

Cahier de TP de Neuroanatomie

*N°4 : Anatomie des systèmes fonctionnels
des ganglions de la base, du cervelet et
du système limbique*

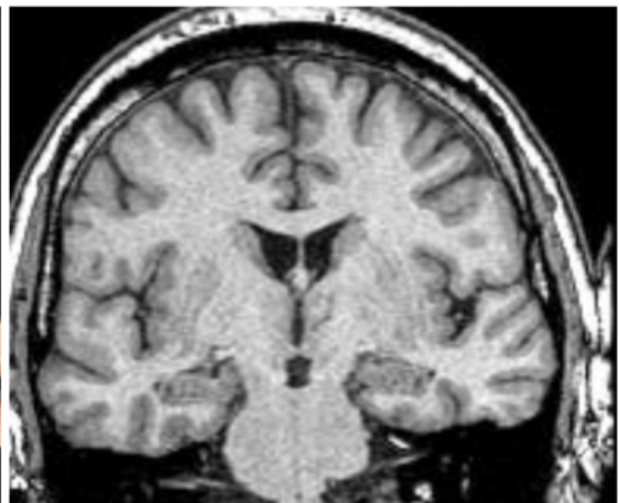
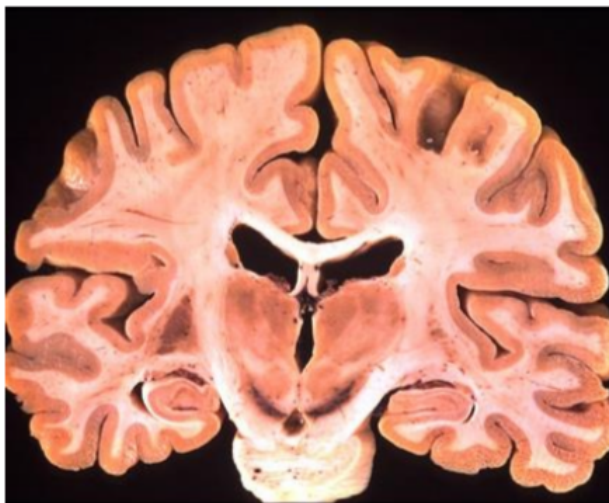


Table des matières

A. Les ganglions de la base	3
1. Introduction	3
2. Circuits fonctionnels	5
3. Anatomie régionale des noyaux gris profonds	7
B. Le cervelet	9
1. Anatomie de surface	9
2. Anatomie profonde.....	12
3. Anatomie fonctionnelle	13
C. Le système limbique et la formation hippocampique	15
1. Introduction à l'anatomie du système limbique	15
2. Formation hippocampique	18
3. Amygdale	21
4. Hypothalamus	23
D. Relations entre structures anatomiques.	26
E. Histologie.....	27
1. SN 2 – Formation hippocampique (LFB CV)	27
2. SN 14 – Cervelet (HE)	28
3. SN 18 – Cervelet (Bielschowsky)	29
F. Exercices de révisions.....	30
1. Anatomie macroscopique	30
2. IRM axiales	34
3. IRM coronales	39
4. IRM sagittales.....	40
5. Exercices : identifier un maximum de structures.....	41
6. Angiographies	44

