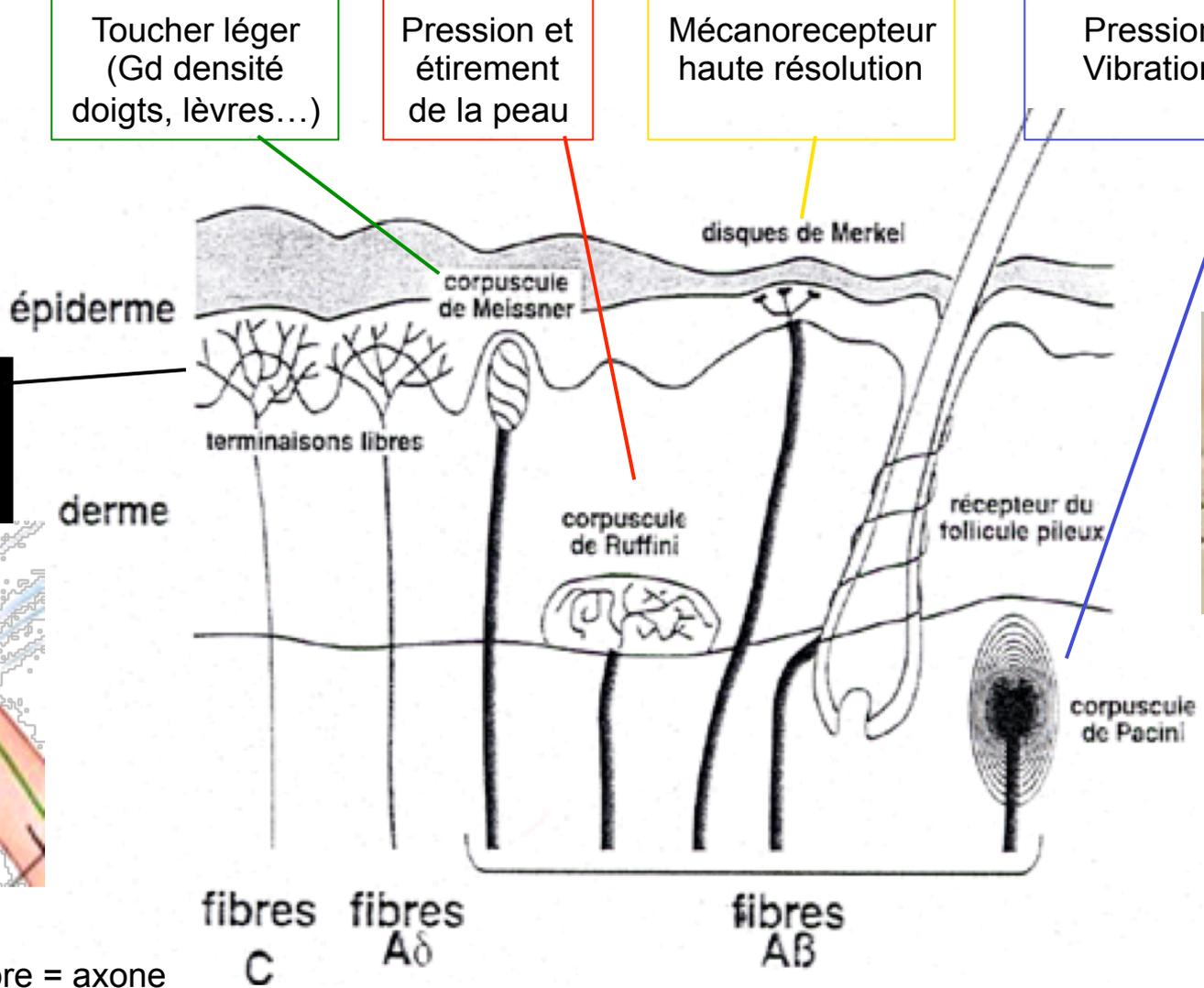
8. L'axe hypothalamo-hypophysaire

Toucher léger
(Gd densité
doigts, lèvres...)

Pression et
étirement
de la peau

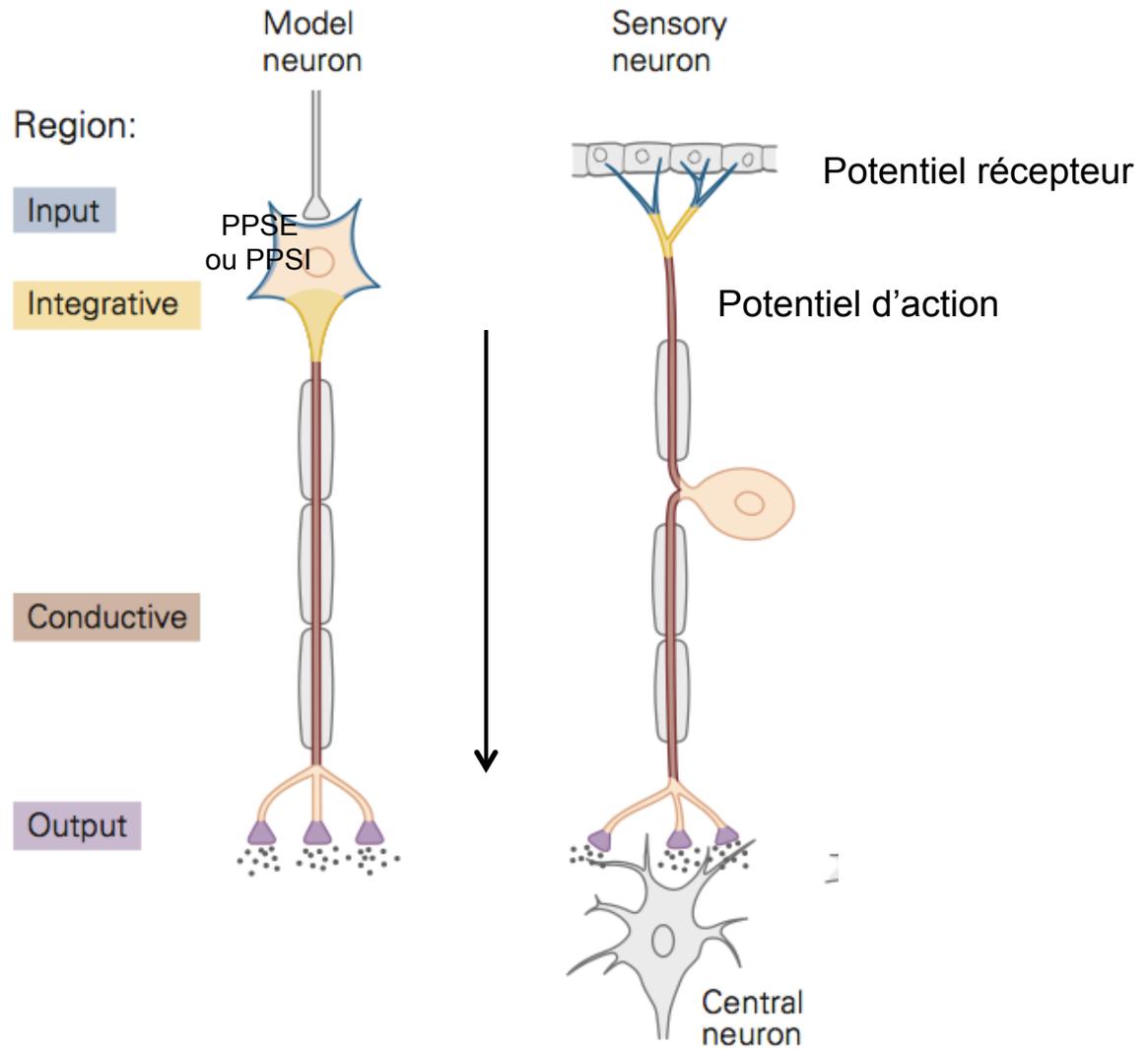
Mécanorecepteur
haute résolution

Pression
Vibration



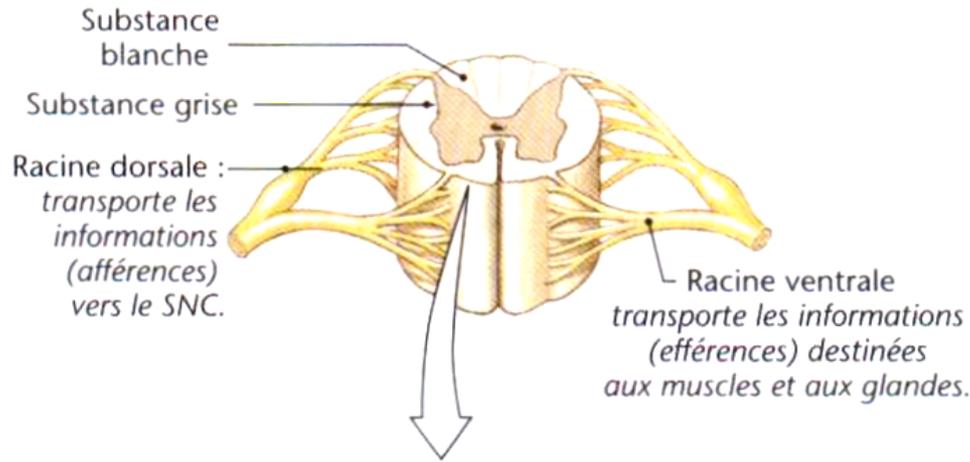
Fibre = axone

Types de fibres	Aβ	Aδ	C
Diamètre (microns)	5-15 μm	1-5 μm	0,3-1,5 μm
Gaine de myéline	+++	+	-
Vitesse de conduction (mètre/seconde)	40-100 m/s	5-40 m/s	1-2 m/s



Anatomie fonctionnelle de la moelle épinière

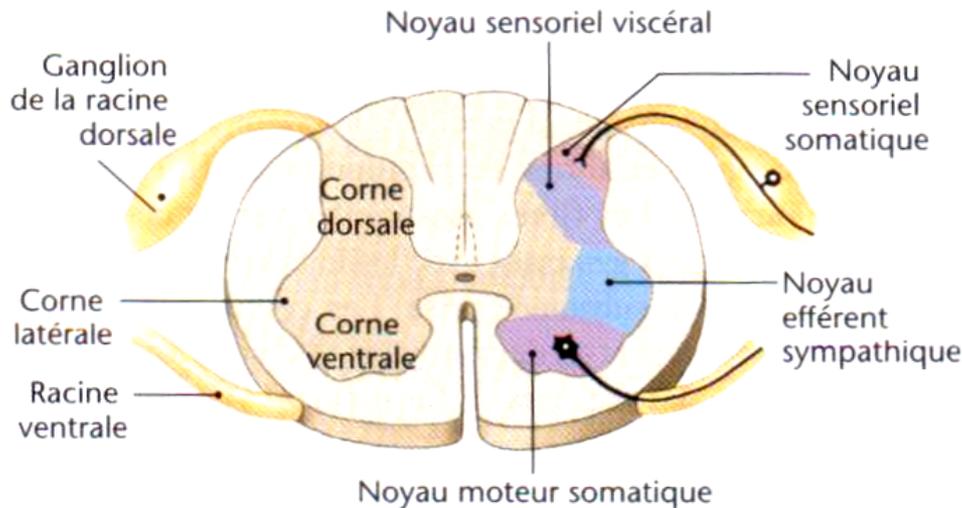
(a) Un segment de moelle épinière en vue ventrale montrant les paires de nerfs



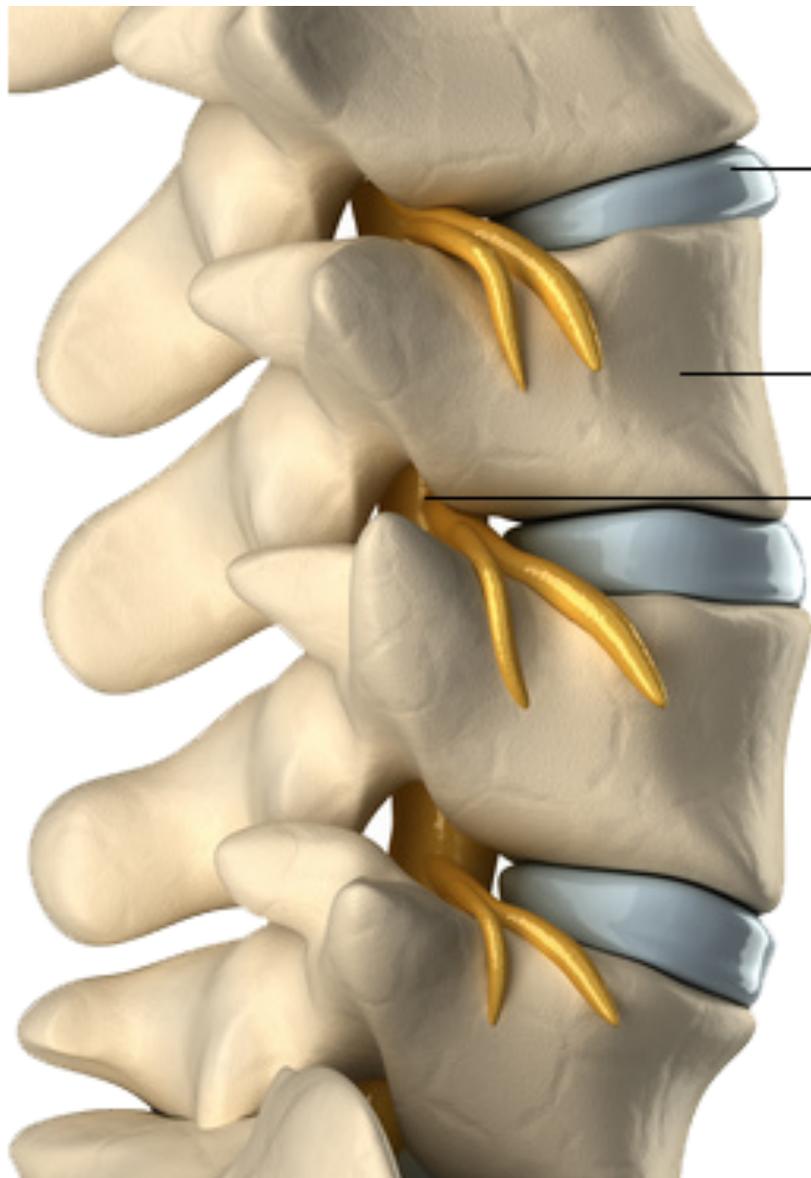
**RACINE DORSALE =
AFFERENCES SENSORIELLES**

**RACINE VENTRALE =
EFFERENCES MOTRICES**

(b) La substance grise est formée par les noyaux sensoriels et moteurs.



