

# **TRAVAUX PRATIQUES 2**

## Neuroanatomie Microscopique et Macroscopique

### **TP°2: Anatomie externe et interne des hémisphères cérébraux**

#### **1. Introduction : notions sur l'organisation du cerveau antérieur**

1. Organisation du cerveau antérieur
2. Les grandes voies de la sensibilité somatosensorielle
3. Structures corticales et sous-corticales impliquées dans la motricité et voies motrices
4. Les principales aires corticales fonctionnelles

#### **2. Protocole du TP :**

##### **A) Anatomie de surface des hémisphères cérébraux :**

- 1) Face dorsolatérale de l'hémisphère
- 2) Face médiale de l'hémisphère
- 3) Face ventrale de l'hémisphère

##### **B) Configuration interne des hémisphères cérébraux**

- 1) Étudiez les coupes horizontales
- 2) Étudiez les coupes coronales

# 1. Introduction : notions sur l'organisation du cerveau antérieur

1. Organisation du cerveau antérieur : diencephale (impair et médian) et télencéphale (les deux hémisphères cérébraux)

## Diencephale :

### Substance grise :

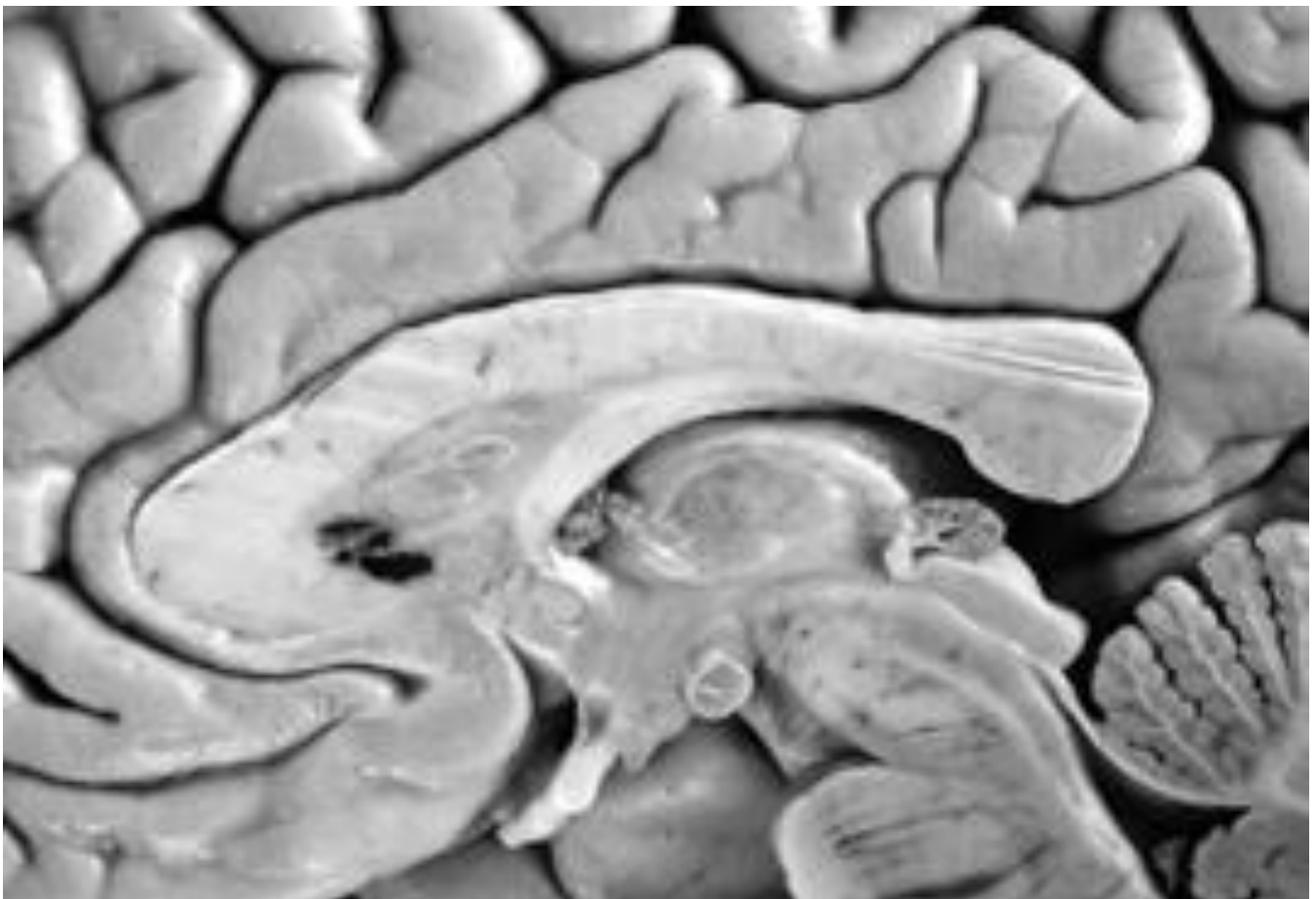
- Deux thalamus (ensemble de noyaux thalamiques, pas de connections entre les deux thalamus)
- Hypothalamus
- Épithalamus (habenula, épiphyse=glande pinéale)
- Subthalamus (noyau sous-thalamique surtout)

### Substance blanche :

- Tractus optique
- Commissure postérieure

Notez la présence de la capsule interne autour du thalamus !

## Troisième Ventricule



**Sur cette image :**

Quelles sont les limites du 3<sup>ième</sup> ventricule ?

Pouvez-vous retrouver les structures suivantes ?

Thalamus, hypothalamus, glande pinéale, Corpus callosum, Septum pellucidum, Fornix, Foramen de Monroe, commissure antérieure et postérieure, nerf optique, Infundibulum (coupé), corps mamillaires, gyrus cingulaire, 3<sup>ième</sup> ventricule, aqueduc de Sylvius, 4<sup>ième</sup> ventricule

## Téleencéphale

### Substance grise :

#### Cortex

- o Néocortex (6 couches corticales)
- o Paléocortex (cortex primitif, 4 à 5 couches, p. ex. cortex entorhinal)
- o Archicortex (cortex le plus primitif, 3 ou 4 couches ; hippocampe)

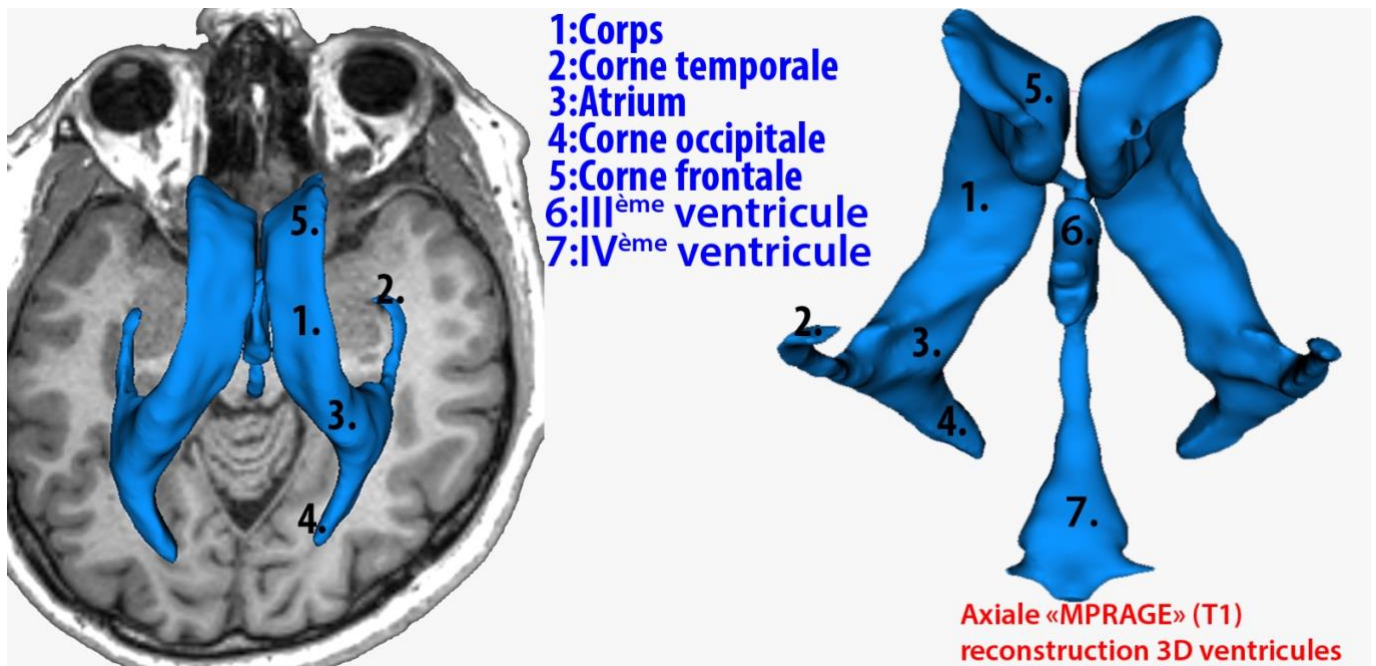
#### Matière grise sous corticale

- o Striatum
- o Pallidum
- o Claustrum
- o Amygdale
- o Autres (noyaux septaux...)