A. Les ganglions de la base

1. Introduction

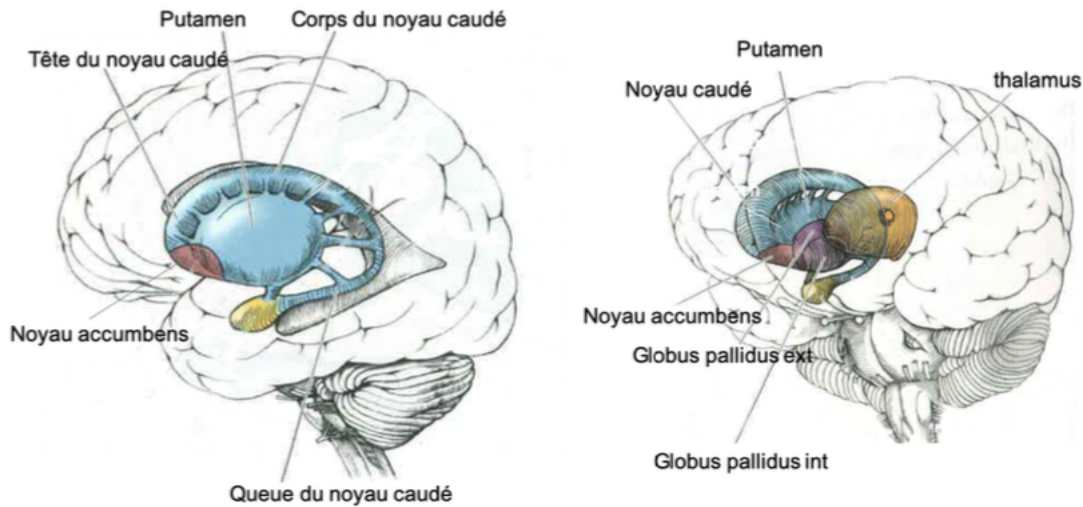


Fig. 1 : Ganglions de la base, TP 2020.

Structures :

Les ganglions de la base désignent les noyaux de substance grise incorporés dans la substance blanche en profondeur du **télencéphale**, d'où leur synonyme de **noyaux gris centraux**. Situés latéralement au thalamus et au système ventriculaire, ils comprennent :

Noyau caudé	Structure en forme de "fer à cheval" s'étendant le long du ventricule latéral, pouvant être divisée en 3 parties (tête, corps et queue)
Putamen	Structure ovoïde (en forme d'oeuf) située latéralement au noyau caudé et au pallidum, contenant le noyau accumbens dans sa partie rostrale ventrale
Globus pallidum	Médial au putamen, formé du globus pallidus interne (GPi) et du globus pallidus externe (GPe)

Malgré qu'elles ne fassent pas partie de ganglions de la base au sens strict du terme, les structures suivantes y sont reliées fonctionnellement :

- **Substance noire** : structure du mésencéphale, divisée en 2 parties, *pars compacta* dopaminergique, et *pars reticulata*. Le globus pallidus et la substantia nigra pars reticulata ont des fonctions similaires. En fait, des études sur le développement montrent que la pars reticulata fait partie du globus pallidus, bien que les deux finissent par être séparés par des fibres de la capsule interne.
- **Noyau subthalamique** (ou corps de Luys) : structure du diencéphale, entre le thalamus et la substance noire mésencéphalique
- **Thalamus**
- Centre de locomotion dans la **formation réticulaire** mésencéphalique et pontique

Remarques :

Le **pallidum ventral** se trouve sous la commissure antérieure, dans la même région que la **substantia innominata**, qui contient principalement le **noyau basal de Meynert**. Celui-ci est impliqué dans le système de projection diffuse d'acétylcholine dans la majorité des zones du cortex, notamment via le gyrus cingulaire. Il contribue donc à réguler le niveau d'éveil, le sommeil ou l'attention, et est impliqué dans la maladie d'Alzheimer, où certains neurones cholinergiques dégénèrent. Un autre point de repère pour cette région basale du télencéphale contenant le striatum et le pallidum ventral est la substance perforée antérieure.

Certains considèrent que le **claustrum** fait partie des ganglions de la base. Cette fine lame de matière grise se situe légèrement en profondeur de l'insula et sépare deux faisceaux de matière blanche : la capsule externe et la capsule extrême.

Fonctions :

Les ganglions de la base sont principalement impliqués dans **l'initiation et la modulation des mouvements**. Une boucle se met en place entre les ganglions de la base avant et pendant un mouvement. Ils sont indispensables au bon déroulement des mouvements « volontaires ». Les ganglions participent également aux systèmes limbique et cognitif. (Cf. APP).

Les ganglions de la base sont reliés entre eux par des liens fonctionnels étroits. Par exemple le noyau caudé et le putamen sont reliés par des ponts cellulaires, en d'autres termes de la matière grise qui traverse la capsule interne.