Attention : AFF. Vs. EFF. :
Le point de repère est la ME
et non le muscle



Disque intervertébral

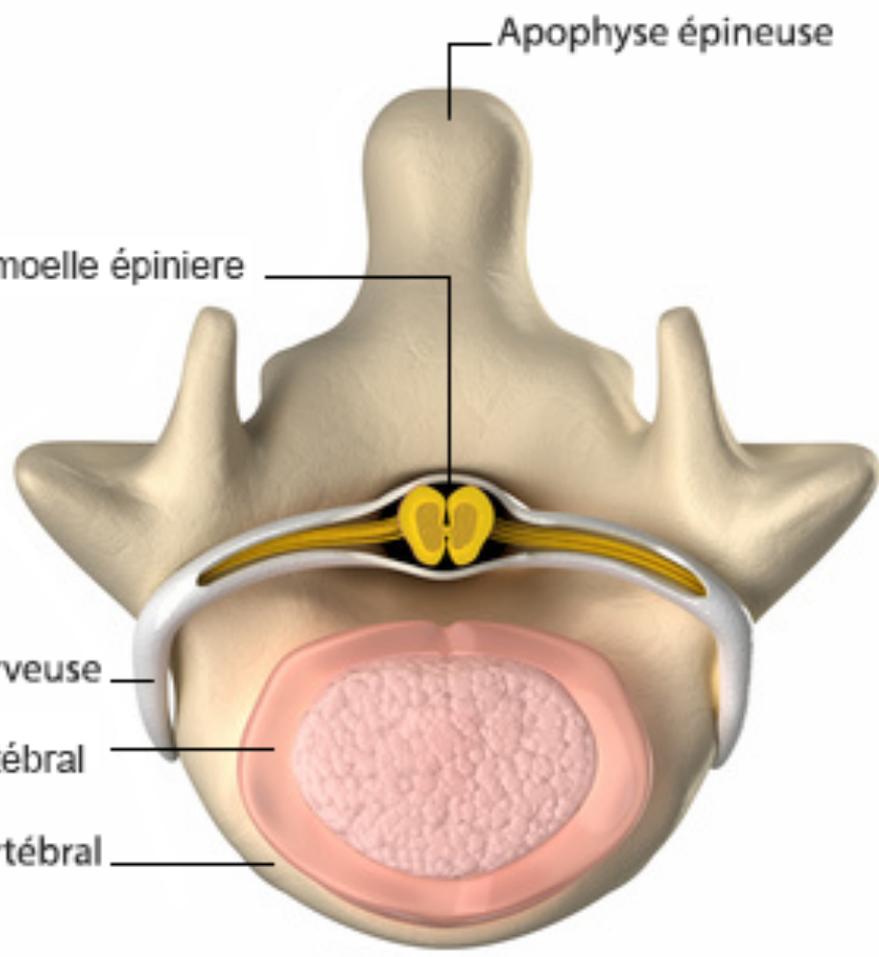
Vertèbre

Nerfs & moelle épinière

Racine nerveuse

Disque intervertébral

Corps Vertébral



Apophyse épineuse

Nerfs & moelle épinière

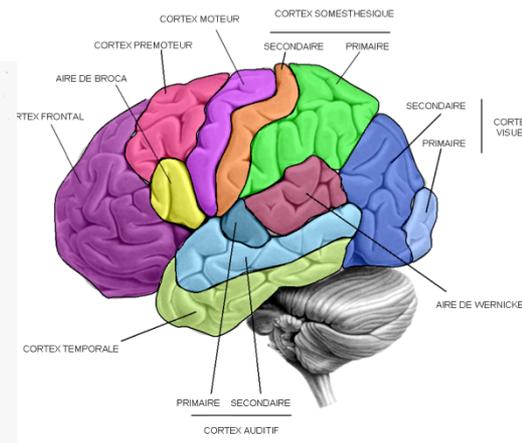
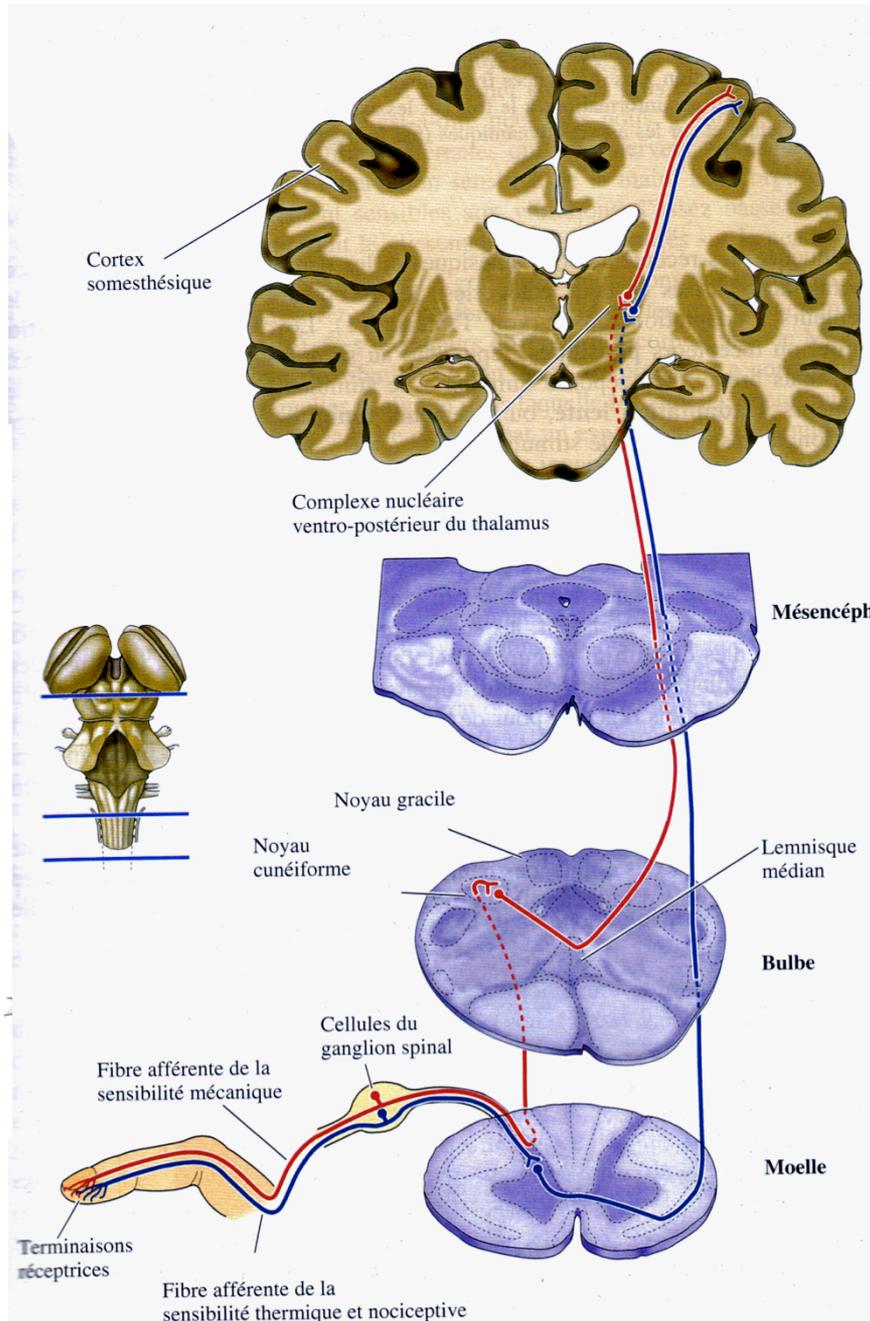
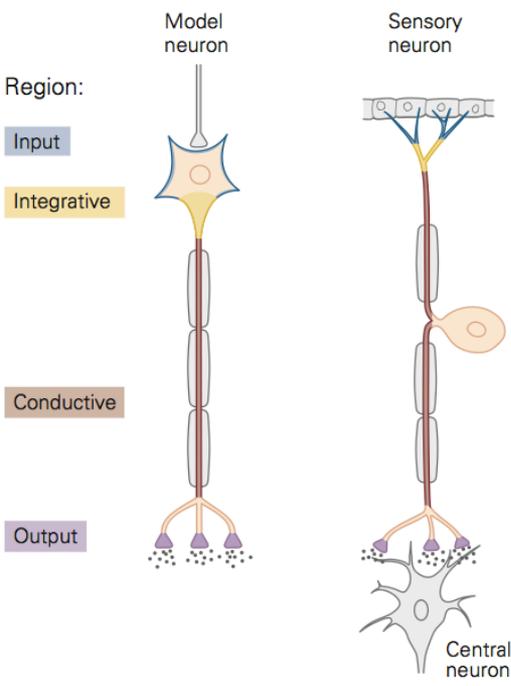
Racine nerveuse

Disque intervertébral

Corps Vertébral

**LE SYSTEME SOMESTHESIQUE :
L'INTEGRATION DE LA
SENSIBILITE TACTILE**

**DU DOIGT AU CORTEX S1 :
LA VOIE
LEMNISCALE
ET LA VOIE
SPINOTHALAMIQUE**

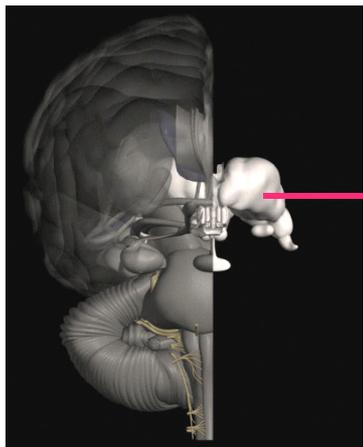


NOYAU GRACILE : RELAI DES AFFERENCES DE LA PARTIE INFÉRIEURE DU CORPS

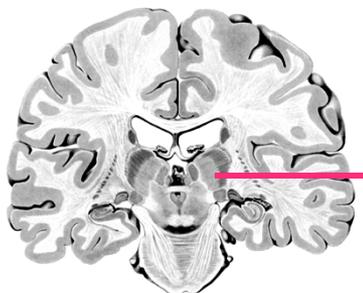
NOYAU CUNEIFORME : RELAI DES AFFERENCES DE LA PARTIE SUPÉRIEURE DU CORPS

UNE AUTRE VOIE POUR LA SOMESTHESIE DE LA FACE : LA VOIE TRIGEMINALE

TOUTES LES VOIES SOMESTHESIQUES PASSENT PAR LE THALAMUS



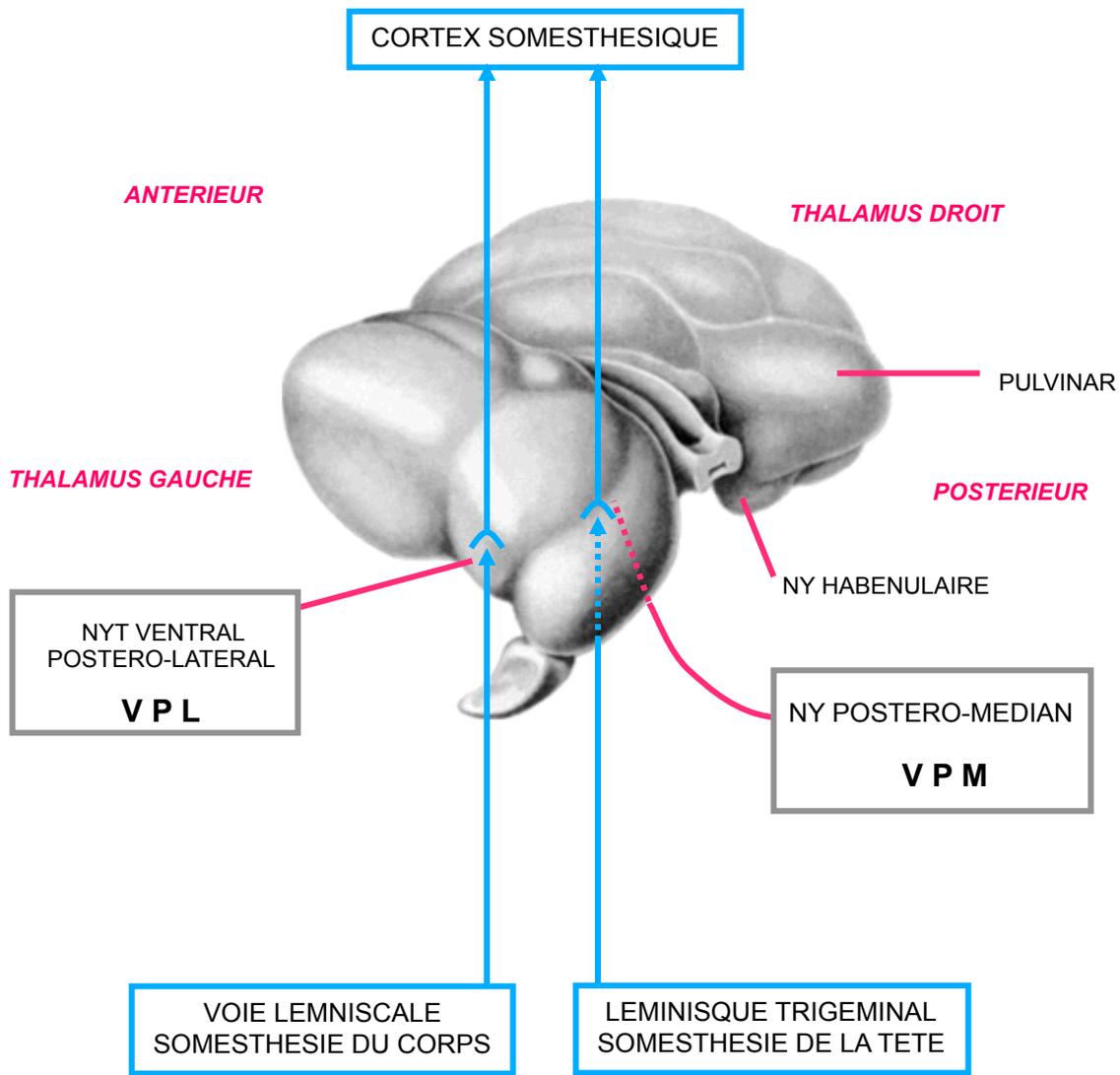
position thalamus 3D



coupe frontale



coupe sagitale



La perception de la douleur émerge d'un système sensoriel dont le but est la conservation de l'intégrité corporelle

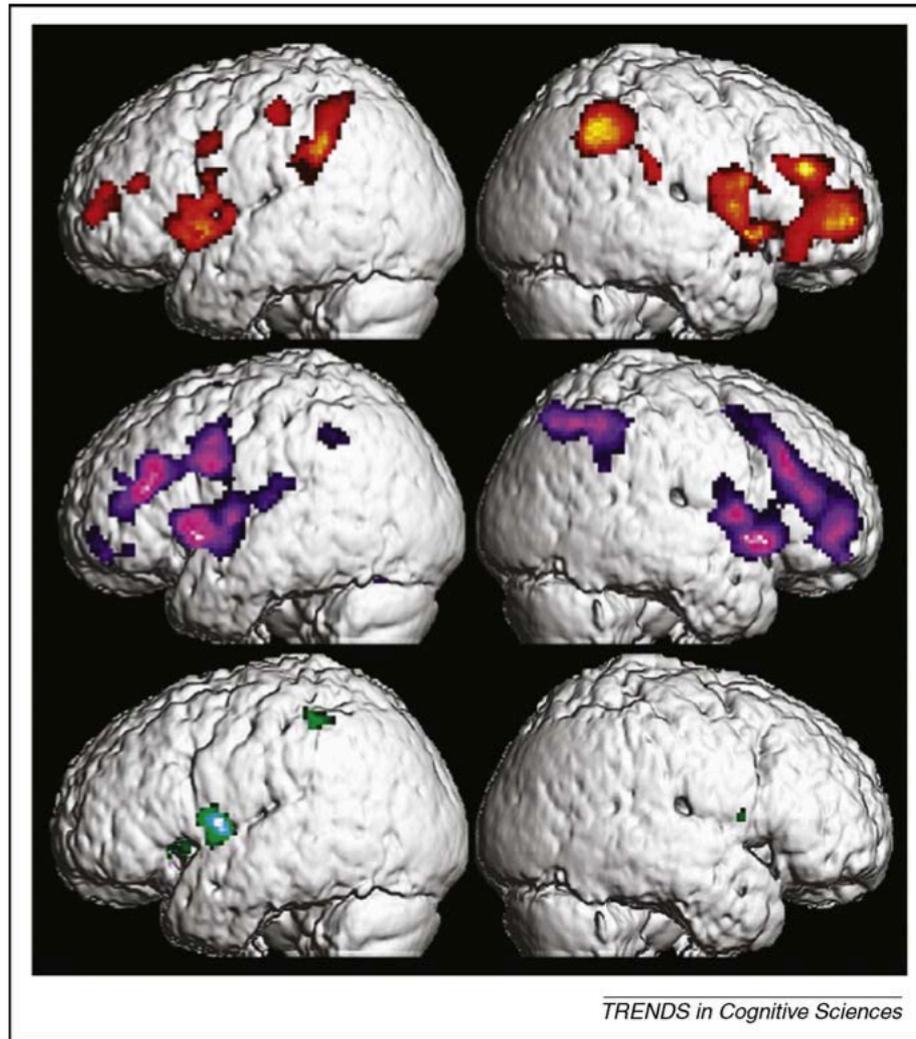
L'activation de ce système d'alarme grâce à des nocicepteurs va déclencher des réponses réflexes et comportementales dont la finalité est de supprimer la cause et de limiter les conséquences de la douleur.

La douleur est une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable, associée à une lésion tissulaire réelle ou potentielle, ou décrite dans des termes impliquant une telle lésion.