### Substance blanche :

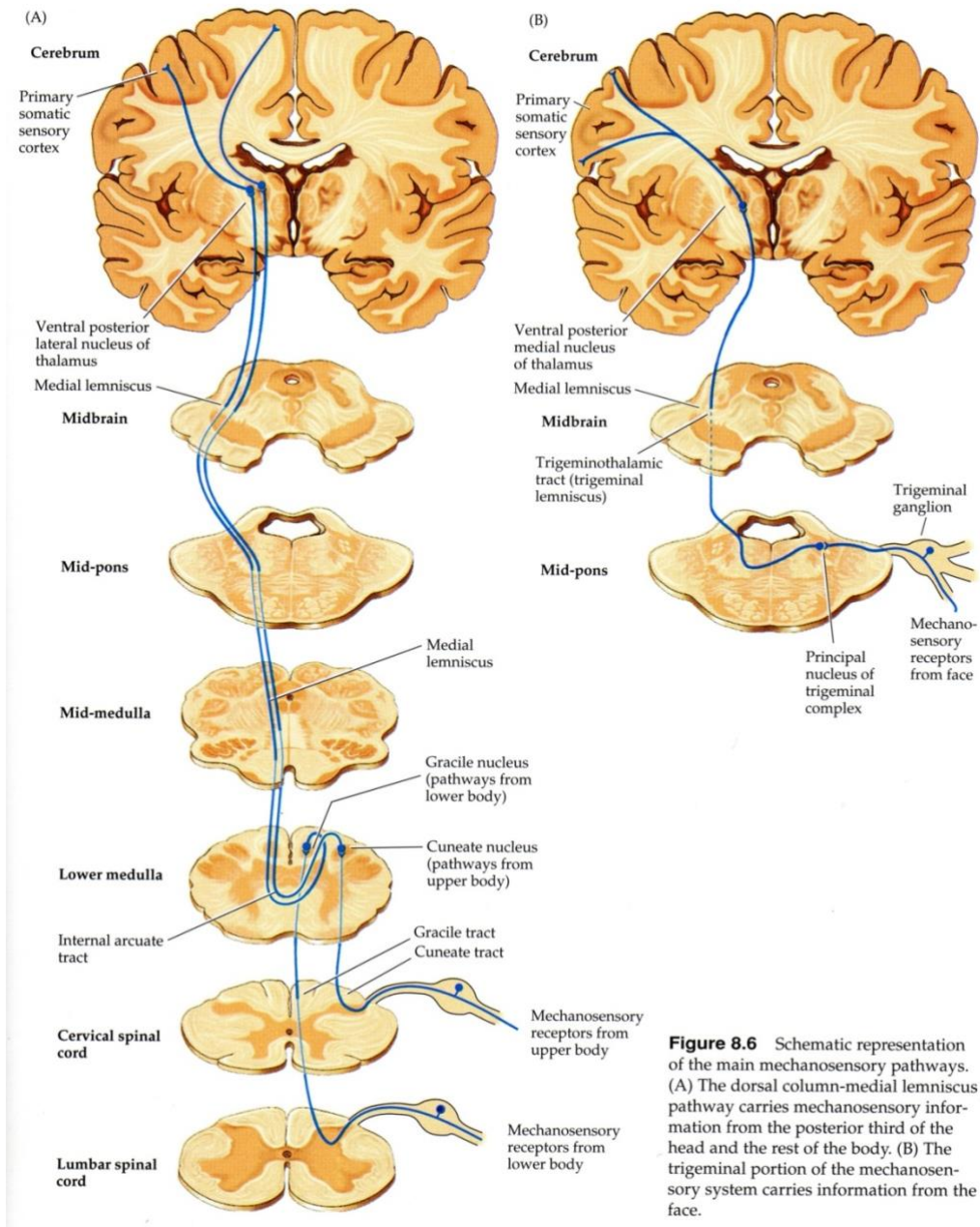
- Fibres commissurales (corps calleux, commissure antérieure)
- Fibres associatives (p. ex. cingulum)
- Fibres de projection (p. ex. tractus cortico-spinal voyageant dans la capsule interne)

### Ventricules latéraux



## 2. Les grandes voies de la sensibilité somatosensorielle

Voie de la sensibilité tactile et proprioceptive = Voie des colonnes dorsales



Synapses :

Corps → noyaux des colonnes dorsales (graciles et cunéiforme), VPL, S1

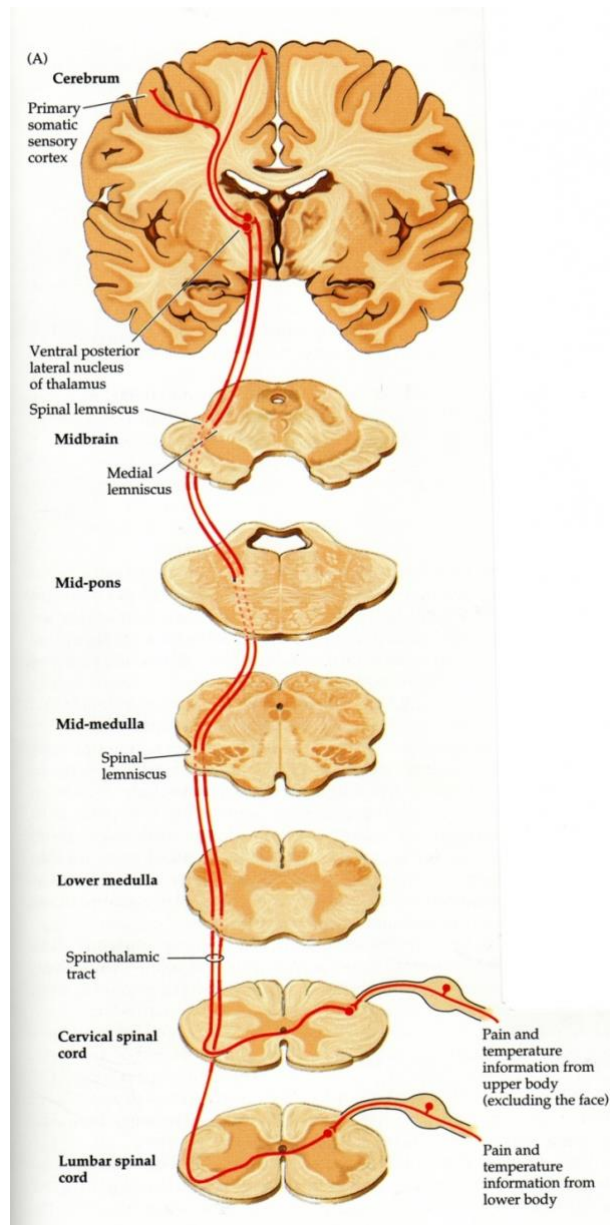
Tête → noyau trigéminal principal, VPM, S1

Tractus :

Corps : colonnes dorsales, lemnisque médian, neurones thalamo-corticaux

Tête : lemnisque trigéminal, neurones thalamo-corticaux

## Voie de la sensibilité thermo-algésique = Voie antéro-latérale ou spino-thalamique



Synapses :