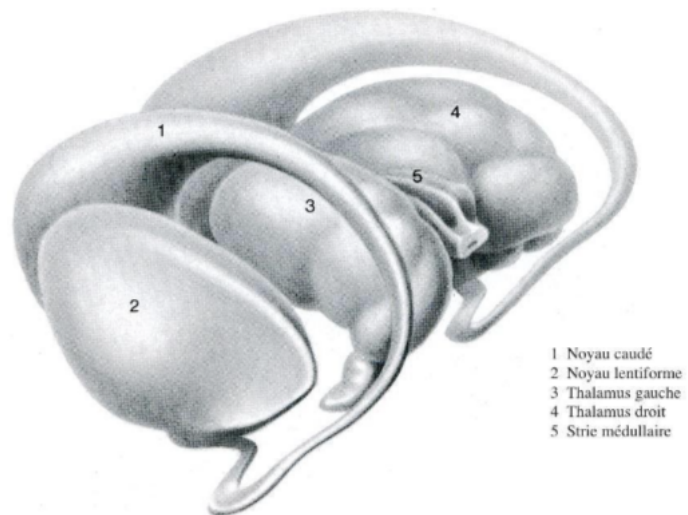


Fig. 2 : Situation des ganglions de la base, TP 2020.

Ces noyaux peuvent être regroupés de plusieurs manières. Dans ce TP, les termes suivants seront utilisés :

Striatum dorsal (ou neostriatum)	noyau caudé et putamen
Striatum ventral	noyau accumbens (et tubercule olfactif)
Globus pallidus	globus pallidus interne et externe
Pallidum ventral	partie du pallidum sous la commissure antérieure
Noyau lenticulaire	putamen et globus pallidus

2. Circuits fonctionnels

Les ganglions de la base reçoivent des informations de tous les hémisphères cérébraux. Au sein même de ce réseau, on retrouve **4 boucles en parallèle** (Cf. APP) :

	Fonction	Structures
Squelette-motrice	mouvement du corps	Cortex moteur, cortex prémoteur, cortex moteur supplémentaire, putamen, globus pallidus, thalamus, cortex
Oculo-motrice	mouvement des yeux	Centre oculomoteur frontal, noyau caudé, <i>substantia nigra pars reticulata</i> , collicules
Executive ou Associative	cognition	Cortex préfrontal, cortex dorso-latéral, cortex pariétal postérieur, noyau caudé, globus pallidus, cortex
Limnique	motivation, plaisir	Cortex orbitofrontal, cortex cingulaire, hippocampe, amygdale, striatum ventral (noyau accumbens), pallidum ventral, thalamus, cortex