BRULURE
SUJET EVEILLE

FAUSSE BRULURE
SUJET HYPNOTISE

IMAGINATION
D'UNE BRULURE
SUJET EVEILLE



Derbyshire et al., 2004

4. Anatomie des circuits de la somesthésie

5. Anatomie de la motricité

5.1 Motricité réflexe

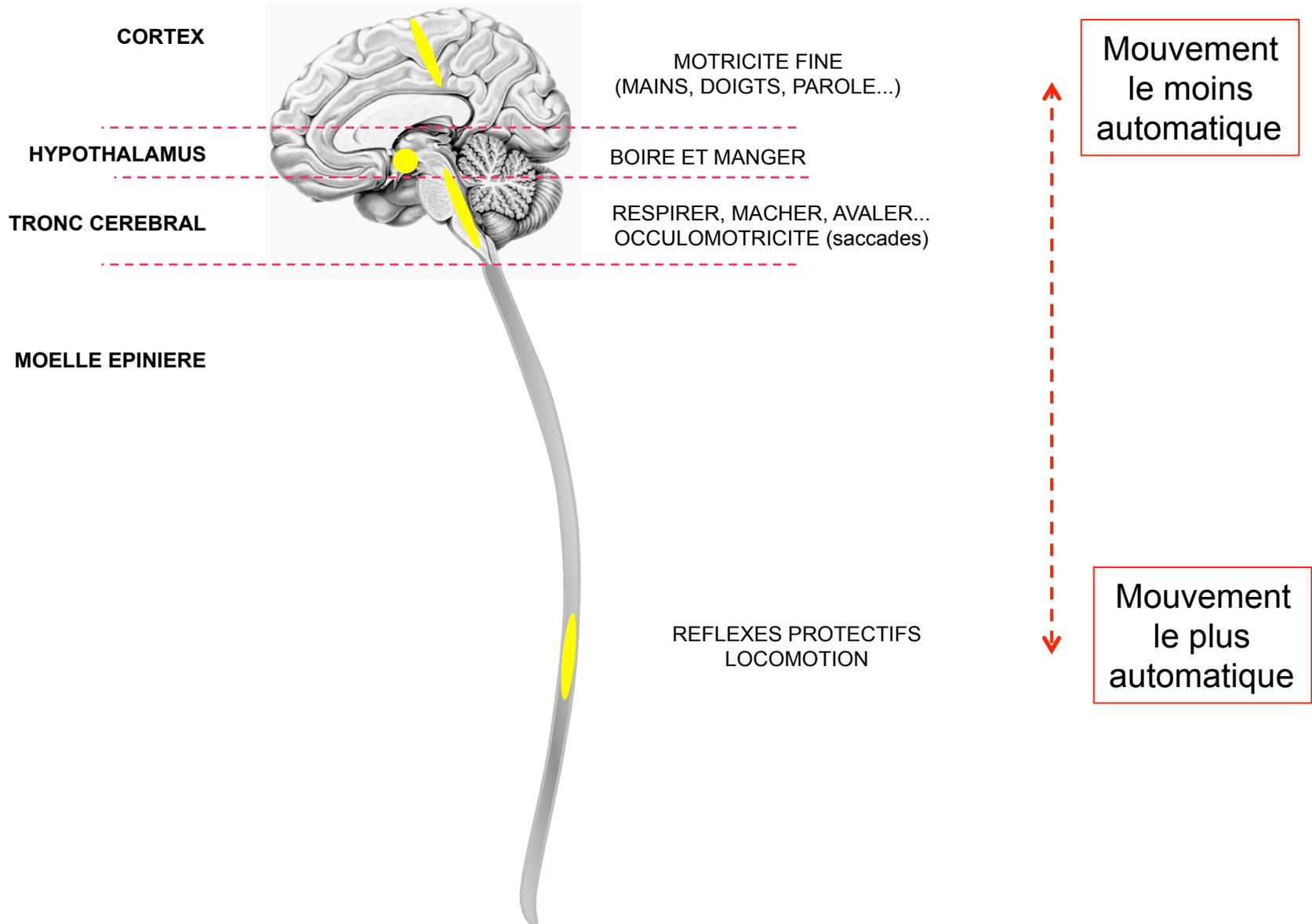
5.2 Motricité dirigée

6. L'hippocampe et la mémoire

7. Les émotions : le système limbique

8. L'axe hypothalamo-hypophysaire

LES PROGRAMMES MOTEURS SONT LOCALISES A DIFFERENTS ETAGES DU SNC



REPRESENTATIONS INTERNES
DE L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR
ET DE L'ETAT DU CORPS



**Transformation
sensori-motrice**



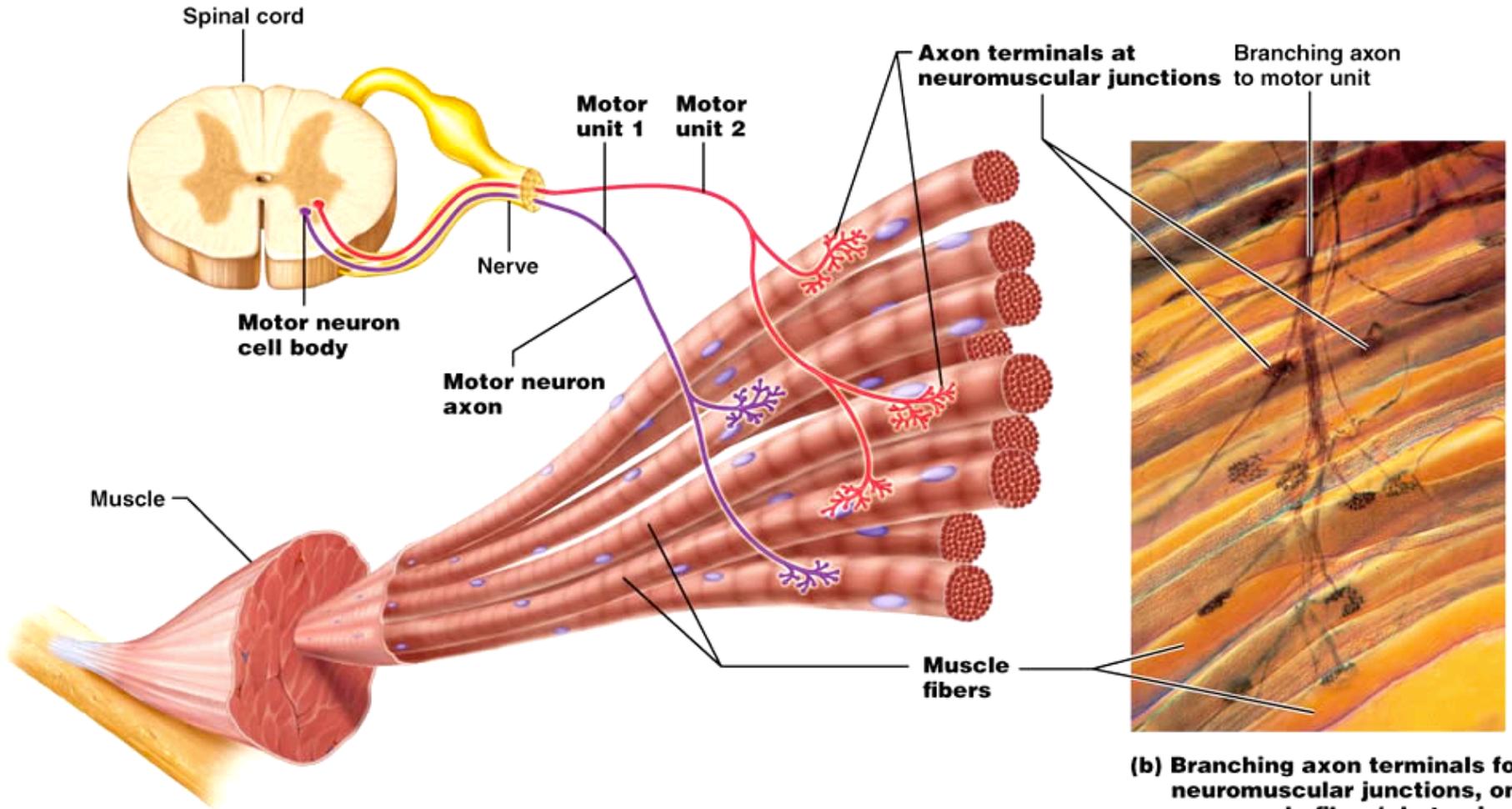
INTEGRATION
DES INFORMATIONS
SENSORIELLES

OPERATIONS
MOTRICES



Mise à jour / ajustement

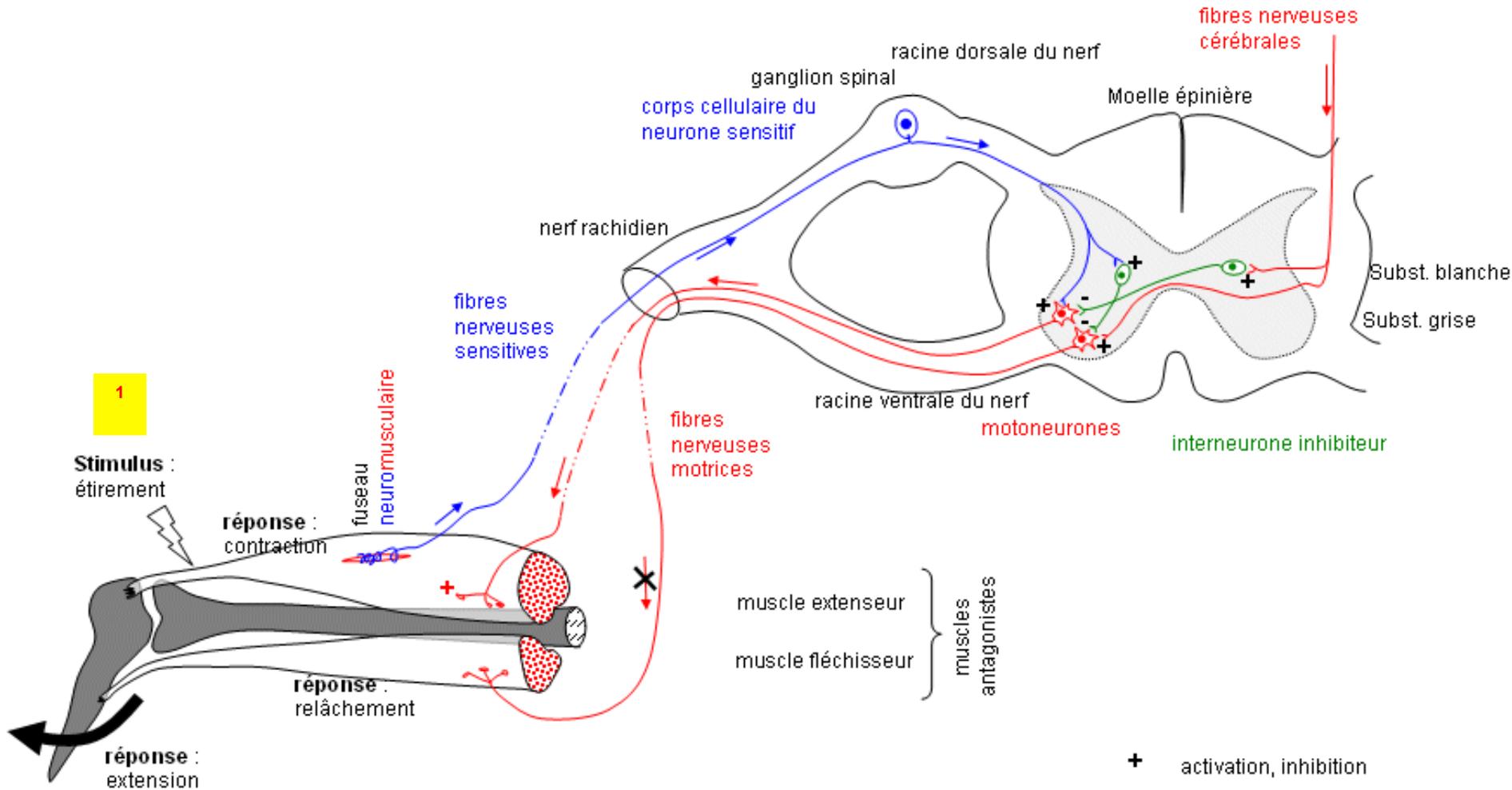
Unité motrice = 1 motoneurone + fibres musculaires



(a) Axons of motor neurons extend from the spinal cord to the muscle. There each axon divides into a number of axon terminals that form neuromuscular junctions with muscle fibers scattered throughout the muscle.

(b) Branching axon terminals form neuromuscular junctions, one per muscle fiber (photomicrograph 330x).

**coordination motrice entre fléchisseurs et extenseurs
(collaboration des muscles antagonistes).
Exemple : reflexe achilléen (percussion du talon d'Achille)**



Les mêmes motoneurones sont utilisés pour le circuit réflexe et la commande d'un mouvement volontaire

4. Anatomie des circuits de la somesthésie

5. Anatomie de la motricité

5.1 Motricité réflexe

5.2 Motricité dirigée

6. L'hippocampe et la mémoire

7. Les émotions : le système limbique

8. L'axe hypothalamo-hypophysaire

ANATOMIE FONCTIONNELLE DE LA MOTRICITE DIRIGEE

1. COMMANDE D'UN PROGRAMME MOTEUR

CORTEX

2. SYSTÈME DE REGULATION/SELECTION DE L'ACTIVITE

GANGLIONS DE LA BASE

3. SYSTÈME DE COORDINATION ET DE CORRECTION

CERVELET

4. SYSTÈME DE CABLAGE

SUBSTANCE BLANCHE

5. SYSTÈME D'EXECUTION

MOELLE EPINIÈRE / MUSCLE

DE L'INTENTION DU MOUVEMENT A SON EXECUTION

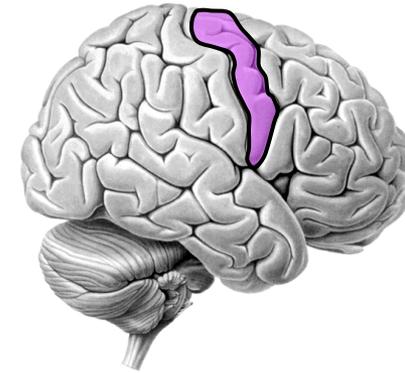
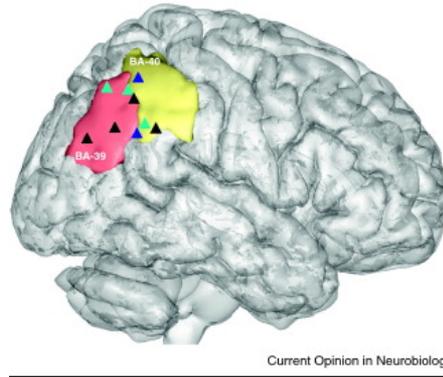
SEQUENCE CORTICALE

CORTEX PREFRONTAL

LOBULE PARIETAL
INFERIEUR

CORTEX
PREMOTEUR

CORTEX
MOTEUR



OBJECTIF
DE MOUVEMENT

-1000 ms

Préparation motrice
Précoce

Construction d'une intention
de mouvement sur la base
d'informations sensorielles
de l'environnement et
de la position du corps dans l'espace
Emergence d'une sensation
de vouloir faire un mouvement

-250 ms

conscience
d'une intention mouvement

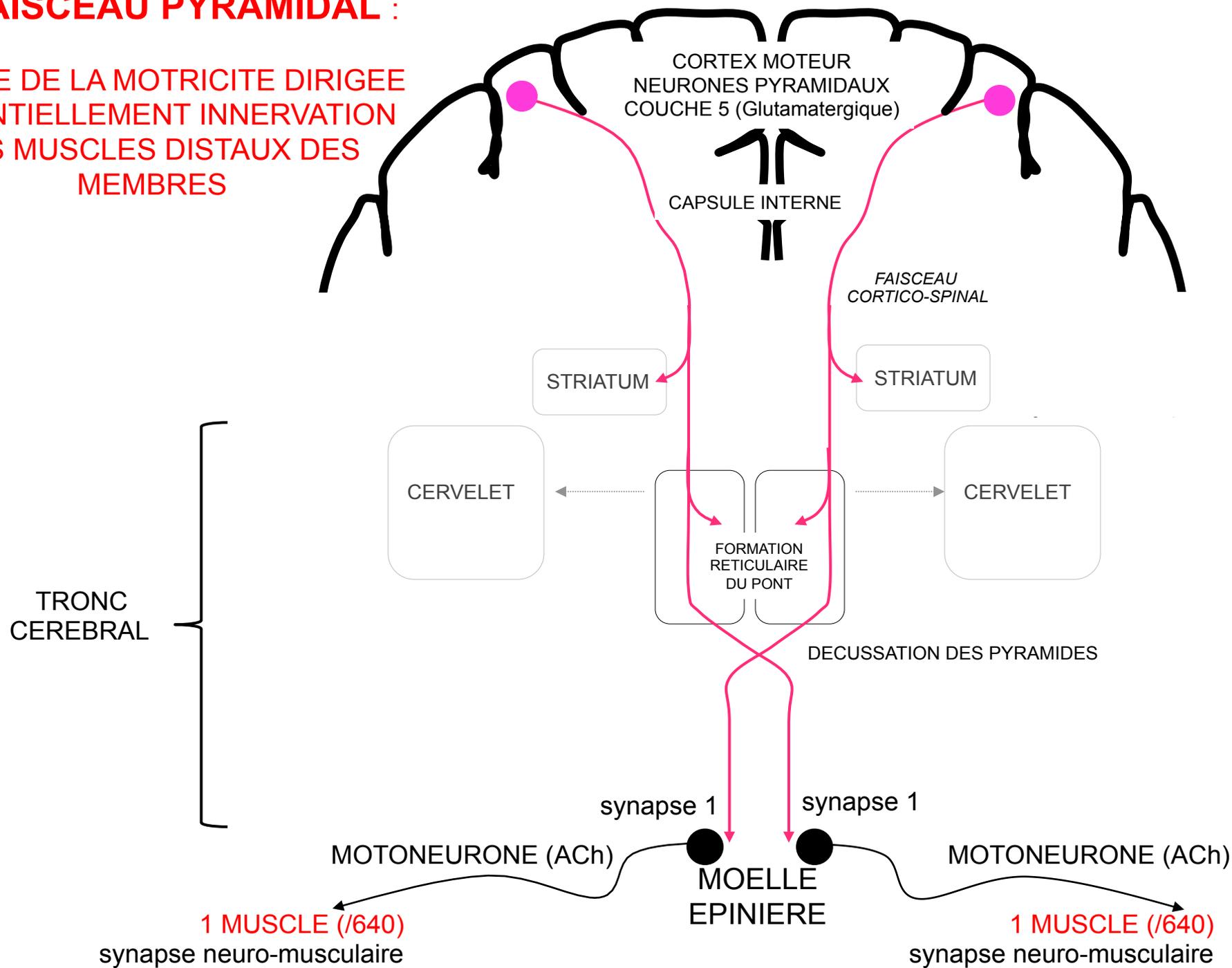
Planification
Motrice
= sélection parmi
les programmes possibles

0 ms

Exécution
d'un programme
moteur.

LE FAISCEAU PYRAMIDAL :