Corps → corne dorsale de la moelle épinière, VPL, S1

Tête → noyau trigéminé spinal, VPM, S1

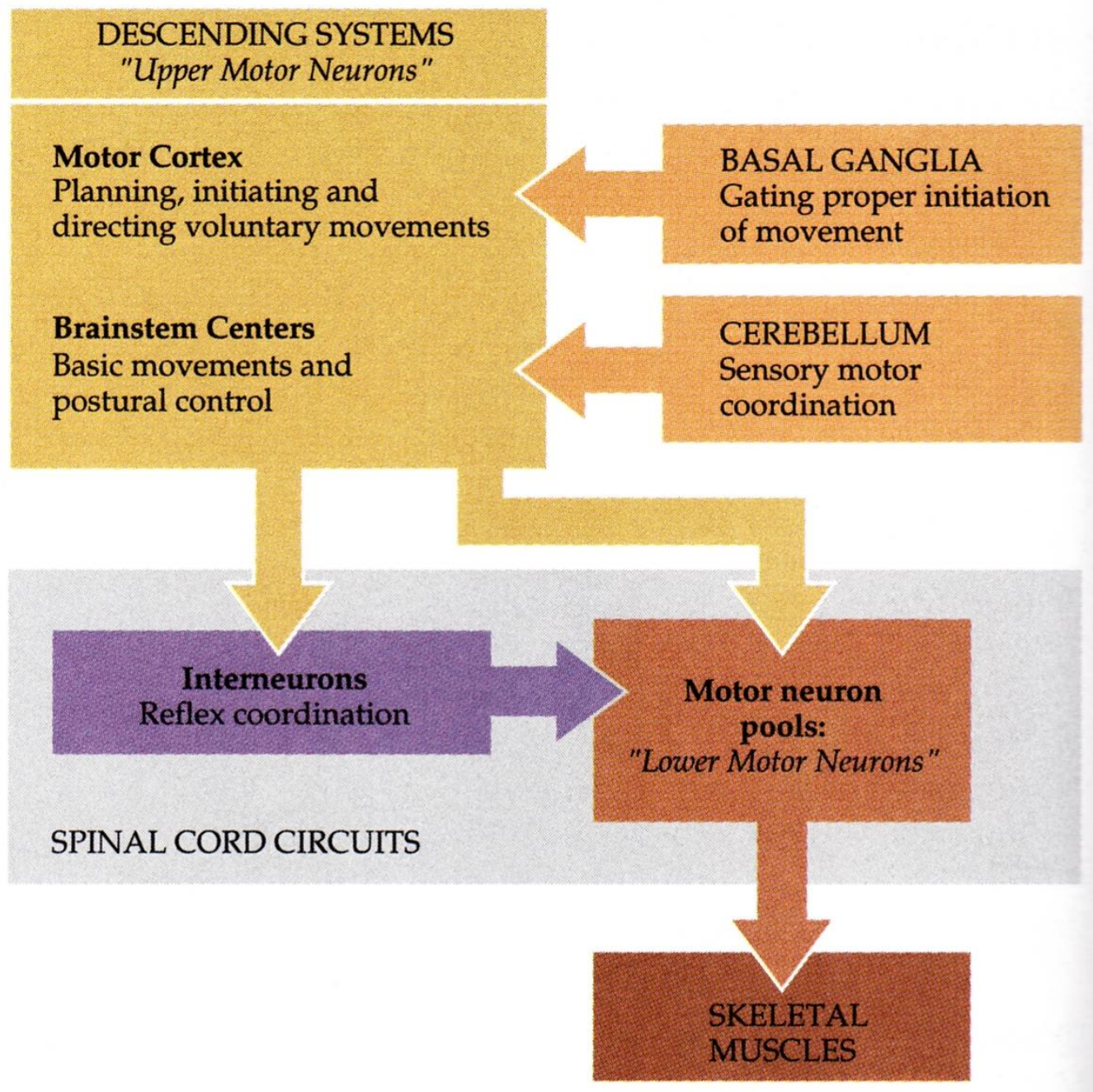
Tractus :

Corps : tractus spinothalamique, neurones thalamo-corticaux

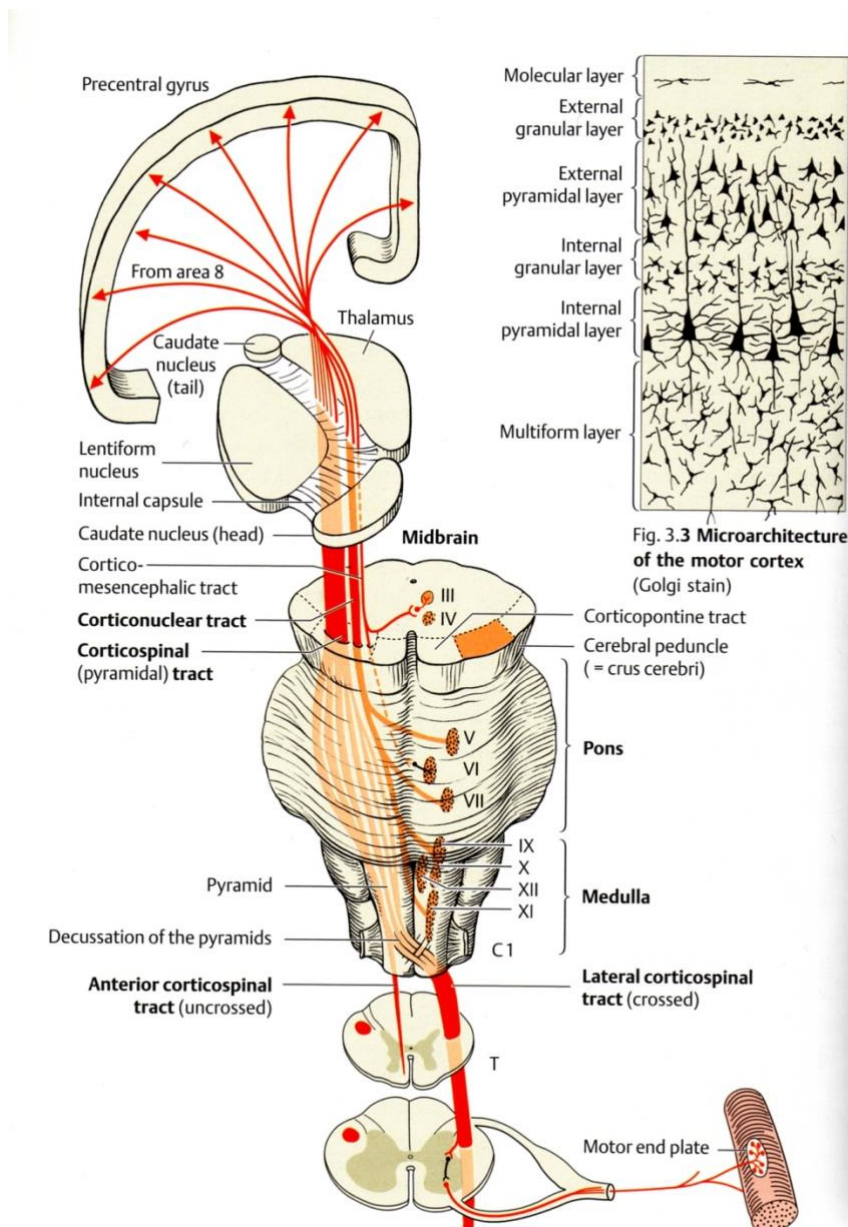
Tête : lemnisque trigéminé, neurones thalamo-corticaux

Rq : la voie antérolatérale projette également vers des cibles sous-corticales (formation réticulée, substance grise périaqueducule et amygdale) et, via des noyaux thalamiques différents, vers les cortex insulaire et cingulaire (aspects affectifs et émotionnels de la douleur).