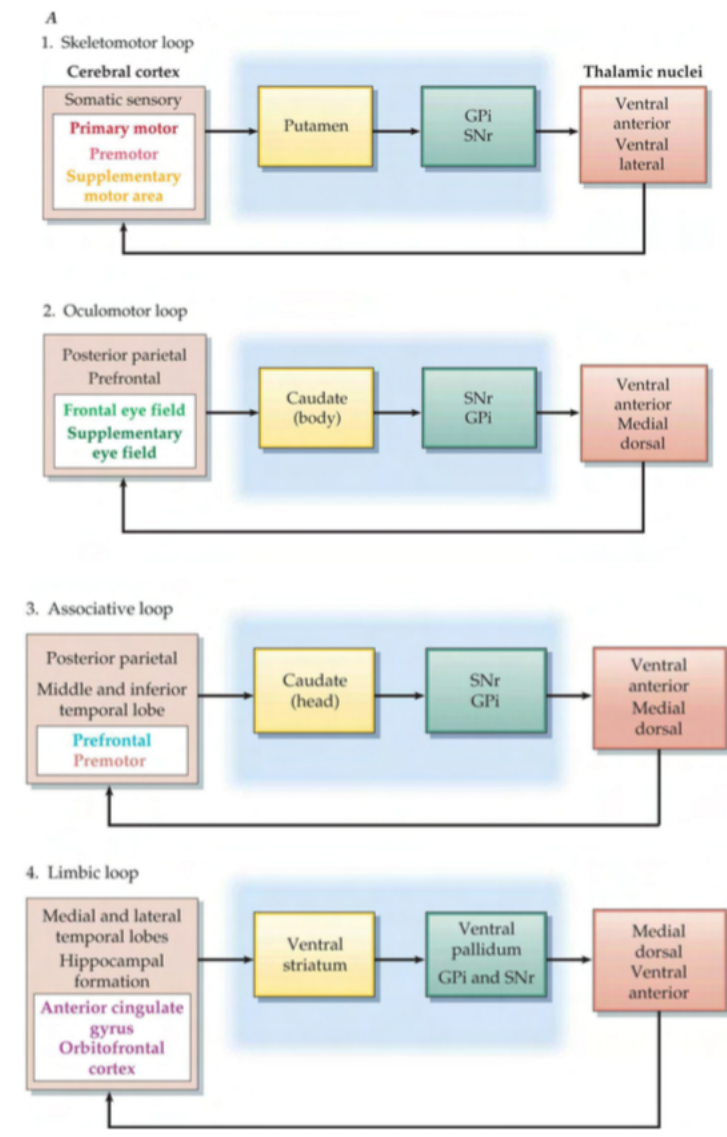


Fig. 3 : Circuits des ganglions de la base, *Neuroanatomy : Text and Atlas, John H. Martin.*

Ces circuits parcourent les noyaux dans un ordre spécifique, ce qui permet de regrouper les noyaux en 3 groupes fonctionnels (Cf. Légendes de la figure 4) :

Noyaux d'entrée	noyau caudé (1), putamen (2), noyau accumbens
Noyaux intrinsèques	globus pallidus externe (3), noyau subthalamique (5), substantia nigra pars compacta (6)
Noyaux de sortie	globus pallidus interne (4), substantia nigra pars reticulata (7)

Les noyaux de sortie projettent, entre autres, sur les structures suivantes :

- **Thalamus** (8) (noyaux ventral latéral, ventral antérieur et médial dorsal) pour réguler principalement les mouvements pilotés pas le cortex moteur ;
- **Collicules supérieurs** (9), pour réguler les mouvements oculaires.