LA VOIE DE LA MOTRICITE DIRIGEE
ESSENTIELLEMENT INNERVATION
DES MUSCLES DISTAUX DES
MEMBRES



ANATOMIE FONCTIONNELLE DE LA MOTRICITE DIRIGEE

1. COMMANDE D'UN PROGRAMME MOTEUR

CORTEX

2. SYSTÈME DE REGULATION/SELECTION DE L'ACTIVITE

GANGLIONS DE LA BASE

3. SYSTÈME DE COORDINATION ET DE CORRECTION

CERVELET

4. SYSTÈME DE CABLAGE

SUBSTANCE BLANCHE

5. SYSTÈME D'EXECUTION

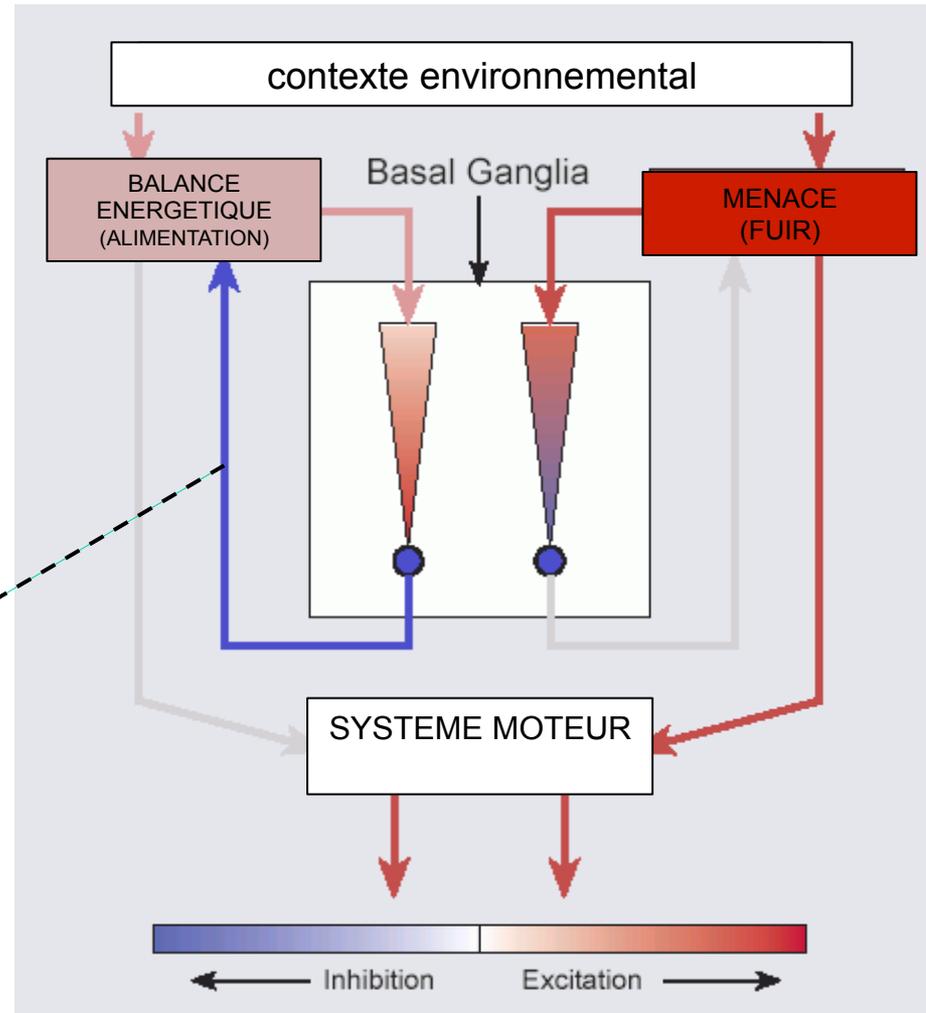
MOELLE EPINIÈRE / MUSCLE

Fonction des ganglions de la base : la sélection de l'action



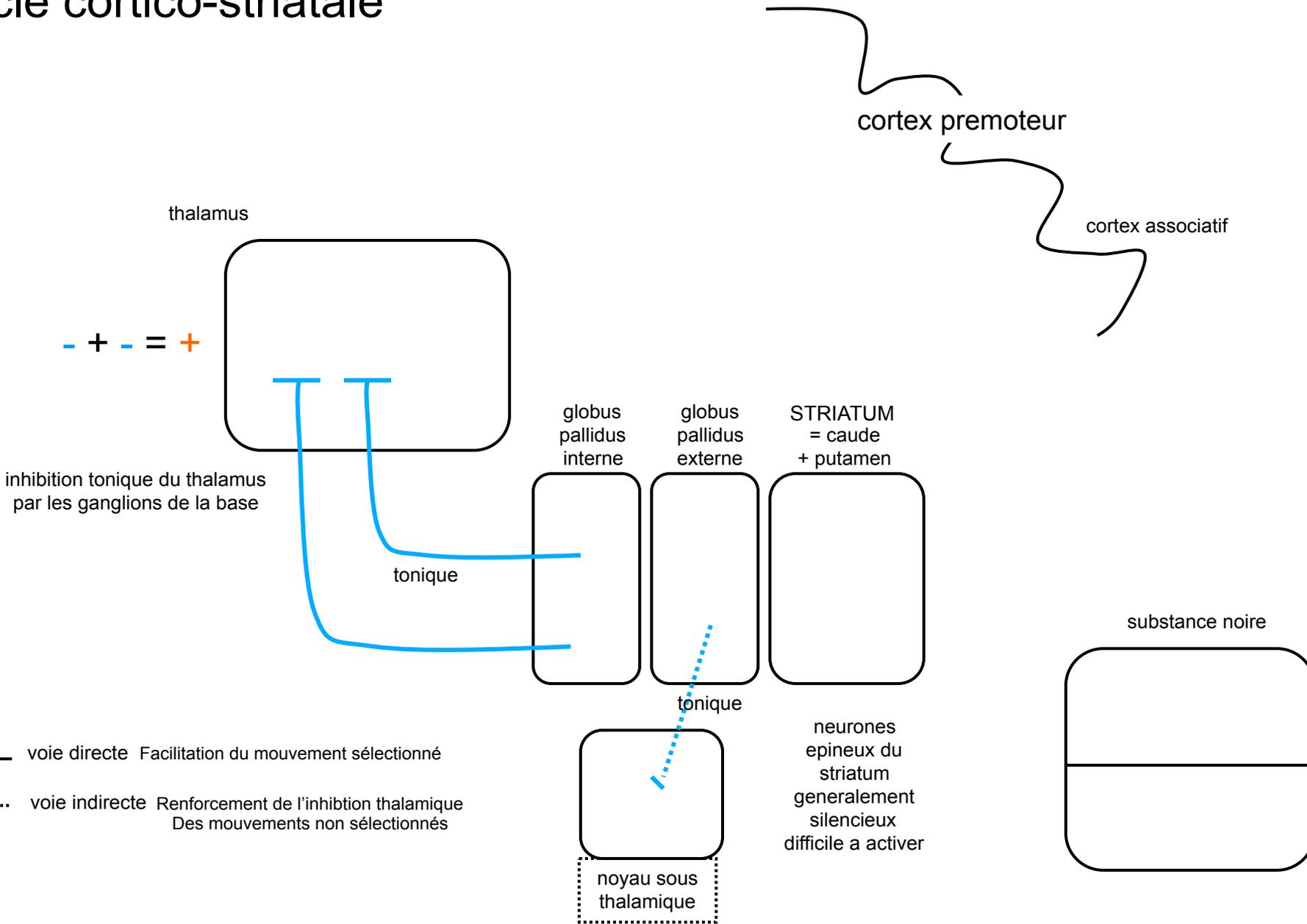
exemple : se nourrir vs. fuir

BOUCLE



Evaluation de la « force des intentions » pour n'en sélectionner qu'une seule = renforcement de l'activation d'1 programme et inhibition de tous les autres.

boucle cortico-striatale



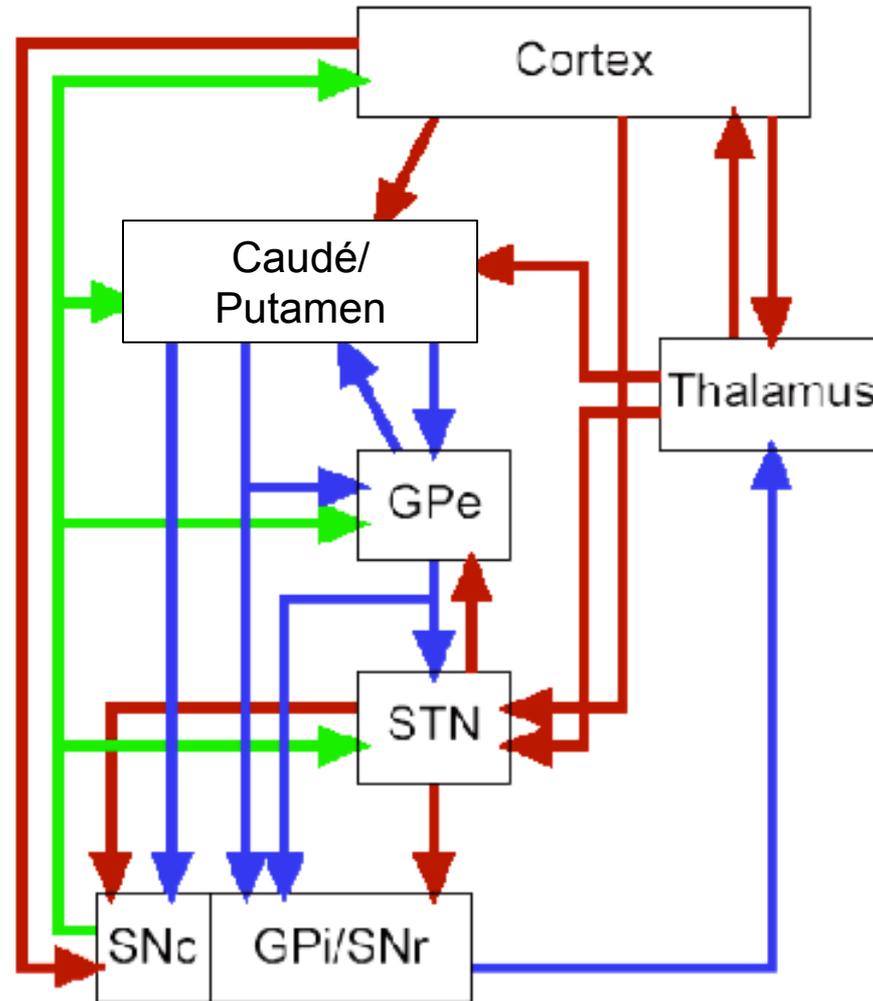
- + - = +

voie directe Facilitation du mouvement sélectionné

voie indirecte Renforcement de l'inhibition thalamique
Des mouvements non sélectionnés

neurons epineux du striatum
généralement silencieux
difficile à activer

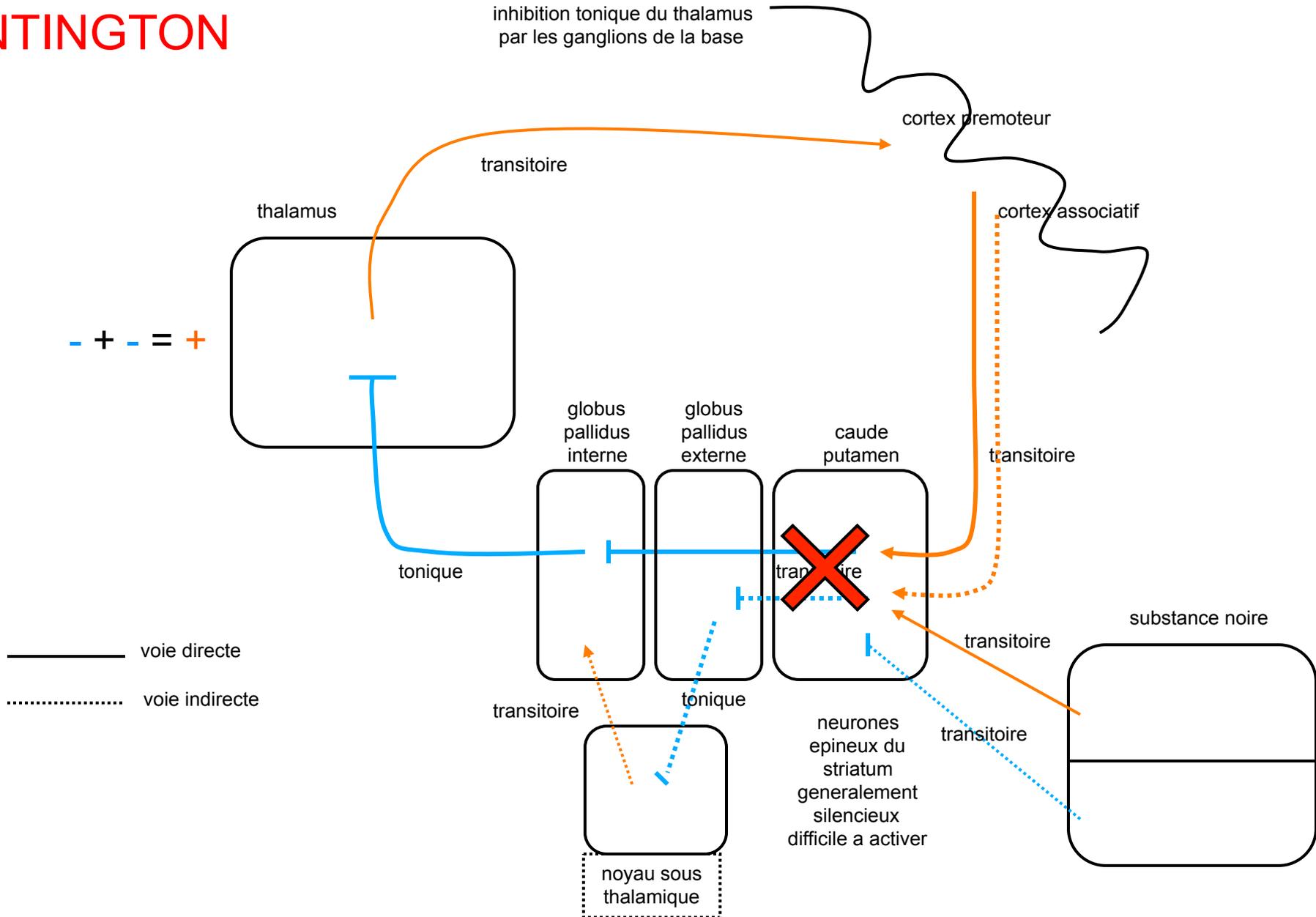
Organisation des connexions dans les ganglions de la base



Organisation complexe où la transformation des informations circulantes est difficile à prévoir!

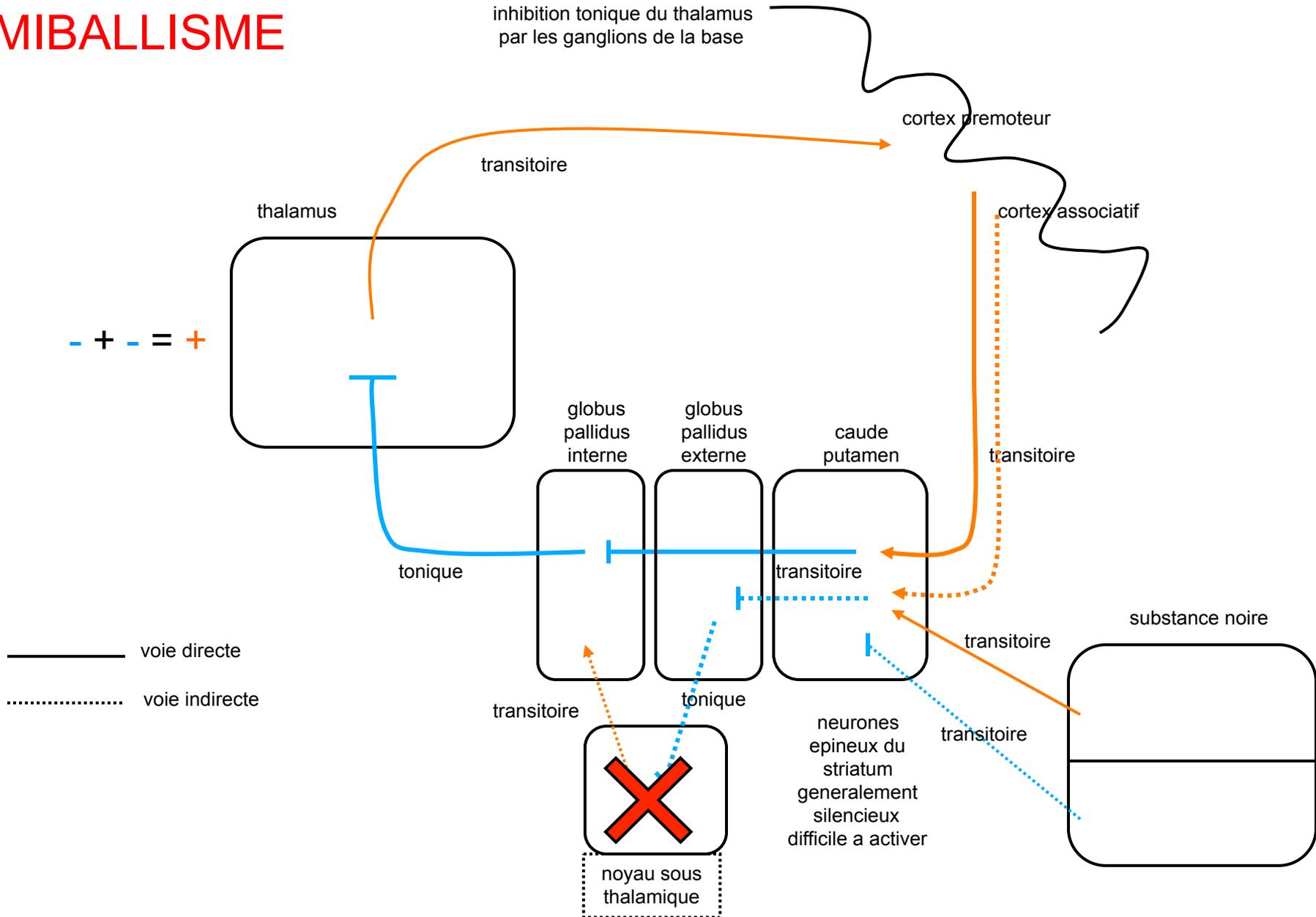
HUNTINGTON

boucle cortico-striatale directe et indirecte



HEMIBALLISME

boucle cortico-striatale directe et indirecte



ANATOMIE FONCTIONNELLE DE LA MOTRICITE DIRIGEE

1. COMMANDE D'UN PROGRAMME MOTEUR

CORTEX

2. SYSTÈME DE REGULATION/SELECTION DE L'ACTIVITE

GANGLIONS DE LA BASE

3. SYSTÈME DE COORDINATION ET DE CORRECTION

CERVELET

4. SYSTÈME DE CABLAGE

SUBSTANCE BLANCHE

5. SYSTÈME D'EXECUTION

MOELLE EPINIÈRE / MUSCLE

Syndrômes cérébelleux moteurs

Ataxie : incoordination, cause de chute

Hypermétrie/Hypométrie : anomalie dans l'amplitude des mouvements

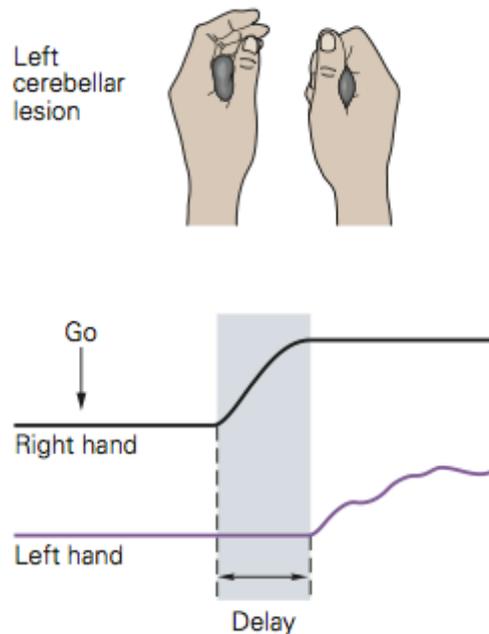
Asynergie : perte de l'enchaînement harmonieux et fluide des mouvements

Adiadococinésie : incapacité à alterner les mouvements rapides

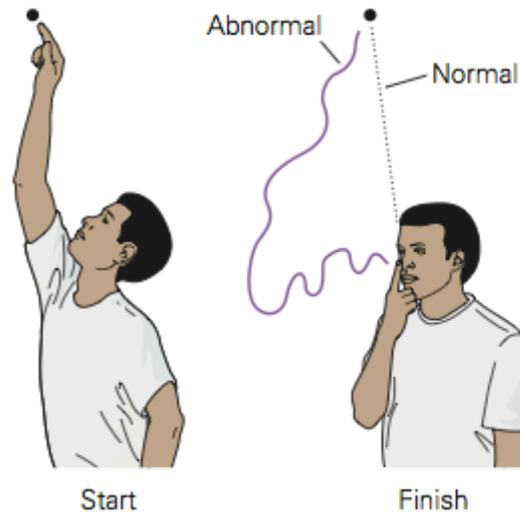
Dyschronométrie : délai à l'initiation des mouvements