### 3. Structures corticales et sous-corticales impliquées dans la motricité et voies motrices



**Voies cortico-spinale et cortico-nucléaire (ou cortico-bulbaire) = Voies pyramidales**



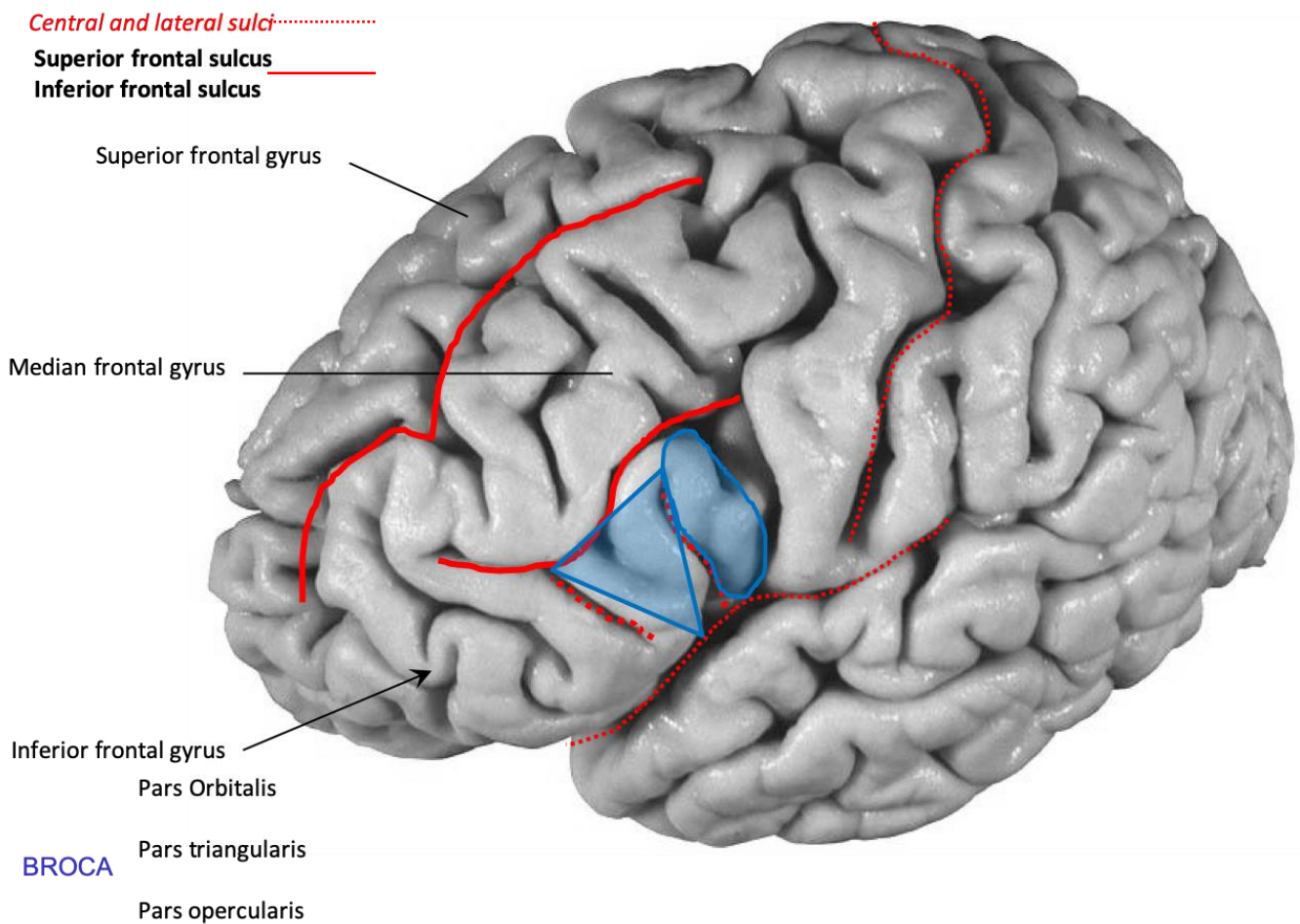
Autres tractus descendants : tecto-spinal, vestibulo-spinal, rubro-spinal, réticulo-spinal...

## 4. Les principales aires corticales fonctionnelles

Le lobe frontal est associé à la motricité, à diverses fonctions exécutives (planification, mémoire de travail, attention, flexibilité mentale, inhibition,...), aux motivations et à l'inhibition des comportements.