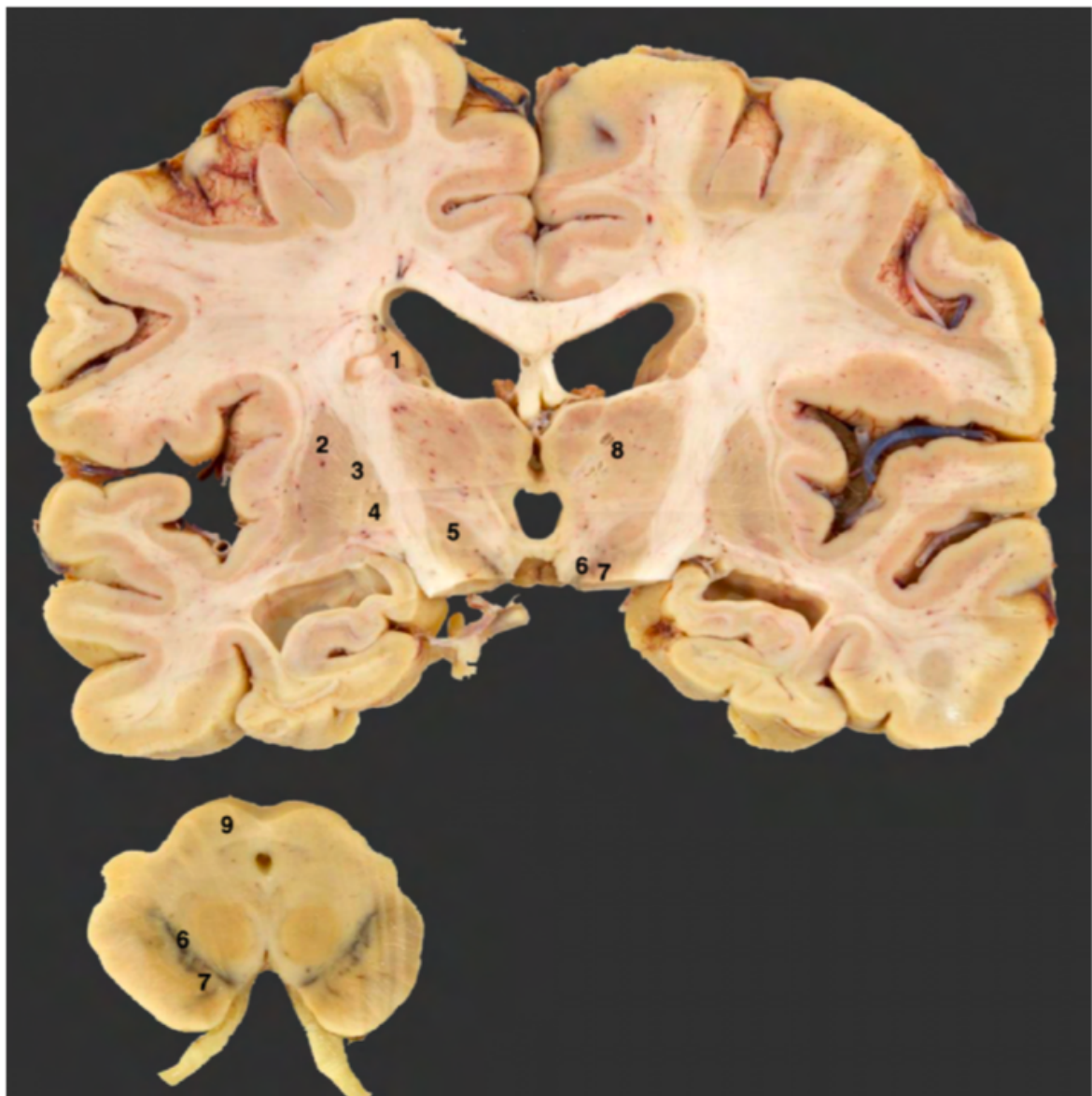
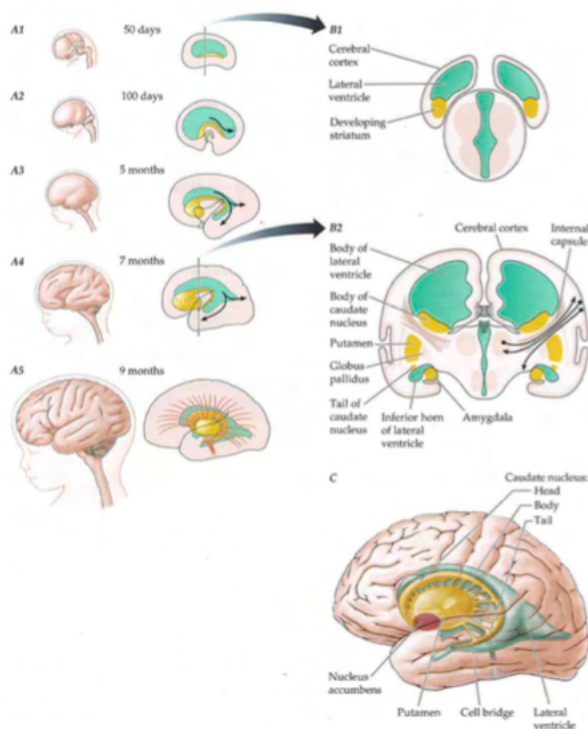


Fig. 4 : Coupe coronale montrant les ganglions de la base, TP 2020.

3. Anatomie régionale des noyaux gris profonds

Rappels d'embryologie :



Lors du développement, les diverses expansions et rotations du télencéphale expliquent la forme dite en «**fer à cheval** » (ou en «**C**») du striatum. Le **striatum** est ensuite séparé en **noyau caudé** et **putamen** par le développement des fibres de la **capsule interne**. Les composantes du striatum restent cependant liées par des **ponts cellulaires** (travées de matière grise) dont l'alternance avec les fibres de la capsule interne donne son apparence striée au «**striatum**».

Fig. 5 : Développement des ganglions de la base, Neuroanatomy : Text and Atlas, John H. Martin.

En coupe transversale :