Tremblements en fin de mouvement

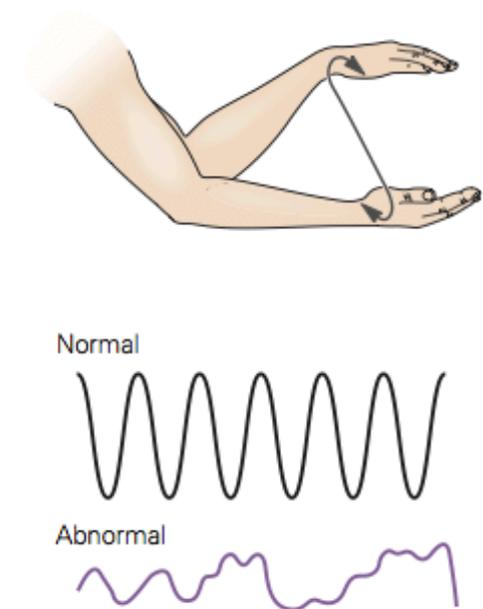
A Delayed movement



B Range of movement errors



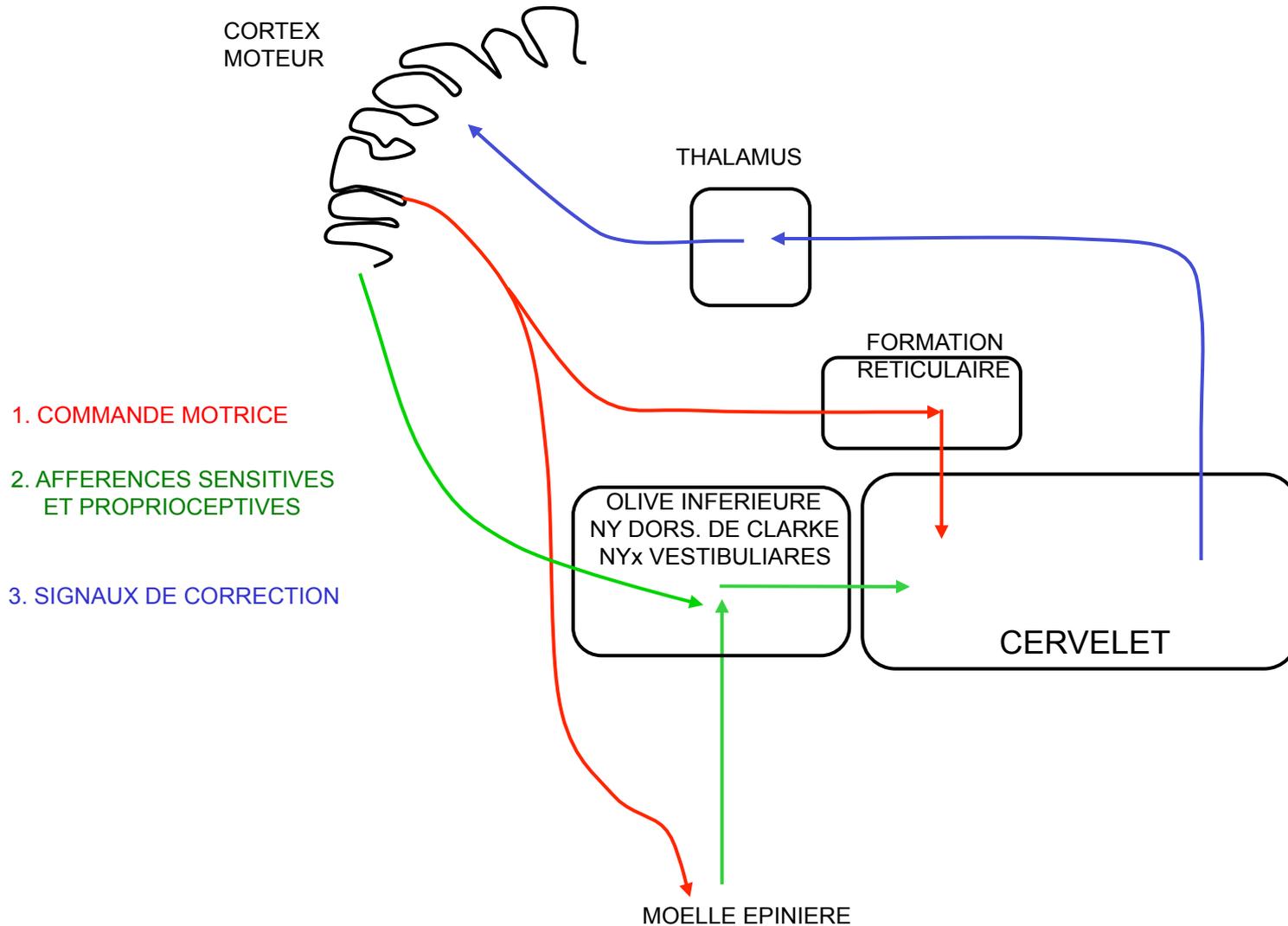
C Patterned movement errors

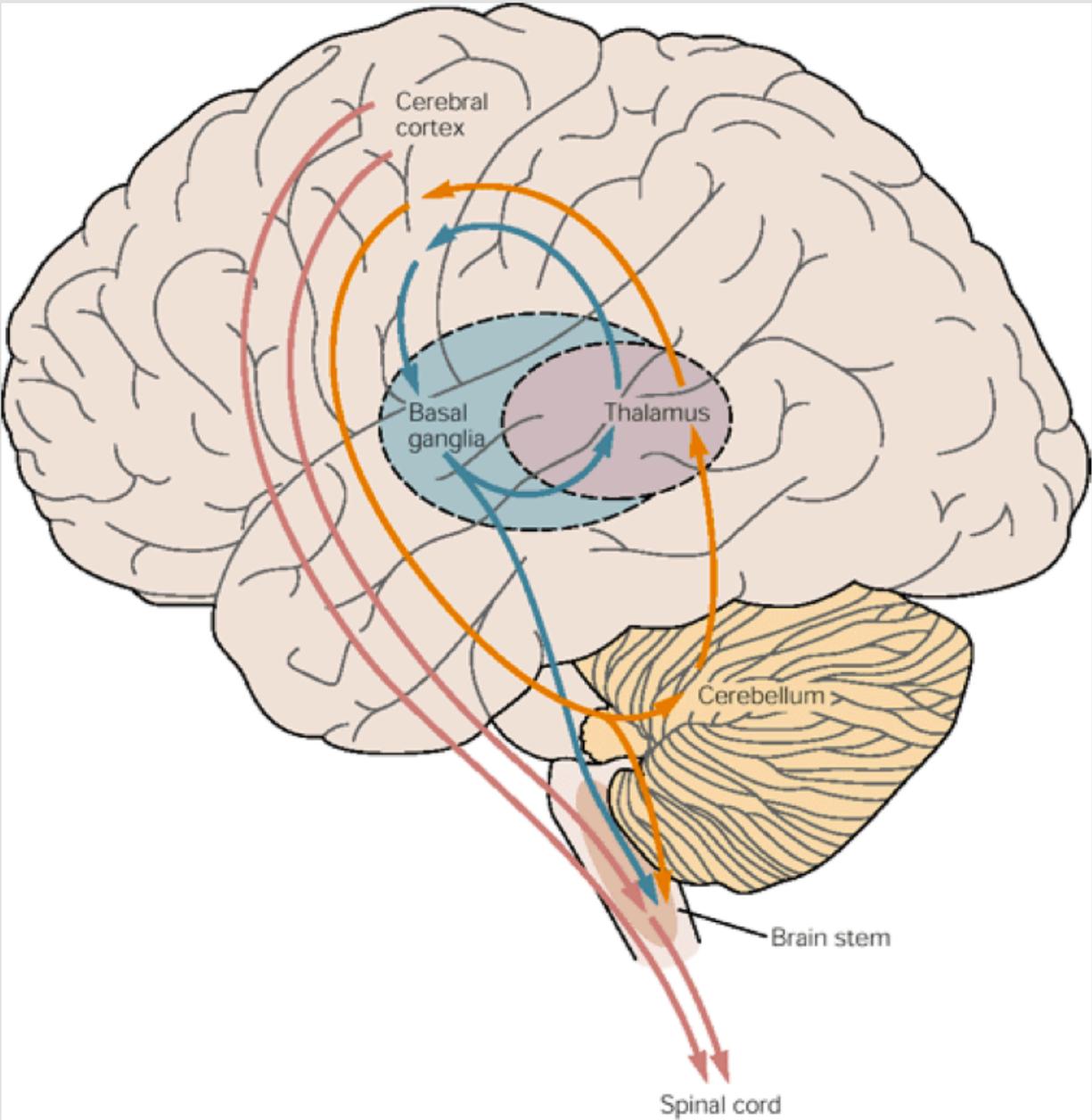


LE CONTROLE DE LA COORDINATION DES MOUVEMENTS EST REALISE PAR LE CERVELET.

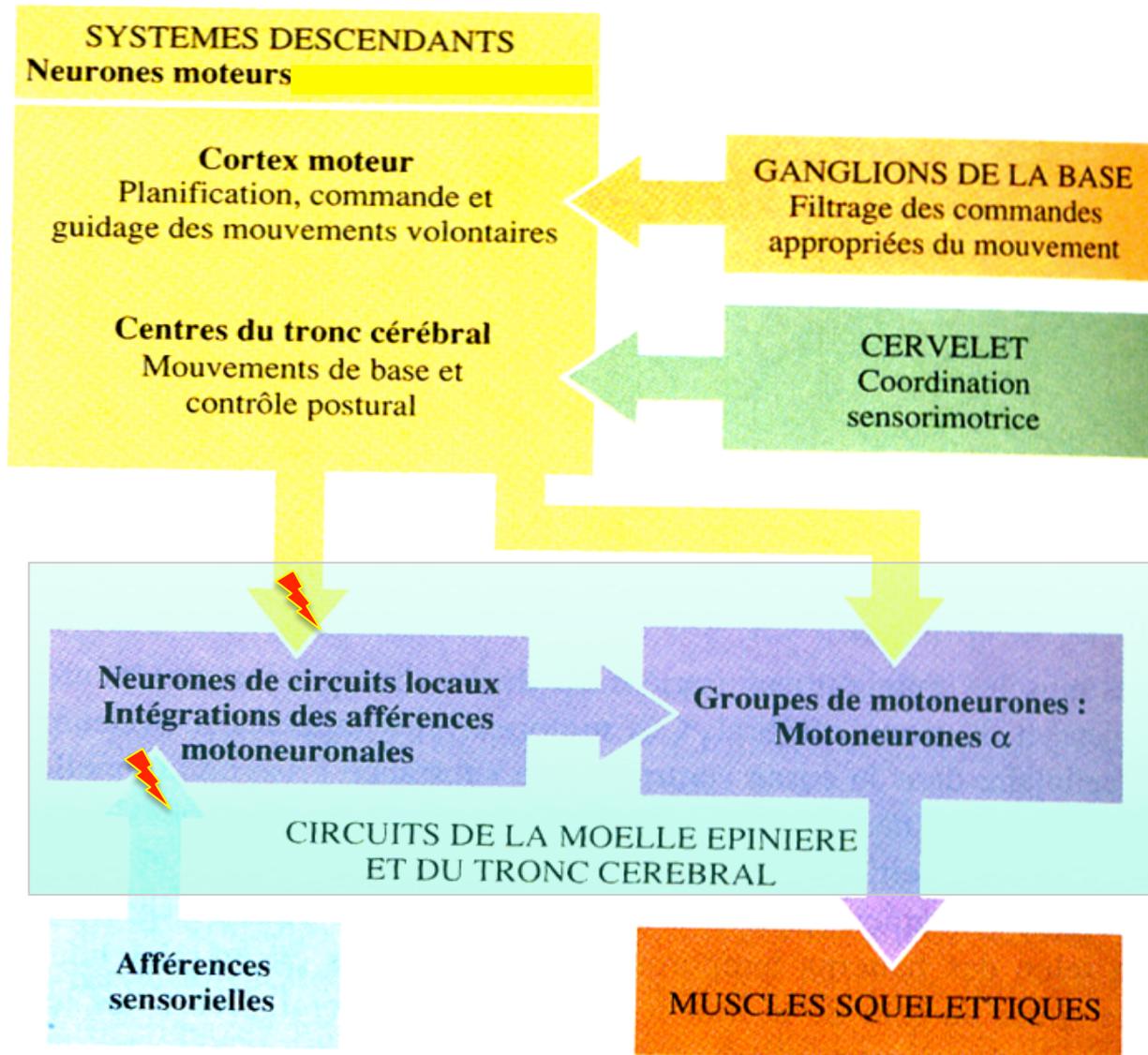
LES CIRCUITS NEURONAUX DU CERVELET PERMETTENT DE COMPARER
LE PROGRAMME MOTEUR A REALISER AVEC LA REALISATION EN COURS.

LES ERREURS D'EXECUTION SONT RENVOYEEES AU CORTEX POUR AJUSTER LE GESTE





Organisation du système nerveux central pour le contrôle du mouvement



4. Anatomie des circuits de la somesthésie

5. Anatomie de la motricité

5.1 Motricité réflexe

5.2 Motricité dirigée

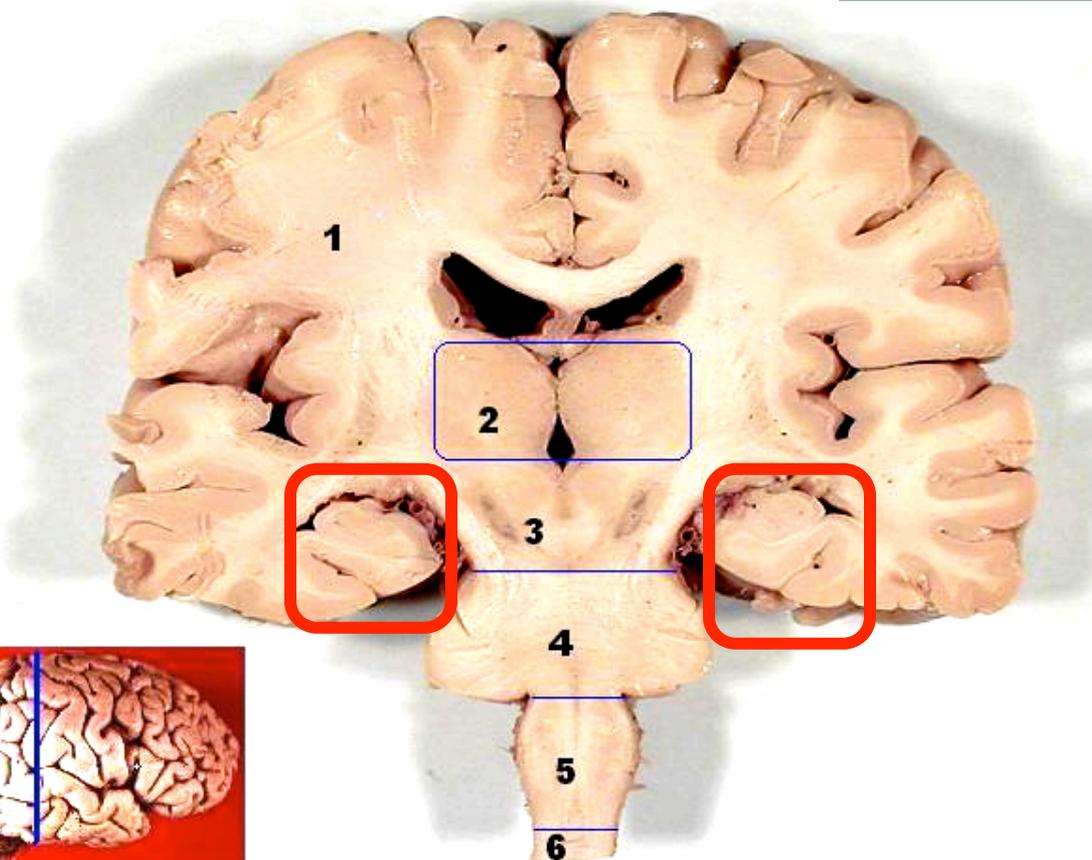
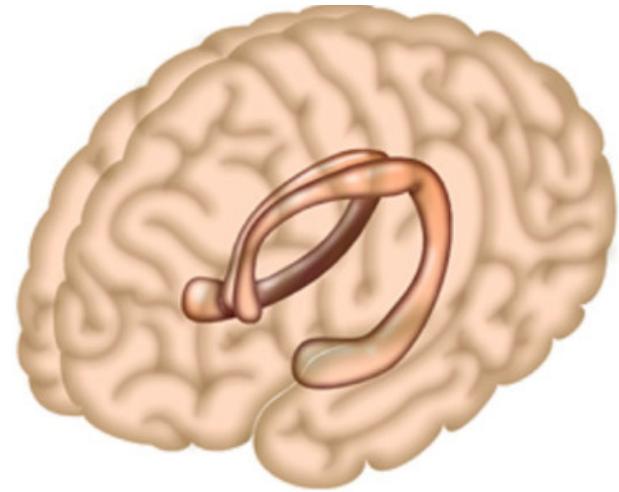
6. L'hippocampe et la mémoire