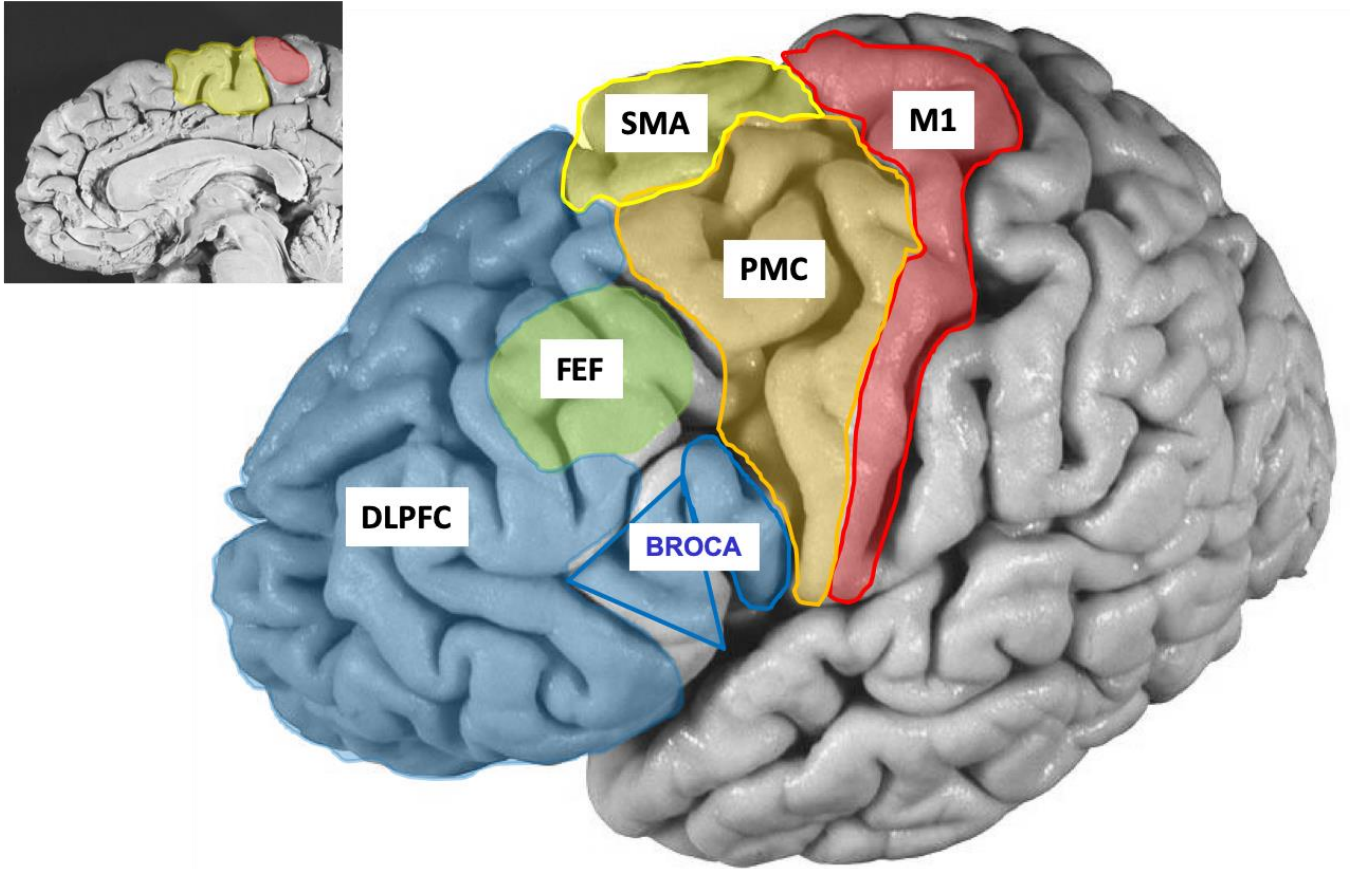
### Lobe Frontal : aspect dorso-latéral

*Sillons (sulci) et circonvolutions (gyrus)*

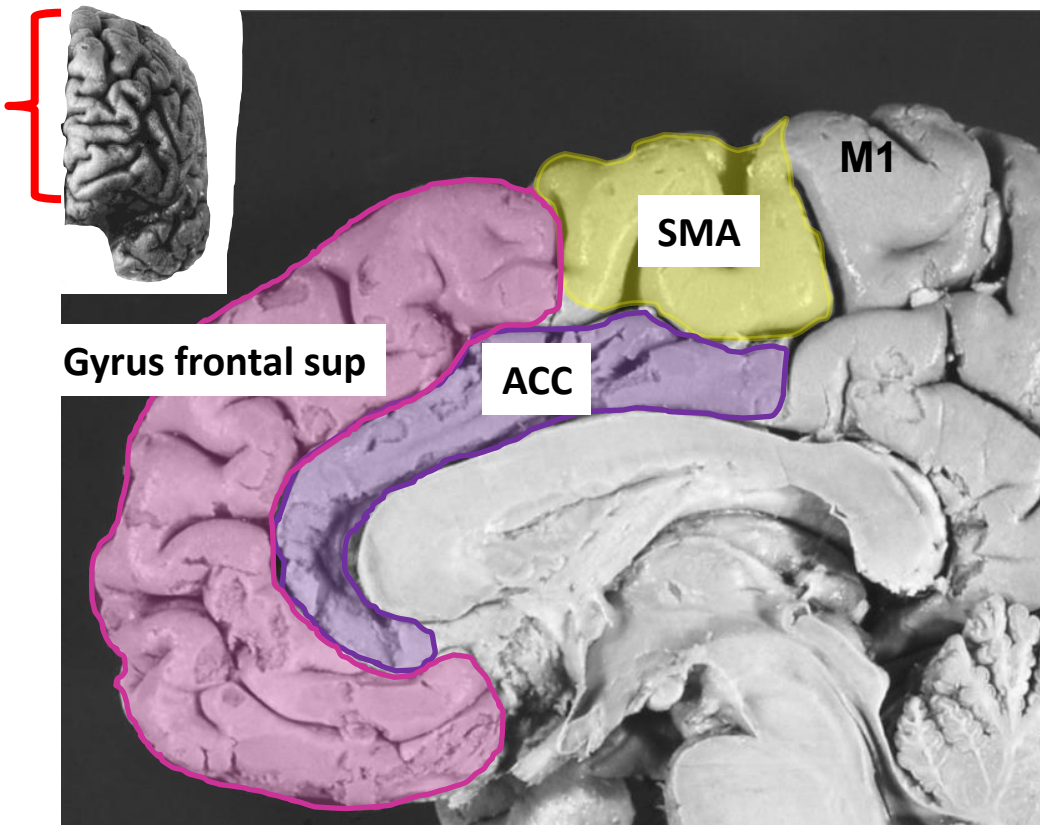




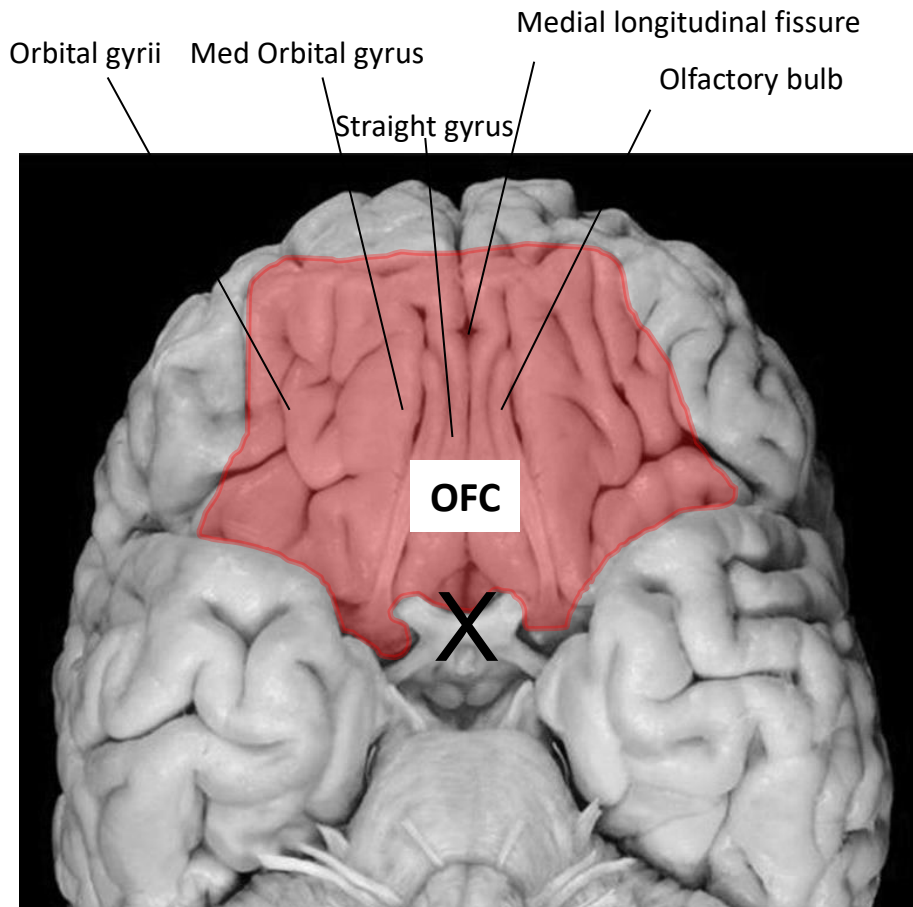
*Aires fonctionnelles dorsolatérales*



**Lobe Frontal : aspect médial**

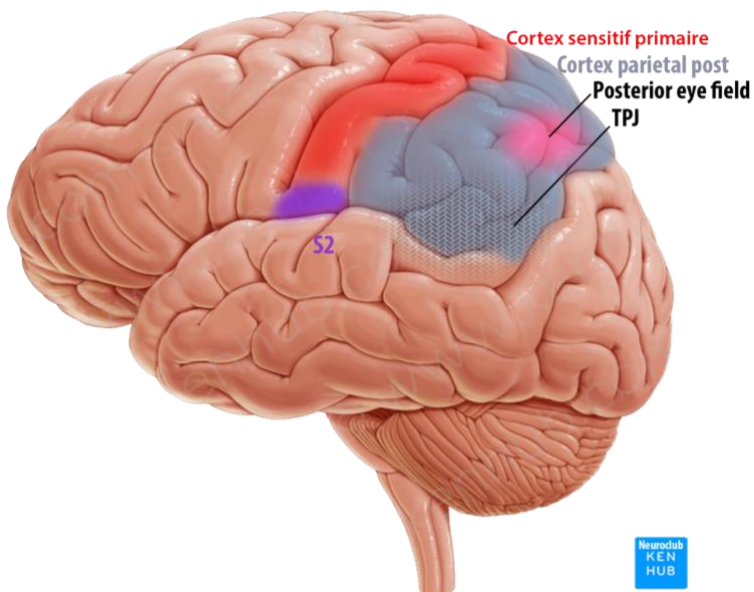


## Lobe Frontal: aspect orbito-frontal



## Lobe Pariétal :

Le lobe pariétal est le siège de la somatosensibilité du corps et est impliqué dans la perception de l'espace, la conscience de soi, et l'intégration multi-sensorielle.

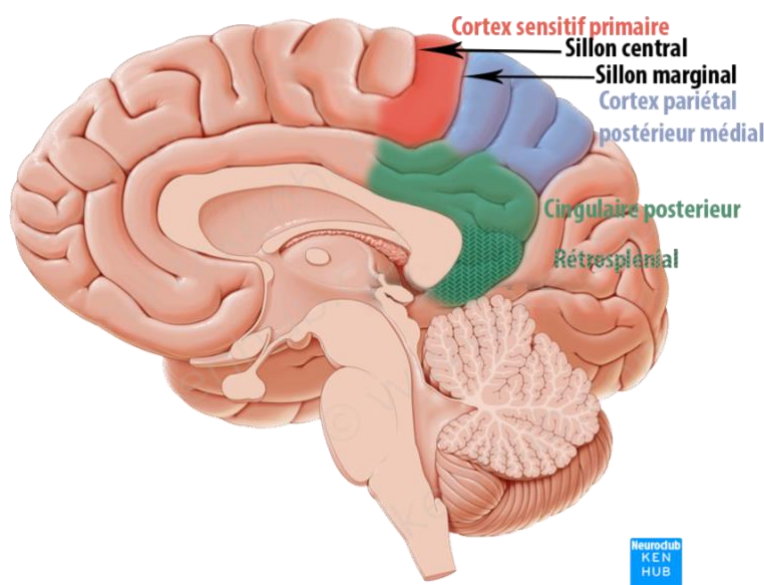


1. Cortex somato-sensoriel primaire (S1) : gyrus post-central.

2. Cortex somato-sensoriel secondaire (S2) : opercule pariétal.
3. Cortex pariétal postérieur : à cheval sur le précunéus (face médiale) et les lobules pariétaux supérieur et inférieur.