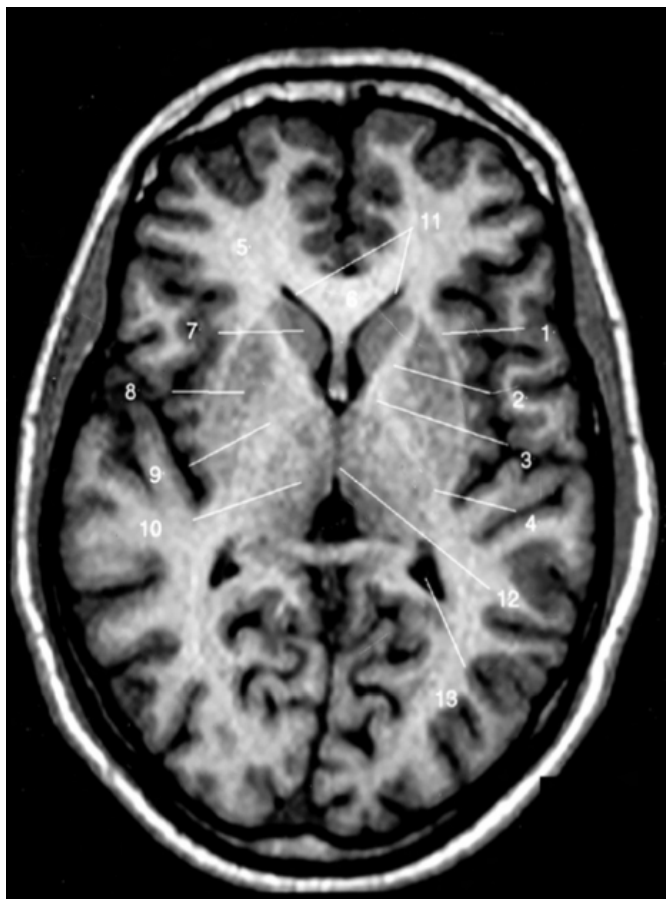
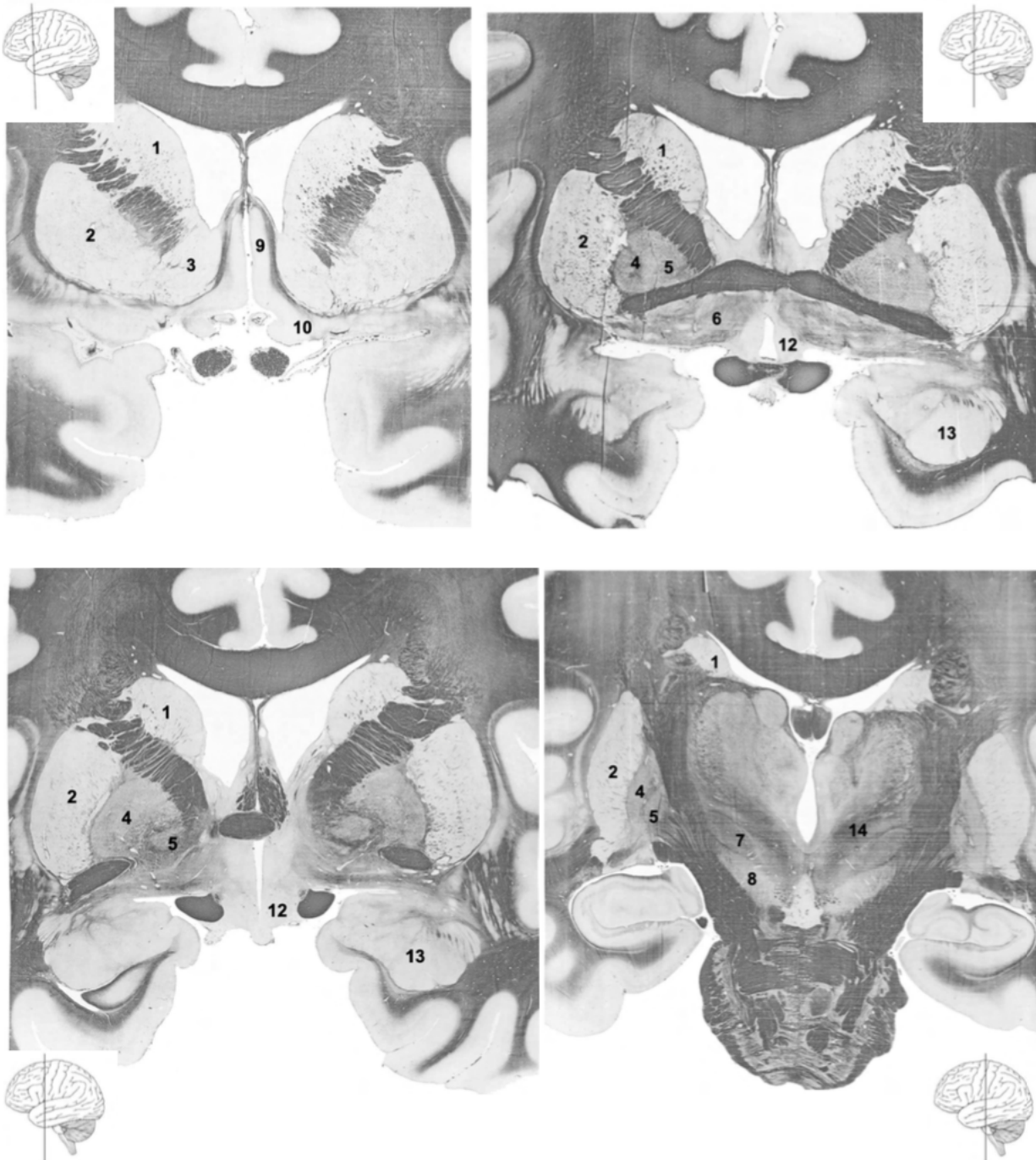