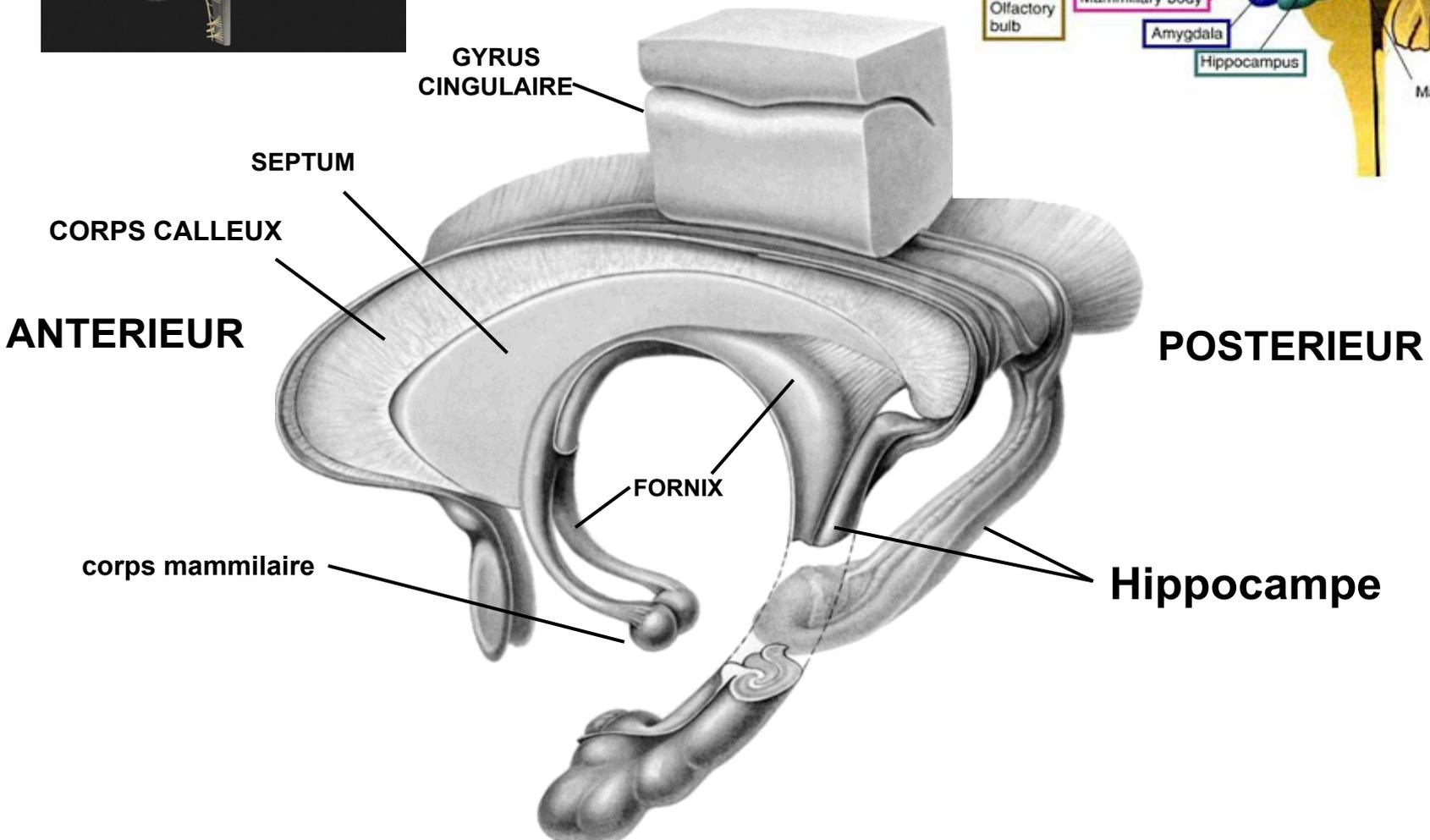
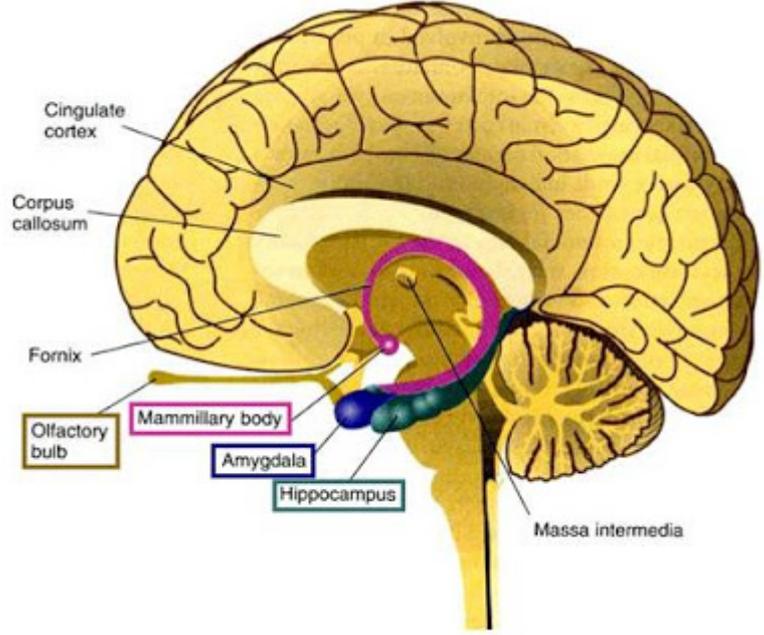
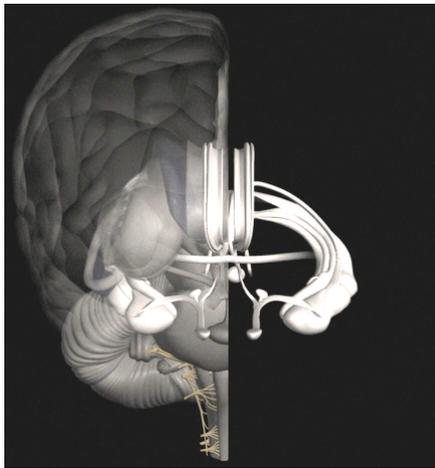
7. Les émotions : le système limbique

8. L'axe hypothalamo-hypophysaire

L'HIPPOCAMPE

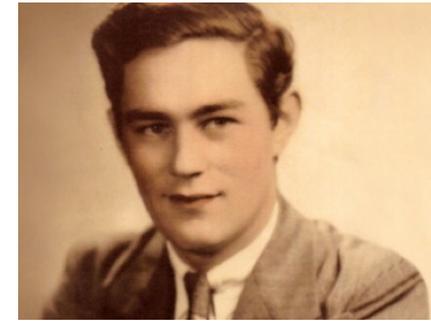
(chez l'Homme)





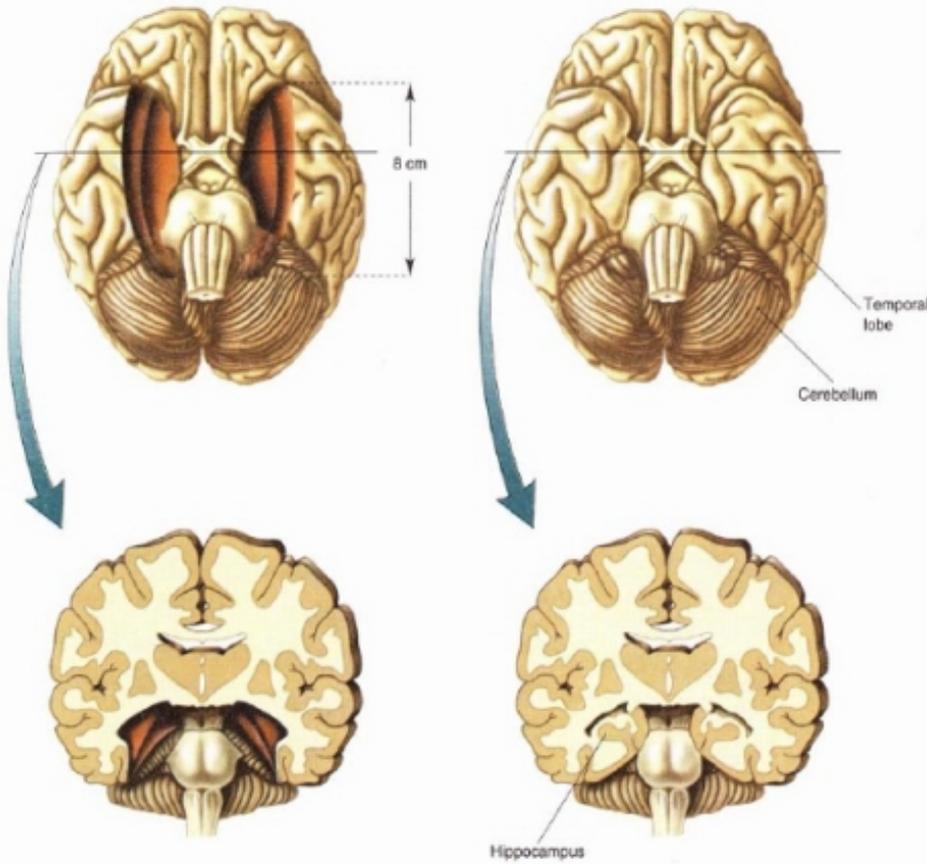
Brenda Milner

Patient H.M.



HM

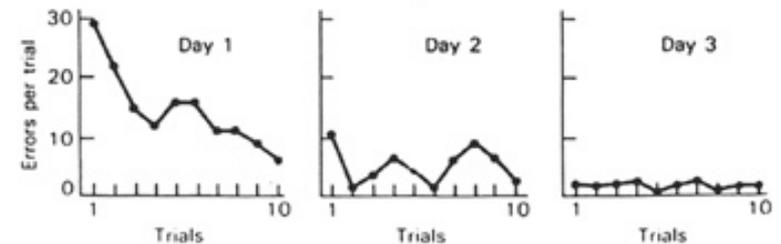
Normal Brain



(a) Mirror-tracing task

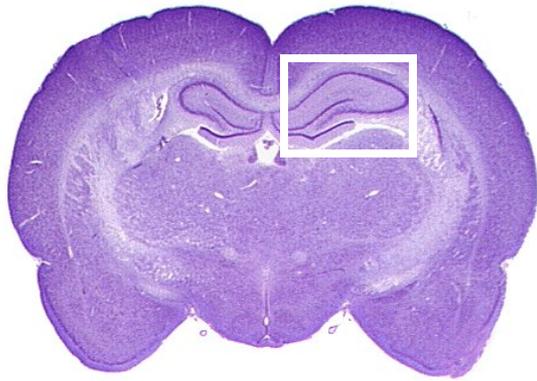


(b) Performance of H. M. on mirror-tracing task

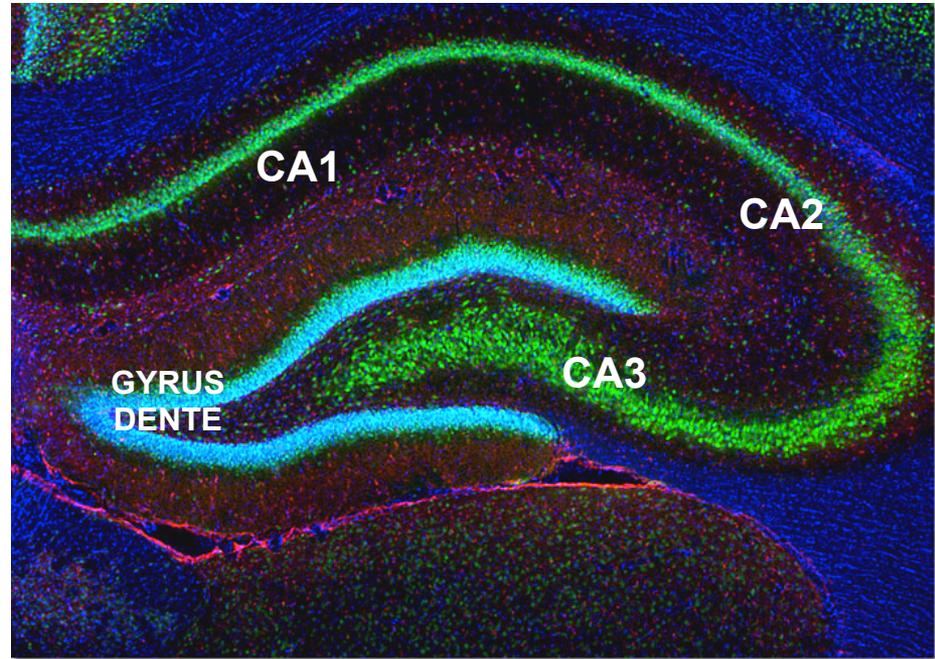


MEMOIRE PROCEDURALE RETROGRADE : OK
 MEMOIRE PROCEDURALE ANTEROGRADE : OK
 MEMOIRE DECLARATIVE ANTEROGRADE : **PERDUE**
 MEMOIRE DECLARATIVE RETROGRADE : 11 ans

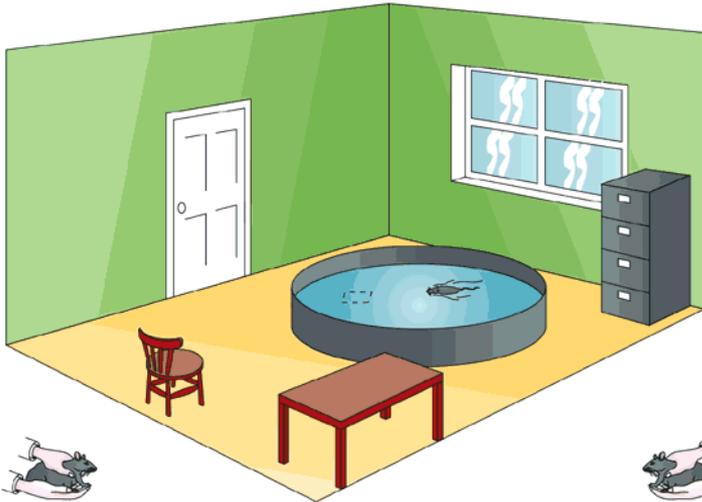
L'hippocampe du rongeur : la structure la plus étudiée en neuroscience