Trois fonctions principales : représentation multimodale du corps et de l'espace (cf. syndrome d'héminégligence), attention volontaire (« top-down ») vers les stimuli (voie visuelle dorsale), et intention du mouvement (cf. apraxie= incapacités à effectuer des mouvements séquentiels complexes appris, comme par exemple allumer une bougie, à cause de la perte du « concept » de ces mouvements). De plus, on trouve une aire participant aux saccades oculaires (posterior eye field)

4. TPJ (Jonction temporo-pariétale) : parties du lobule pariétal inférieur et région temporale supérieur. Impliquée dans l'attention et dans le langage (appartient à l'aire de Wernicke du côté dominant)

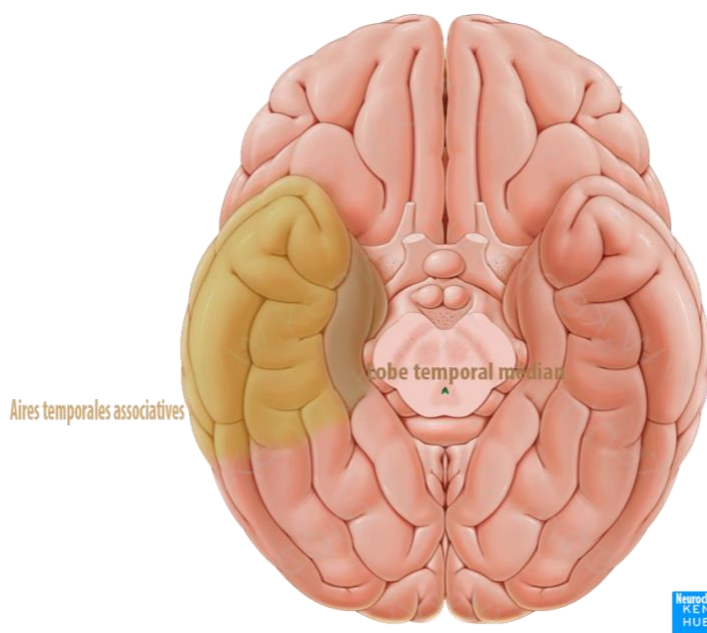
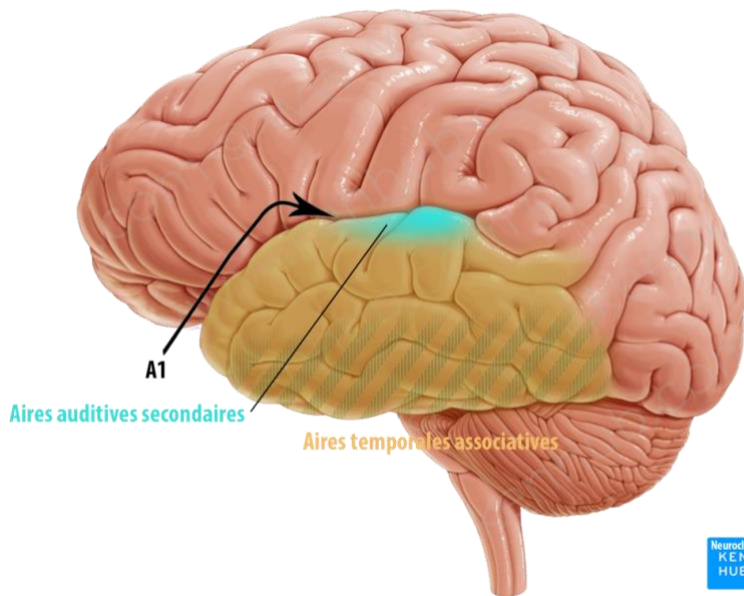


5. Cortex cingulaire postérieur : partie du gyrus cingulaire comprise dans le lobe pariétal. Appartient au système limbique. Impliqué dans la mémoire spatiale, l'apprentissage et les émotions.

## **Lobe temporal :**

Le lobe temporal est impliqué dans l'audition, l'olfaction, la mémoire (hippocampe), la reconnaissance visuelle (p. ex. visages dans le gyrus fusiforme), ou les réactions de peur et d'agressivité (amygdale).

1. Cortex auditif primaire : gyri de Heschl, sur la face supérieure du lobe temporal, enfouie en profondeur du sillon latéral.
2. Cortex auditif secondaire : autour de A1 (« belt area »)
3. L'aire de Wernicke : partie caudale du gyrus temporal supérieur et planum temporale et partie du lobule pariétal inférieur dans l'hémisphère dominant. Rq : le planum temporale est plus grand dans l'hémisphère dominant.
4. Aires temporales associatives : gyri supérieur, moyen et inférieur du lobe temporal et gyrus fusiforme. La région supérieure est essentiellement impliquée dans le traitement de l'information auditive et divers paramètres du langage. La région inférieure participe surtout au traitement des informations visuelles, notamment pour la reconnaissance d'objets : « What » pathway. (cf. agnosies visuelles : incapacité à reconnaître des objets familiers ou des visages).
5. Cortex temporal rostral : associé au système limbique et au cortex olfactifs.