Fig. 6 : IRM transversale T1 des ganglions de la base, TP 2020
 1. Capsule externe
 2. Bras antérieur de la capsule interne
 3. Genou de la capsule interne
 4. Bras postérieur de la capsule interne
 5. Lobe frontal / corona radiata
 6. Corps calleux
 7. Tête du noyau caudé
 8. Putamen
 9. Globus pallidus
 10. Thalamus
 11. Corne antérieure du VL
 12. Adhésion interthalamique
 13. Corne temporale du VL

Coupes coronales antéro-postérieures :



1	Noyau caudé	6	Pallidum ventral	11	Noyaux septaux
2	Putamen	7	Noyau sous-thalamique	12	Hypothalamus
3	Noyau accumbens	8	Substance noire	13	Amygdale
4	Globus pallidus externe	9	Gyrus para terminal	14	Thalamus
5	Globus pallidus interne	10	Tubercule olfactif		

Fig. 7 : Coupes coronales des ganglions de la base, Neuroanatomy : Text and Atlas, John H. Martin

B. Le cervelet

1. Anatomie de surface

Le cervelet correspond à **10% de la masse cérébrale**, mais contient **plus de 50% de tous les neurones cérébraux**. Il intervient surtout pendant l'exécution d'un mouvement « volontaire ». En effet, il a plusieurs fonctions : par exemple il va détecter l'erreur entre le mouvement désiré et le mouvement effectué et il joue un rôle important dans l'adaptation et apprentissage moteur. De cette façon, on reconnaît au niveau du cervelet des modulations synaptiques importantes et un grand nombre de circuits entre le cervelet, télencéphale et tronc cérébral.

Le cervelet (*cerebellum* = "petit cerveau") se situe dans la fosse postérieure **sous la tente du cervelet**. La tente du cervelet est un repli dure-mère double, transverse, en forme de faucille séparant le cerveau du cervelet.

La tente du cervelet présente deux faces et deux bords :

- La **face supérieure** supporte les lobes occipitaux et adhère sur la ligne médiane à la base postérieure de la faux du cerveau, au niveau du sinus droit.
- La **face inférieure** recouvre le cervelet et adhère sur la ligne médiane à la faux du cervelet.
- Le **bord antérieur**, appelé également **petite circonférence**, est libre, concave en avant, et largement échancré. Avec la lame quadrilatère du sphénoïde et la gouttière basilaire de l'occipital, elle forme le foramen ovale de **Pacchioni**, pour le passage du tronc cérébral. A chacune de ses extrémités, la petite circonférence croise la grande circonférence en passant au-dessus de celle-ci, et va s'insérer sur les apophyses clinoides antérieures.
- Le **bord postérieur**, ou **grande circonférence**, convexe en arrière, adhère fortement à la boîte crânienne. Elle s'insère à sa partie postérieure sur la tubérosité occipitale interne et sur les deux lèvres des gouttières des sinus latéraux droit et gauche, englobant ces sinus dans ses dédoublements.

La **faux du cervelet** sépare les hémisphères cérébelleux depuis la partie inférieure vers l'arrière. Dans la faux chemine le sinus occipital.