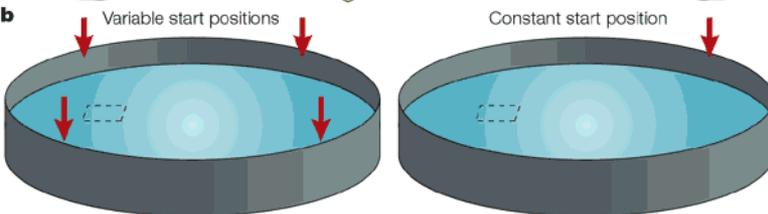
COUPE FRONTAL
CERVEAU DE RAT



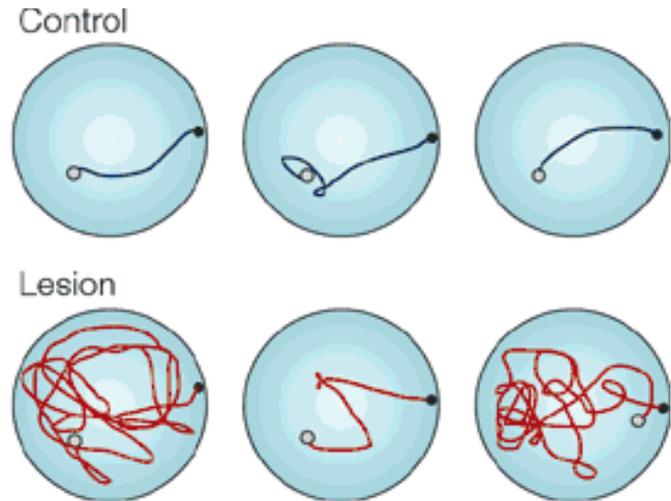
a



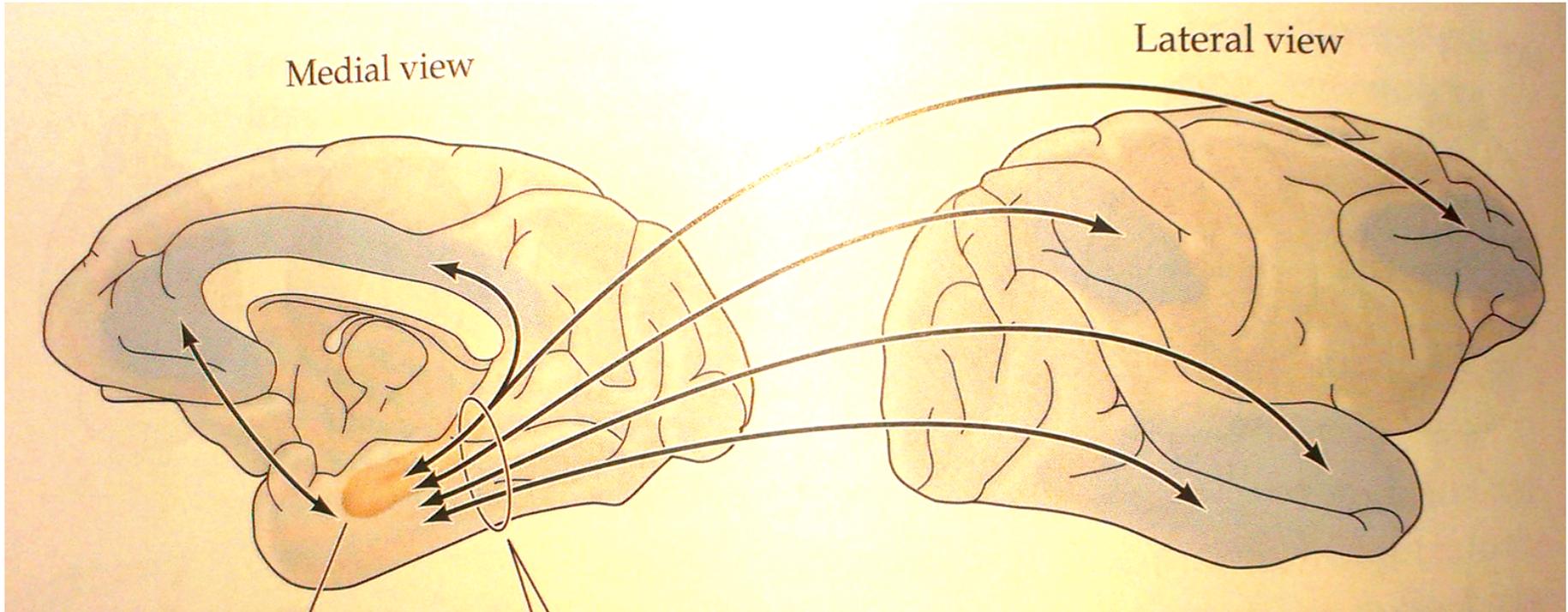
b



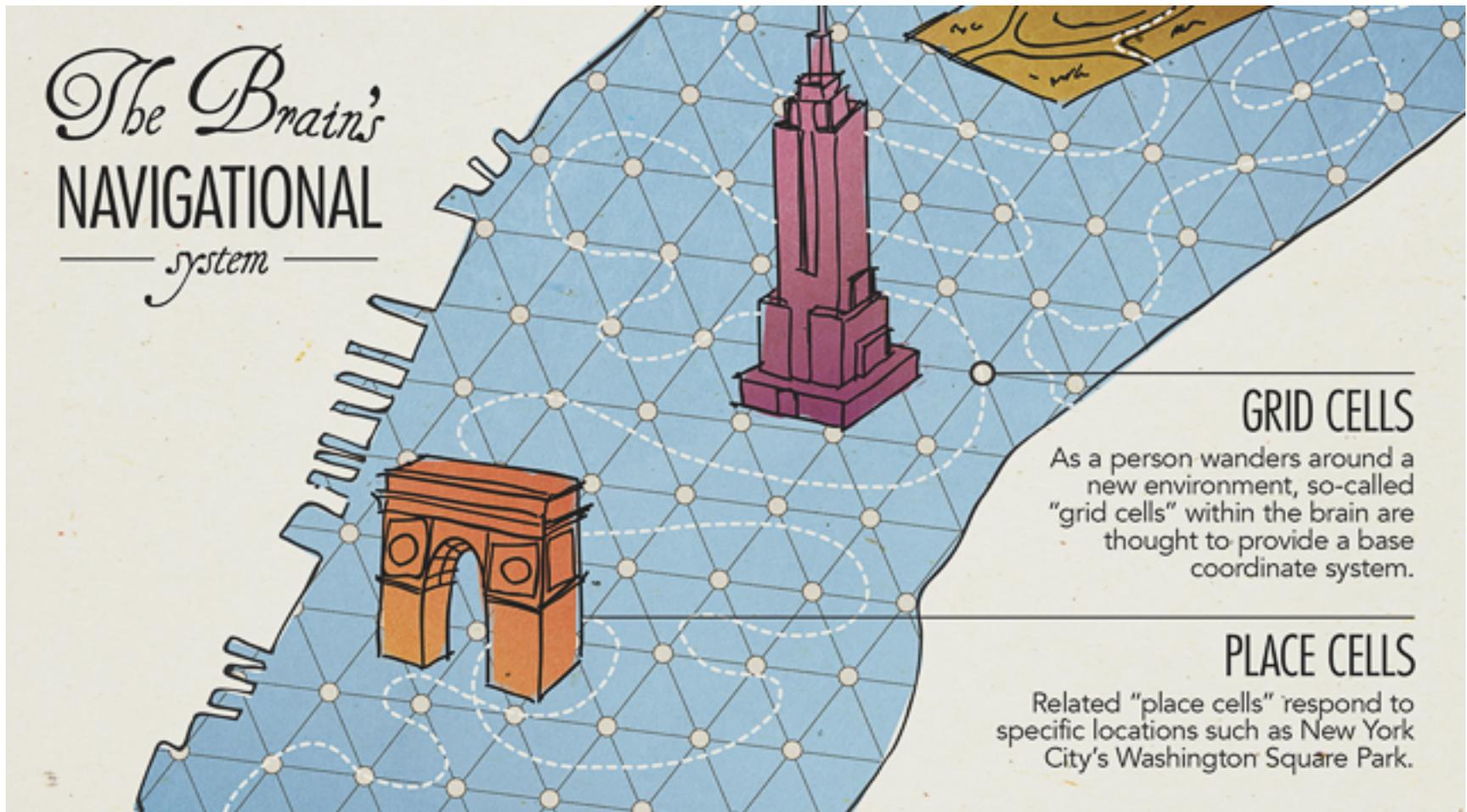
c



DIALOGUE HIPPOCAMPE / CORTEX



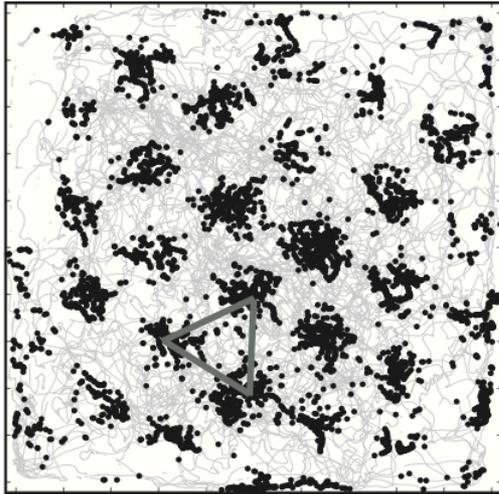
*L'hippocampe permet aussi de se repérer dans l'espace,
et d'établir une cartographie de notre environnement*



HIPPOCAMPE : Cellules de lieu (*place cells*) déchargent en une position
CORTEX ENTORHINAL : Cellules de grille (*grid cells*) déchargent à plusieurs positions
qui collectivement forme un cadrillage de l'espace.

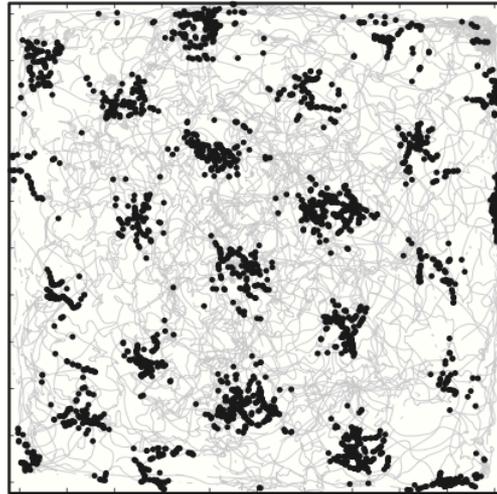
Exemple des cellules de grille

tracé gris : cheminement de l'animal dans une boîte de 2,2 m
points noirs : décharge d'un neurone (cellule de grille) de l'hippocampe pendant ce cheminement.



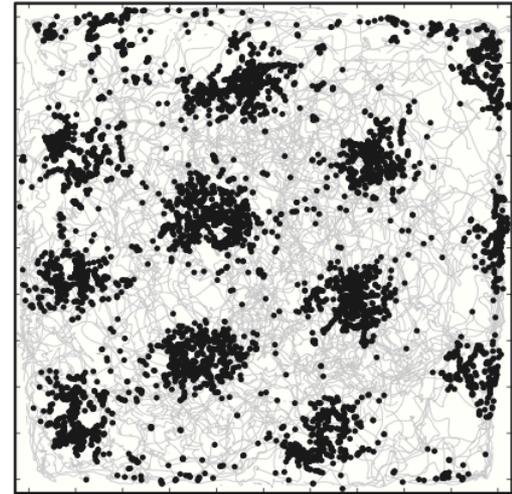
Neurone 1

“petit cadrillage de l'espace”



Neurone 2

“grand cadrillage de l'espace”



Neurone 3

“large cadrillage de l'espace”

Chaque cellule de grille (Neurone 1 à 3) est active pour une position particulière du corps dans l'environnement. Se souvenir d'un trajet ou de l'emplacement d'un objet c'est réactiver l'ensemble des cellules de lieu correspondant à ce trajet ou à cet emplacement.

Figure 2. Grid cells in entorhinal cortex of the rat brain. Three grid cells are shown. Left: cell with short spatial wavelength; right, cell with long spatial wavelength. Each panel shows the trajectory of a foraging rat in a 2.2 m wide square enclosure (gray) with the spike locations of one cell superimposed on the track (black). Each black dot corresponds to one spike. Modified from Stensola et al. (2012).

Cellules de lieu dans l'hippocampe (Prix Nobel 2014)

The image shows a screenshot of a TED talk video player. At the top, the TED logo is followed by the tagline "Ideas worth spreading". Navigation links for "WATCH", "DISCOVER", and "ATTEND" are visible. The video frame shows Neil Burgess, a man in a dark polo shirt, speaking on a stage with a red background and two large, glowing, flame-like patterns. On the right side of the video frame, there are interactive icons: a share icon, an "Add to list" icon, a "Like" icon, and a "Rate" icon. Below the video frame, the text "Neil Burgess at TEDSalon London Spring 2011" is displayed, followed by the title "How your brain tells you where you are" in large white letters. A play button icon is highlighted with a blue box. The video progress bar shows a duration of 8:50. Below the video player, there are three tabs: "Details" (selected), "Transcript" (34 languages), and "Comments" (Join the conversation). The description text reads: "How do you remember where you parked your car? How do you know if you're moving in the right direction? Neuroscientist Neil Burgess studies the neural mechanisms that map the space around us, and how they link to memory and imagination." To the right of the description, the view count is "1,229,049 views".

Neil Burgess at TEDSalon London Spring 2011

How your brain tells you where you are

8:50

Details **Transcript** **Comments**

About the talk 34 languages Join the conversation

How do you remember where you parked your car? How do you know if you're moving in the right direction? Neuroscientist Neil Burgess studies the neural mechanisms that map the space around us, and how they link to memory and imagination.

1,229,049 views

https://www.ted.com/talks/neil_burgess_how_your_brain_tells_you_where_you_are#t-519231

4. Anatomie des circuits de la somesthésie

5. Anatomie de la motricité

5.1 Motricité réflexe

5.2 Motricité dirigée

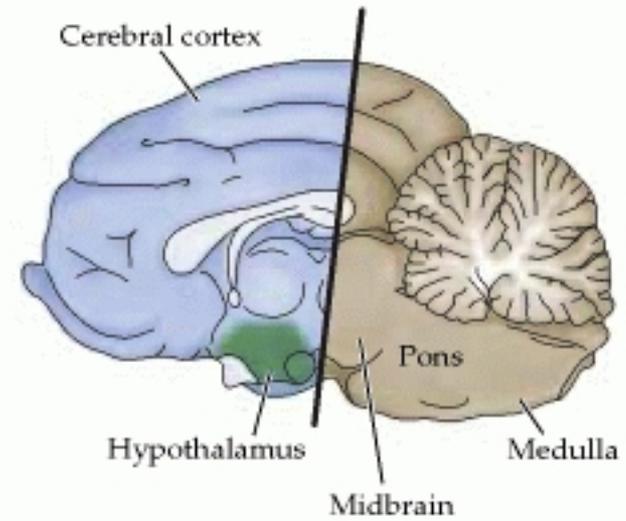
6. L'hippocampe et la mémoire

7. Les émotions : le système limbique

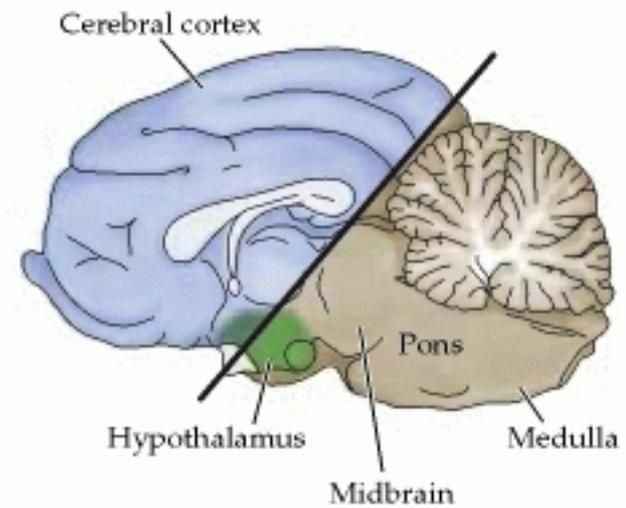
8. L'axe hypothalamo-hypophysaire

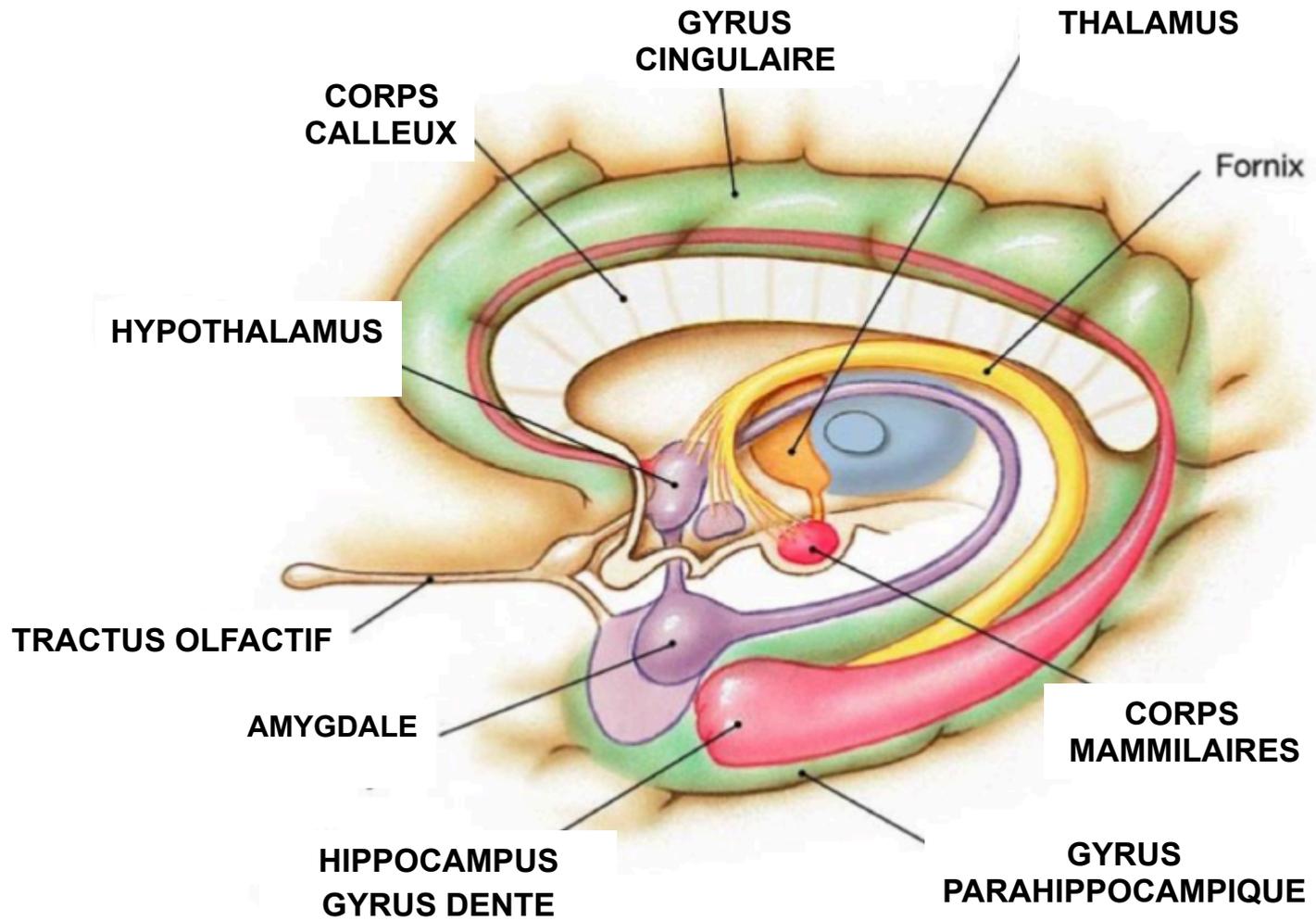


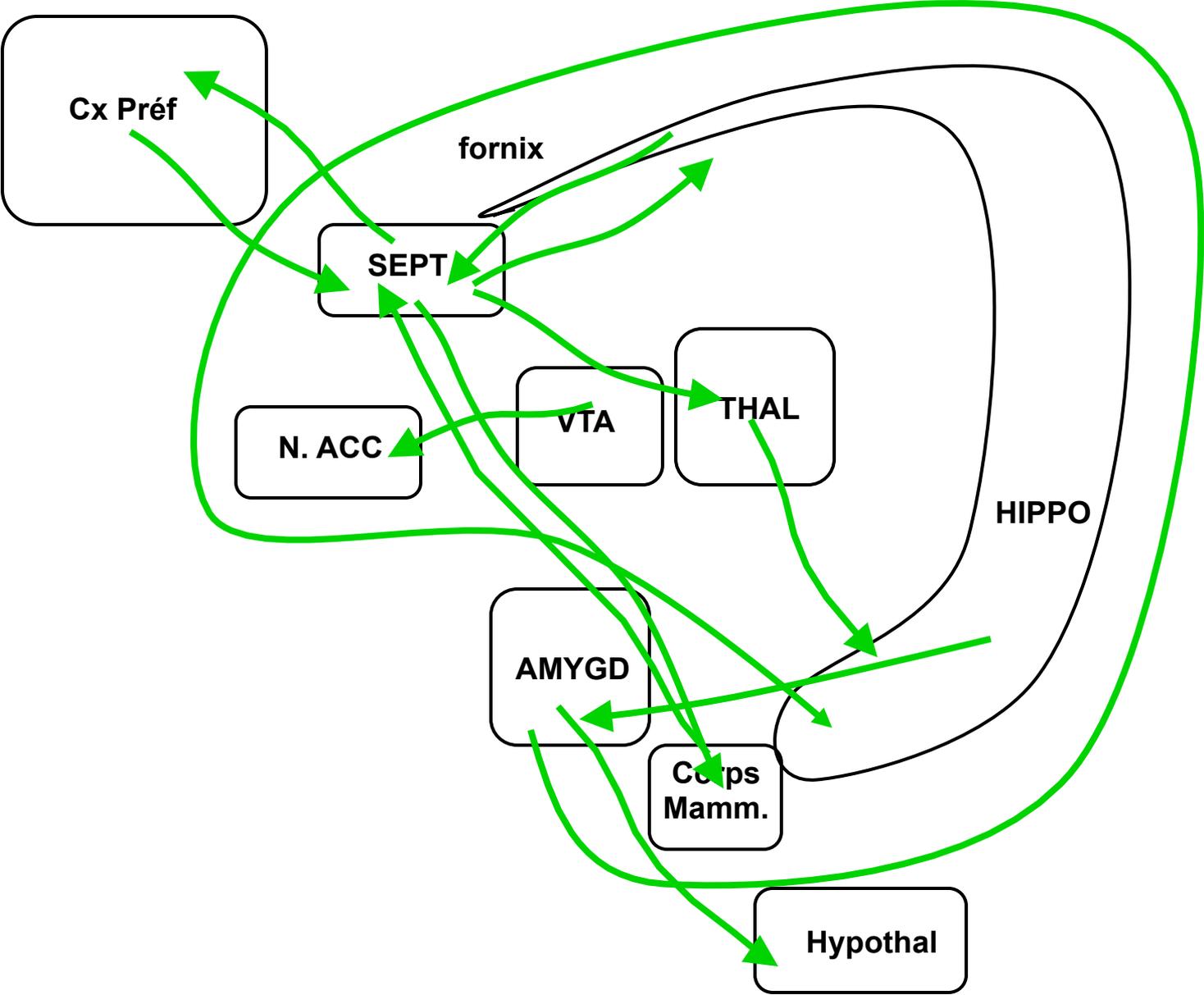
(A) No "sham rage"