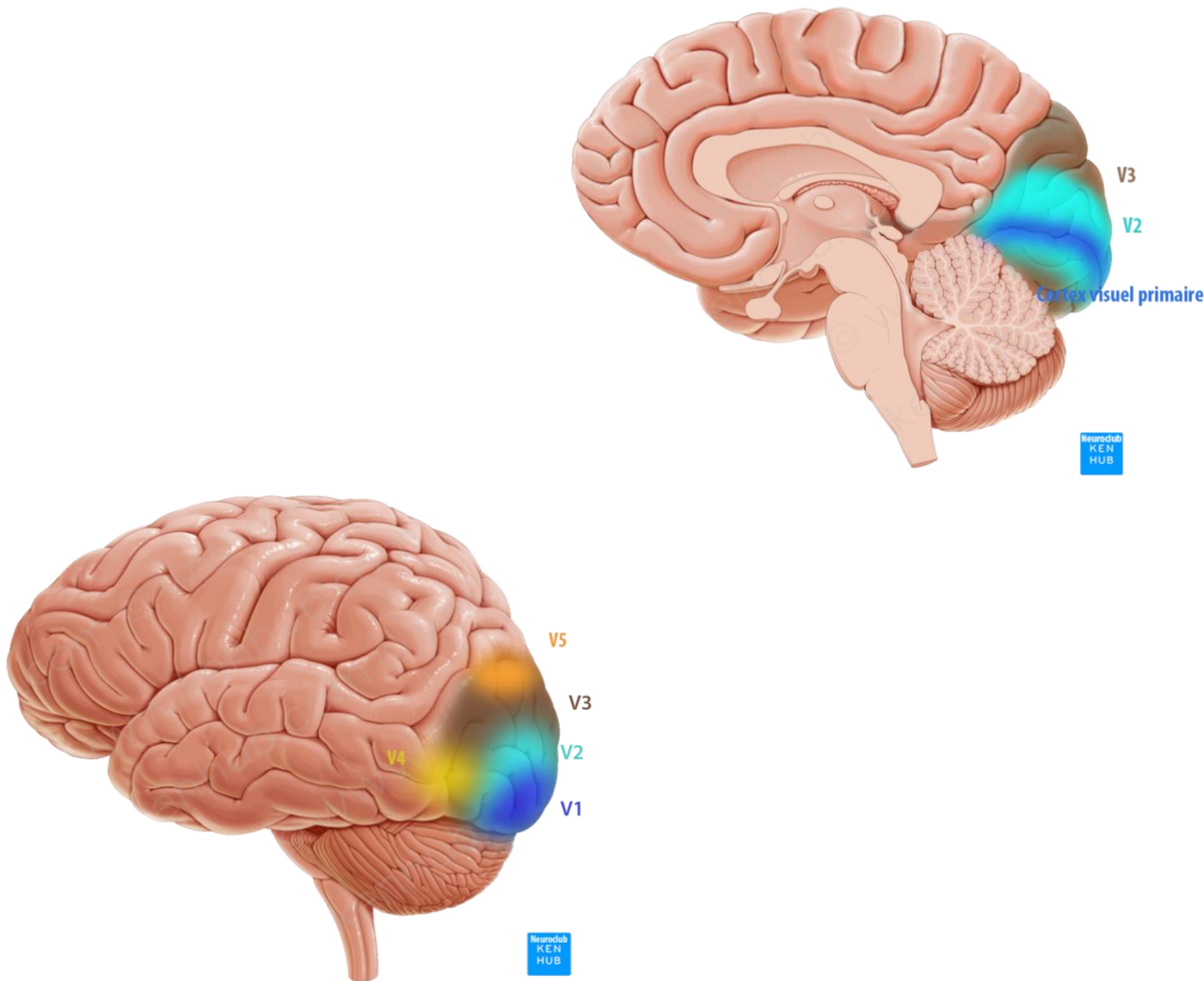


La partie médiale du lobe temporal comprend le gyrus para-hippocampique. En profondeur de celui-ci on retrouve la formation hippocampique avec en avant l'amygdale.

### Lobe occipital :

Traitement primaire et secondaire de l'information visuelle.

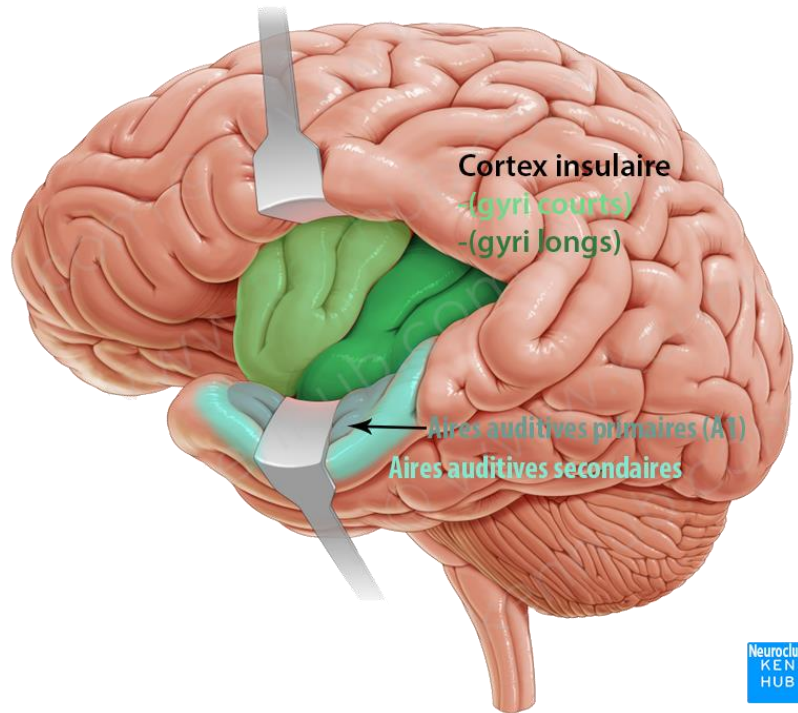
1. Cortex visuel primaire : sur les bords et dans la profondeur du sillon calcarin. Ce sillon sépare l'hémichamp visuel supérieur (en-dessous) de l'hémichamp visuel inférieur (au-dessus). La vision fovéale est traitée par l'extrémité caudale du cortex visuel primaire, au pôle occipital.



2. Cortex visuel secondaire : L'information visuelle est transmise de V1 à d'autres aires visuelles secondaires : V2, V3, V4 et V5, localisées dans le lobe occipital et en partie dans le temporal  
 On peut subdiviser le traitement secondaire de l'information visuelle en 2 voies : La voie ventrale ou « what pathway » qui est importante pour la reconnaissance des objets et l'identification des couleurs et la voie dorsale ou « where pathway », qui est importante pour la perception des mouvements et la localisation des objets dans l'espace.

### **Insula**

Cortex viscéro-sensoriel primaire (y compris gustatif) et impliqué dans la perception affective de la douleur.



## 2. Protocole de TP

### A) Anatomie de surface des hémisphères cérébraux

**1) Face dorsolatérale de l'hémisphère** (cerveau ou demi cerveau) *étudiez* les **lobes frontal, pariétal, temporal** et **occipital**, ainsi que le **lobe insulaire**.

→ En avant du sillon central se trouve le **gyrus précentral** qui commence depuis le sillon latéral en bas et s'étend jusque dans la fissure inter-hémisphérique en haut. Ce gyrus contient le cortex moteur primaire.

→ Le gyrus précentral est délimité en avant par le sillon précentral. *Observez en avant de celui-ci* les deux grands sillons horizontaux qui se dirigent vers le pôle frontal : les **sillons frontaux supérieurs et inférieurs**. Ces sillons délimitent les **gyrus frontaux supérieurs, moyens et inférieurs**.

*Comment sont réparties les aires corticales motrices des différentes parties du corps sur le gyrus précentral ?*

*Où se trouvent les différentes aires associatives motrices et quelles sont leurs fonctions respectives*

*Quelles seraient les conséquences d'une lésion dans la partie rostrale de la convexité du lobe frontal ?*

*Quelles sensations sont traitées dans le lobe insulaire ?*

→ *Observez* le **gyrus frontal inférieur** : deux petits sillons partent du sillon latéral respectivement en direction verticale, le **rameau ascendant**, et en direction horizontale, le **rameau antérieur**. Ces rameaux divisent le gyrus frontal inférieur en trois parties de l'avant vers l'arrière : **partie operculaire**, derrière le

rameau ascendant, **partie triangulaire**, formant un triangle orienté vers le bas, et **partie orbitaire** en avant du sillon antérieur.

*Dans l'hémisphère dominant, le gyrus frontal inférieur contient une région dont la lésion induit une forme particulière d'aphasie. Quel est son nom et sur quelle(s) partie(s) du gyrus la trouve-t-on ?*

- Étudiez les sillons et gyrus majeurs de la face latérale du lobe pariétal et du lobe temporal.

→ En arrière du sillon central se trouve le **gyrus postcentral** qui s'étend jusque dans la fissure inter-hémisphérique en haut et contient le **cortex somatosensoriel primaire**.

→ En arrière de ce gyrus on trouve le **sillon postcentral** et derrière lui **cortex pariétal postérieur**. Cette région est subdivisée en deux parties par le **sillon intrapariétal** séparant le **lobule pariétal supérieur** et le **lobule pariétal inférieur**. Ce dernier est composé de deux gyrus identifiables :

- Le **gyrus supra-marginal**, qui ferme le sillon latéral dans sa partie caudale
- Le **gyrus supra-angulaire** en arrière, fermant le sillon temporal supérieur

→ La région située sous le lobule pariétal inférieur constitue une zone de transition entre lobes pariétal et temporal appelée **jonction temporo-pariétale**.

*Comment se répartissent les représentations des aires sensorielles du corps dans le gyrus postcentral ?*

*Où se trouve le cortex somatosensoriel secondaire ?*

*Quelles seraient les conséquences d'une lésion du cortex pariétal postérieur ?*

→ Observez sur le lobe temporal le **sillon temporal supérieur** qui se dirige vers le pôle temporal avec au-dessus le **gyrus temporal supérieur**, bordé en haut par le sillon latéral, et en dessous le **gyrus temporal moyen**.

→ En ouvrant le sillon latéral depuis le bord du gyrus temporal supérieur, observez les gyrus s'enfonçant en profondeur vers l'insula, ce sont les **gyrus de Heschl** contenant le cortex auditif primaire.

*Décrivez la tonotopie des gyrus de Heschl. Où se trouvent les aires auditives associatives ?*

*Les gyrus temporaux supérieurs et inférieurs contiennent des aires associatives impliquées dans l'interprétation des informations sensorielles, lesquelles ?*

*A quelles fonctions sont associées les régions du pôle temporal ?*

## 2) Face médiale de l'hémisphère (demi cerveau) le lobe frontal, pariétal, temporal et occipital.

- Observez le corps calleux et ses 4 parties, rostro-caudalement :

- **rostre**
- **genou**
- **corps**
- **splénium**

→ Tout autour du corps calleux, observez le grand **gyrus cingulaire** et autour de ce gyrus le **sillon cingulaire**. Dans la partie postérieure du sillon cingulaire naît la **branche marginale du sillon cingulaire** qui remonte vers le sommet du cerveau. Grâce à ce sillon vous pouvez reconnaître le début du **sillon central** dans la fissure longitudinale: c'est le sillon situé juste en avant de la branche marginale, au sommet du cerveau. Reconnaissez les parties médianes des **gyrus précentral et postcentral** autour de ce sillon. Ensemble, ces deux régions forment le **lobule paracentral**. Le **sillon central** permet donc de marquer la frontière entre les lobes frontal et pariétal sur la face médiale.

- Étudiez le lobe occipital: le **sillon pariéto-occipital** sépare le lobe pariétal du lobe occipital. Localisez :
  - rostralement à ce sillon : le **pré-cunéus**, partie du lobule pariétal supérieur et le **cortex rétrosplénial**
  - le **cunéus**, caudalement au sillon pariéto-occipital
  - le **sillon calcarin**, se dirigeant vers le pôle occipital

*Quelles régions du corps sont représentées dans le lobule paracentral ?*

*Où se projettent les hémichamps visuels supérieur et inférieur ?*

*Quelles structures fonctionnellement liées au système limbique sont-elles visibles depuis la face médiale ?*

- Observez la position du lobe temporal, dans la partie inférieure, derrière et en avant du tronc cérébral

### **3) Face ventrale des hémisphères**

- Repérez le **gyrus occipito-temporal** qui se trouve au centre de la face ventrale de l'hémisphère cérébral et s'étend rostro-caudalement. Il est bordé médialement par le **sillon collatéral** qui délimite le **gyrus parahippocampal**. Remarquez comme ce dernier entoure le tronc cérébral.

→ Latéralement au gyrus occipito-temporal, trouvez le gyrus temporal inférieur

→ Repérez le **gyrus fusiforme**, en arrière du gyrus occipito-temporal et s'étendant vers le pôle occipital, et le **gyrus lingual**, en arrière du gyrus parahippocampal et du tronc cérébral, bordant la partie médiale de l'hémisphère.

- Observez sur les côtés des corps mamillaires et des pédoncules cérébraux, l'extrémité du gyrus parahippocampal qui forme un crochet replié en arrière : **l'uncus**.
- En avant, repérez sur les lobes frontaux du côté médial vers le côté latéral :
  - le **gyrus droit**
  - le **bulbe olfactif** et le **tractus olfactif**
  - les **gyrus orbitaires**

*Quelle région corticale de la face ventrale est impliquée dans la régulation des comportements et des émotions ?*

*Où se trouvent les voies olfactives et les cortex olfactifs ?*

*Quelles sont les conséquences d'une herniation de l'uncus*



## B) Configuration interne du cerveau

### Objectifs :

→ Étudier la configuration interne du cerveau sur les coupes horizontales et coronales et comprendre l'organisation de la substance grise, des faisceaux de substances blanches et des ventricules.

**Organisation interne schématique du cerveau** : le cœur central du cerveau est constitué par les deux **thalamus**, séparés par le **3<sup>ème</sup> ventricule au centre**, et entourés par les **ganglions de la base**. De grands faisceaux de substances blanches séparent ces différents noyaux de substance grise. Ces fibres de substance blanche voyagent entre les régions du cortex et les structures sous-corticales, les plus longues d'entre elles reliant le cortex avec le tronc et la moelle épinière. Elles forment des structures anatomiques qu'il est primordial de bien savoir localiser et décrire pour comprendre la configuration interne du cerveau, avec notamment le **corps calleux** et les **commissures antérieures et postérieures** ainsi que la **corona radiata**, la **capsule interne** et les **péduncules cérébraux**. Les **ventricules latéraux** s'étendent également au centre du cerveau, occupant une place centrale dans les lobes frontaux, pariétaux, occipitaux et temporaux. Enfin, en profondeur des lobes temporaux, on trouve la **formation hippocampale** et **l'amygdale**.

### 1) Étudiez les coupes horizontales

*Sur chaque coupe, repérez la position des systèmes ascendants sensoriels et descendants moteur (cortico-spinal)*

- Repérez sur les coupes horizontales au-dessus du diencephale :
  - La **substance grise corticale**
  - Le **sillon central** avec « l'oméga de la main »
  - Le **centre semi-ovale**, région de substance blanche constituée des fibres de la **corona radiata** qui montent au cortex ou quittent celui-ci et qui ont été coupées transversalement
- Repérez sur les coupes horizontales au niveau du diencephale
  - Le **3<sup>ème</sup> ventricule**
  - Le **thalamus**
  - La **capsule interne**, prolongation de la corona radiata en forme de V avec un **bras postérieur** bordant le thalamus, le **genou** en avant du thalamus et le **bras antérieur** en direction du pôle frontal
  - Le bras antérieur de la capsule interne sépare deux noyaux du **striatum** : la tête du **noyau caudé** et le **putamen**. Le bras postérieur passe entre le thalamus et le **noyau lenticulaire** formé par le **globus pallidus** et le **putamen**. Latéralement au putamen, observez les **capsules externes et extrêmes**, séparées par le **claustrum**
  - Observez les **radiations optiques** en arrière de la capsule interne, constituées des fibres thalamo-corticales se rendant du **noyau géniculé latéral** vers le cortex visuel primaire
  - Les **ventricules latéraux**, s'étendant latéralement à la **tête-**, au **corps-** et à la **queue du noyau caudé**
  - Le **corps calleux**

- Étudiez la configuration des ventricules latéraux. Des pièces anatomiques ont été préparées en réséquant la partie supérieure des hémisphères au-dessus des thalamus pour mettre en évidence les ventricules latéraux. Sur ces pièces, observez les différentes parties de ces ventricules :
  - La **corne frontale** en avant
  - Le **corps** du ventricule latéral qui s'étend depuis la corne frontale vers l'arrière en passant au-dessus du thalamus. A l'avant du corps du ventricule, **observez le foramen de Monroe** qui unit chaque ventricule latéral au 3<sup>ième</sup> ventricule.
  - L'**atrium** fait suite au corps et détachent en arrière la **corne occipitale** et en bas la **corne temporale**. Aussi appelé carrefour, l'atrium est donc la zone de communication entre le corps et les deux cornes.
  - Observez l'étendue de la corne temporale et, dans son plancher, la position de l'hippocampe qui dessine une structure anatomique en forme de « patte de lion » avec ses digitations à son extrémité rostrale. Où se trouve l'amygdale par rapport à l'hippocampe ? Repérez à la surface du cerveau les points de repères pour trouver les positions de l'hippocampe et de l'amygdale, respectivement le gyrus parahippocampal et l'uncus.
  
- Révisez les différents types de faisceaux de substance blanche :
  - Les fibres de projections :
    - La **capsule interne**
    - Les **radiations optiques**
    - Le **fornix**, qui quitte l'hippocampe au niveau caudal, passe au-dessus du 3<sup>ième</sup> ventricule en rejoignant le fornix contralatéral puis redescend en avant des foramens de Monroe pour plonger dans les corps mamillaires
  - Les fibres d'associations :
    - Les **fibres cortico-corticales**
    - Les **capsules externes et extrêmes**
  - Les fibres commissurales :
    - Le **corps calleux**
    - La **commissure blanche antérieure**
    - La **commissure blanche postérieure**

## 2) Étudiez les coupes coronales

→ En utilisant les coupes coronales effectuées au niveau du thalamus et plus frontalement ou caudalement au thalamus, cherchez les mêmes structures que celles étudiées sur les coupes horizontales.