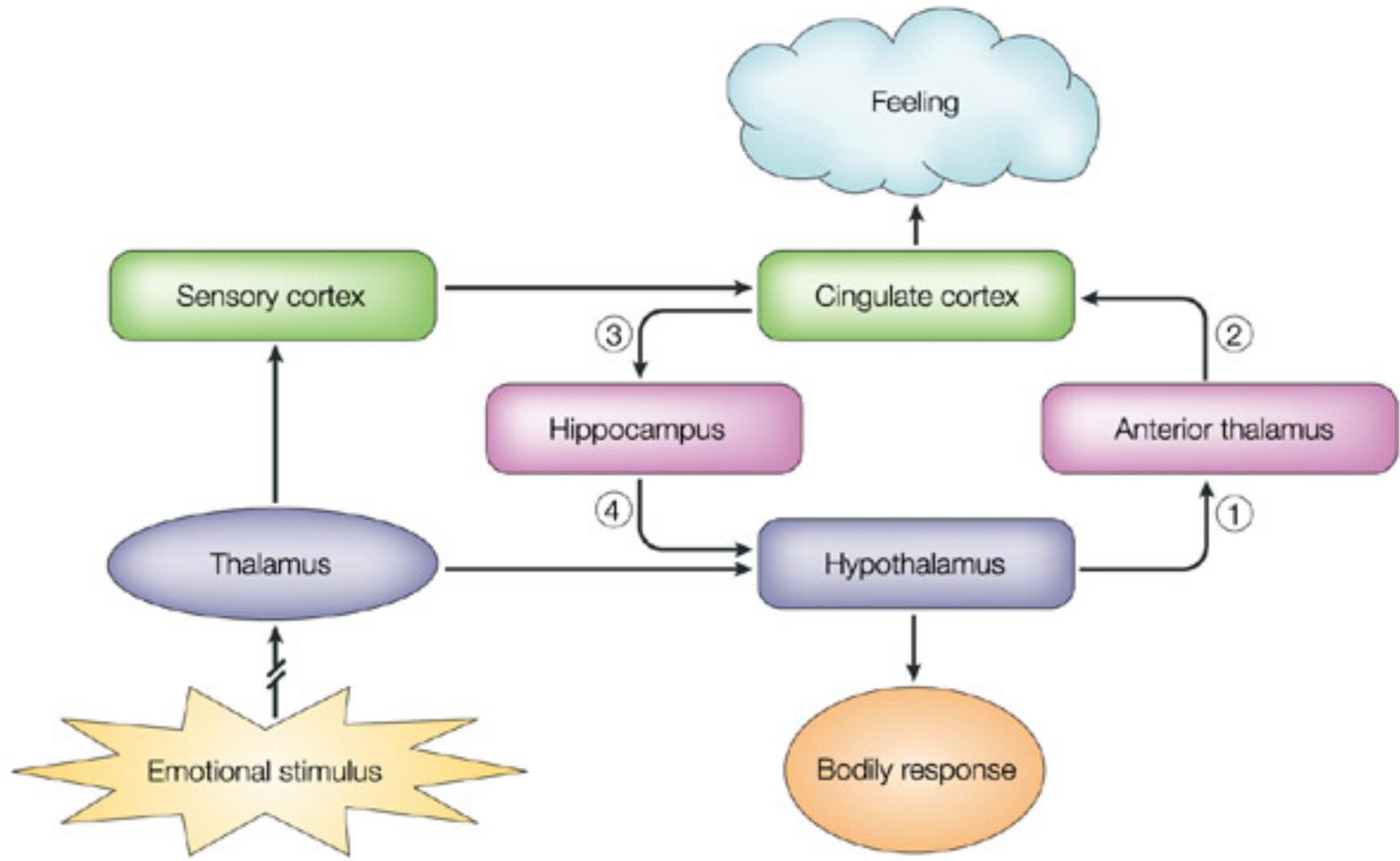
(B) "Sham rage" remains







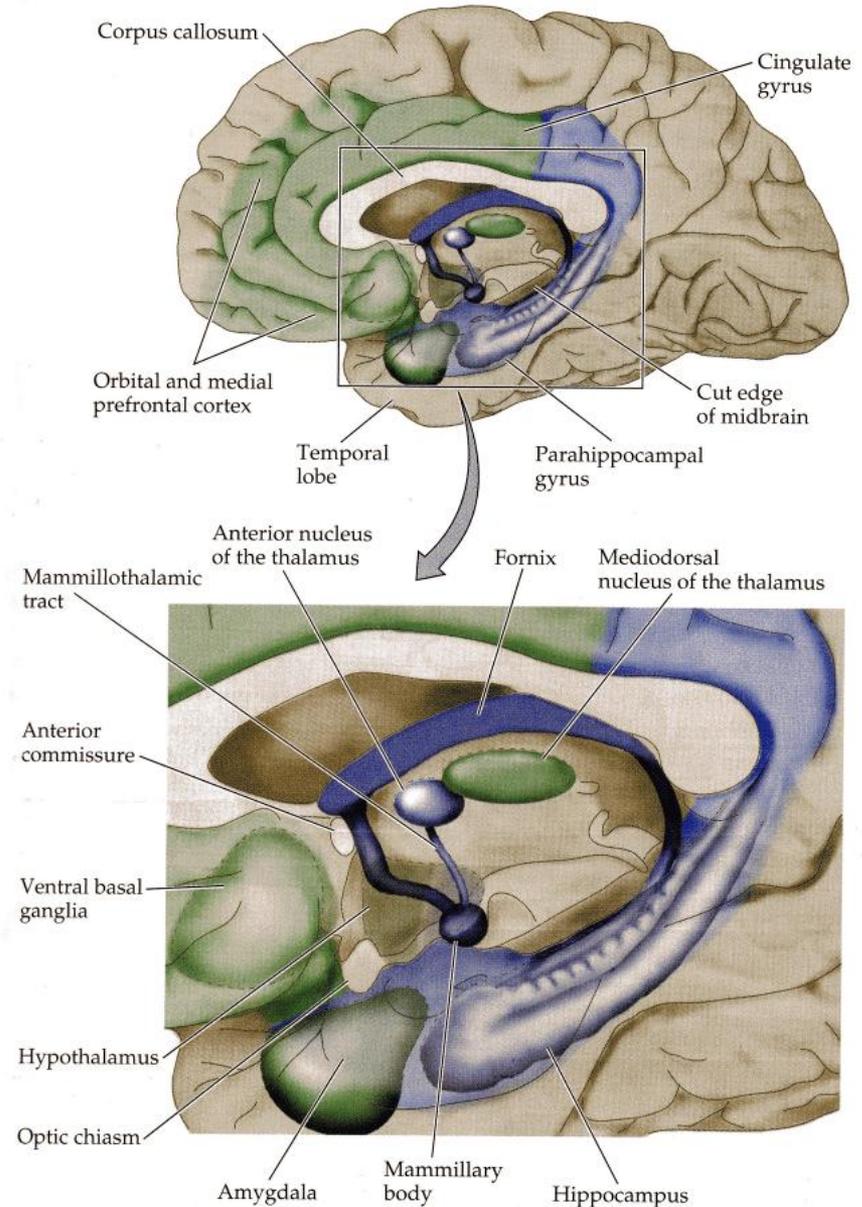
Le système Limbique d'après Papez



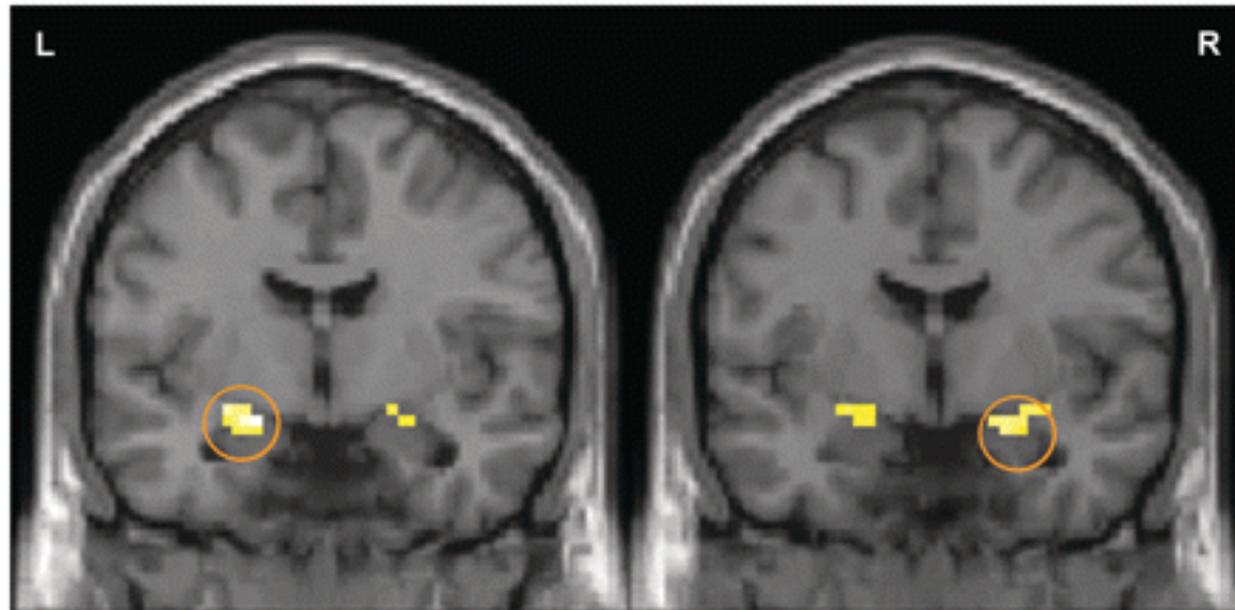
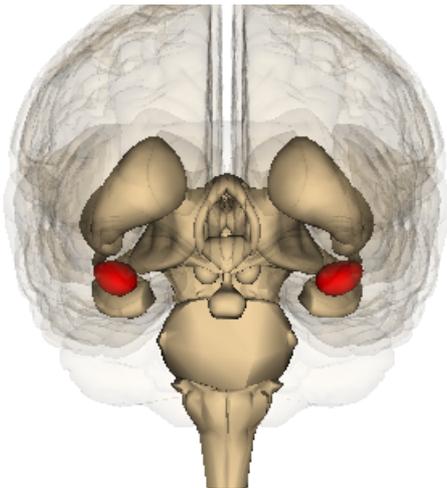
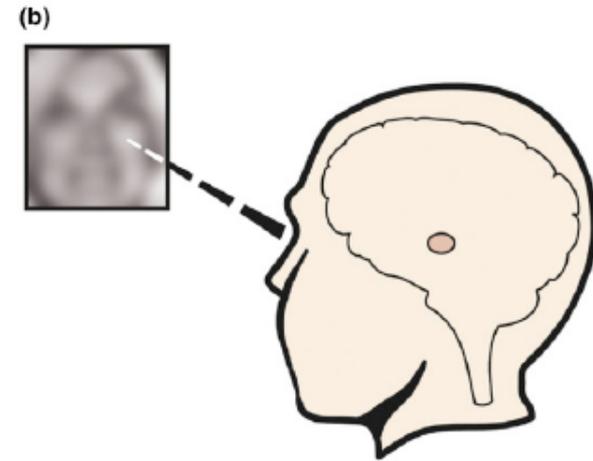
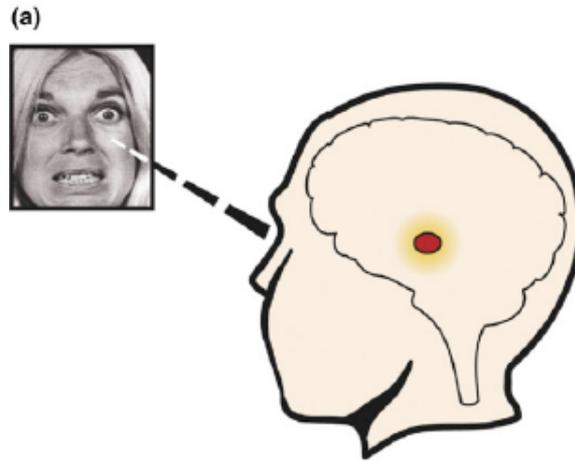
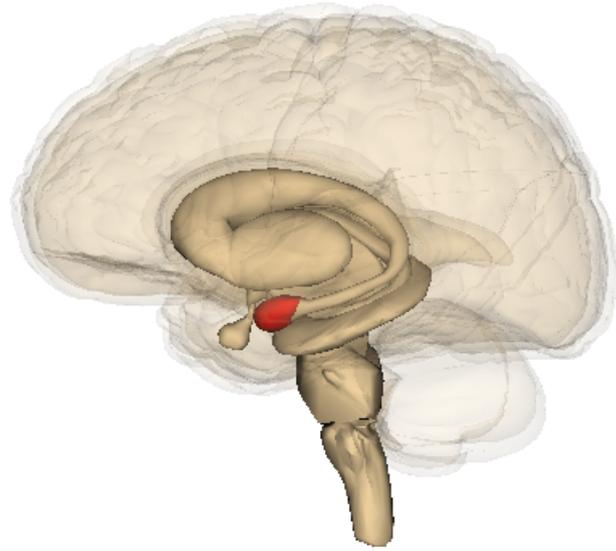
Le système Limbique aujourd'hui

Neuroanatomie contemporaine du système Limbique (**en vert**) :
Impliqué dans l'expression
et l'expérience des émotions.
module l'activité de l'hypothalamus.

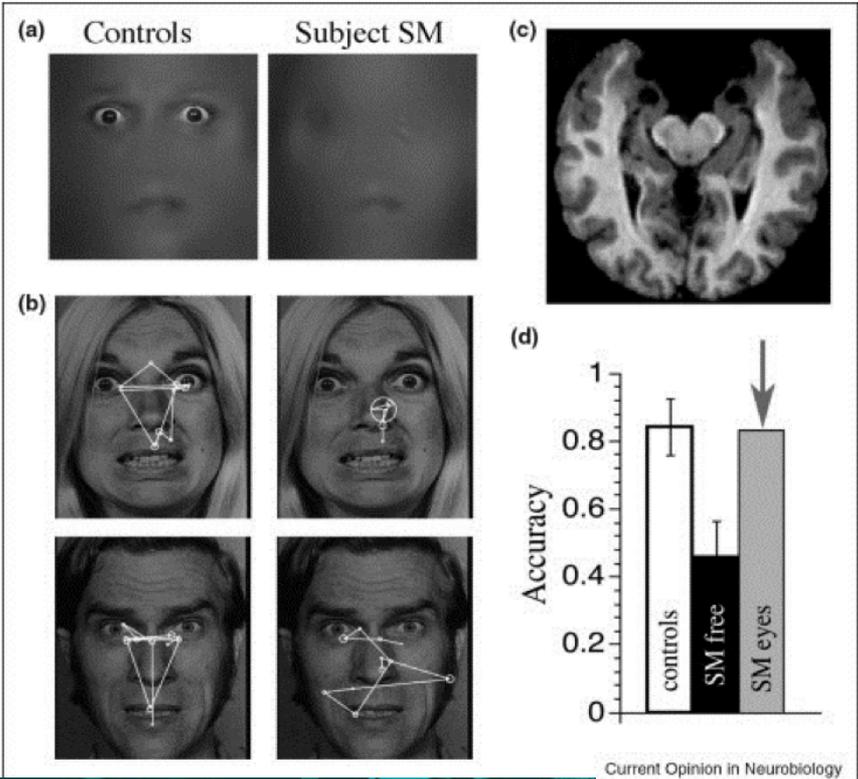
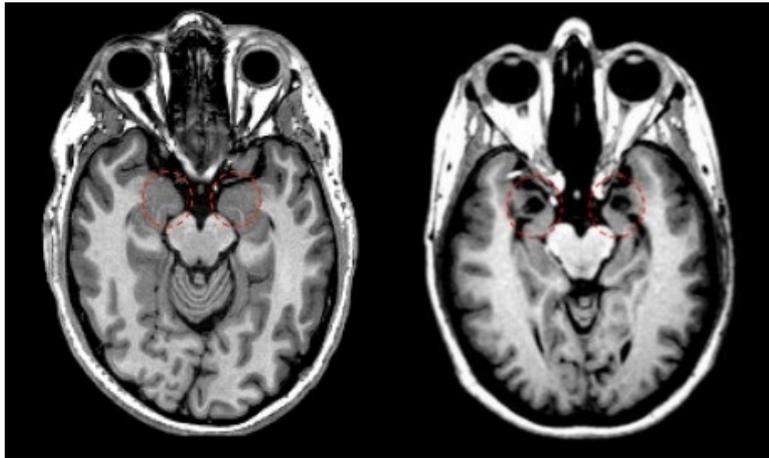
En **bleu**, les structures impliquées dans le circuit de Papez, mais qui ne sont plus considérées aujourd'hui comme des acteurs de premier plan du système limbique.



L'amygdale : structure impliquée dans l'évaluation
du caractère menaçant d'une expérience
et l'expression d'un sentiment de « peur »



Patiente S.M. atteinte
d'une maladie génétique
très rare entraînant
la perte sélective
des amygdales



nature
neuroscience

Fear and panic in humans with bilateral amygdala damage

Justin S Feinstein, Colin Buzza, Rene Hurlmann, Robin L Follmer, Nader S Dahdaleh,
William H Coryell, Michael J Welsh, Daniel Tranel & John A Wemmie

[Affiliations](#) | [Contributions](#) | [Corresponding authors](#)

Nature Neuroscience 16, 270–272 (2013) | doi:10.1038/nn.3323

Received 25 October 2012 | Accepted 04 January 2013 | Published online 03 February 2013

4. Anatomie des circuits de la somesthésie

5. Anatomie de la motricité

5.1 Motricité réflexe

5.2 Motricité dirigée

6. L'hippocampe et la mémoire

7. Les émotions : le système limbique

8. L'axe hypothalamo-hypophysaire