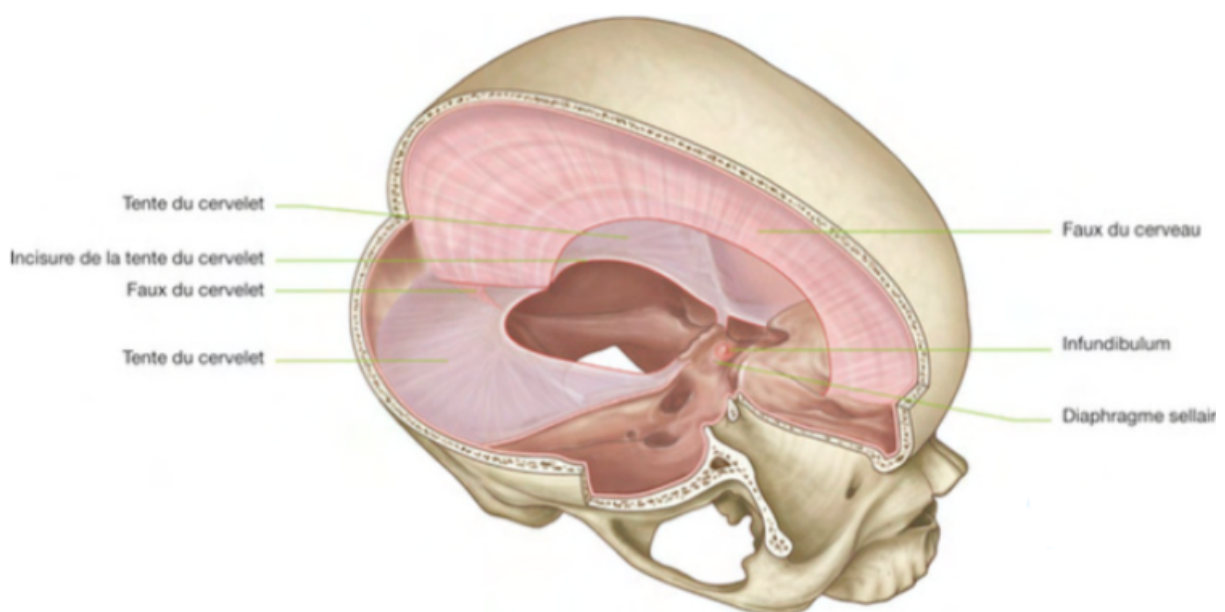
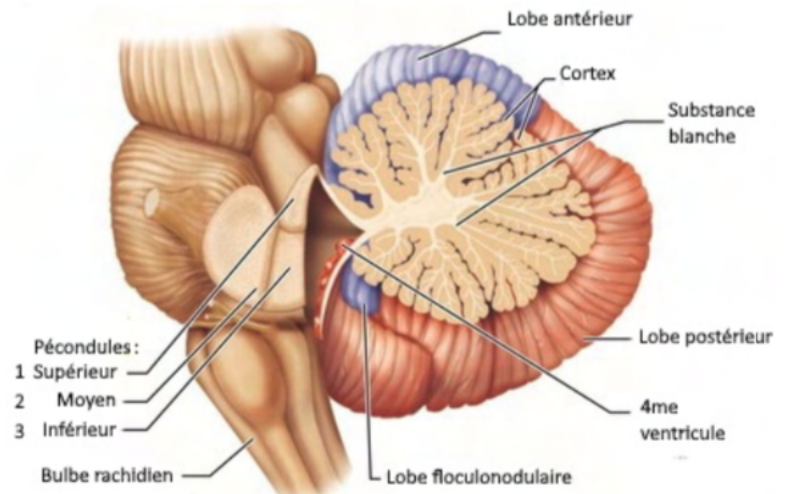


Fig. 8 : Tente du cervelet, https://www.holybiblerecovery.fr/s/cc_images/

Fig. 9 : Pédoncules cérébelleux, coupe sagittale,
<https://www.neuromedia.ca/cervelet-anatomie-fonctions-et-troubles/>



À l'extérieur du cervelet, on trouve de la matière grise, le cortex cérébelleux, avec des lamelles à la surface, dites « **folia** ». Ces dernières sont des circonvolutions parallèles, allant d'un côté à l'autre. Puis à l'intérieur du cervelet, on trouve de la matière blanche, comme pour le télencéphale. Il contient également des noyaux profonds qui seront décrits dans les pages suivantes.

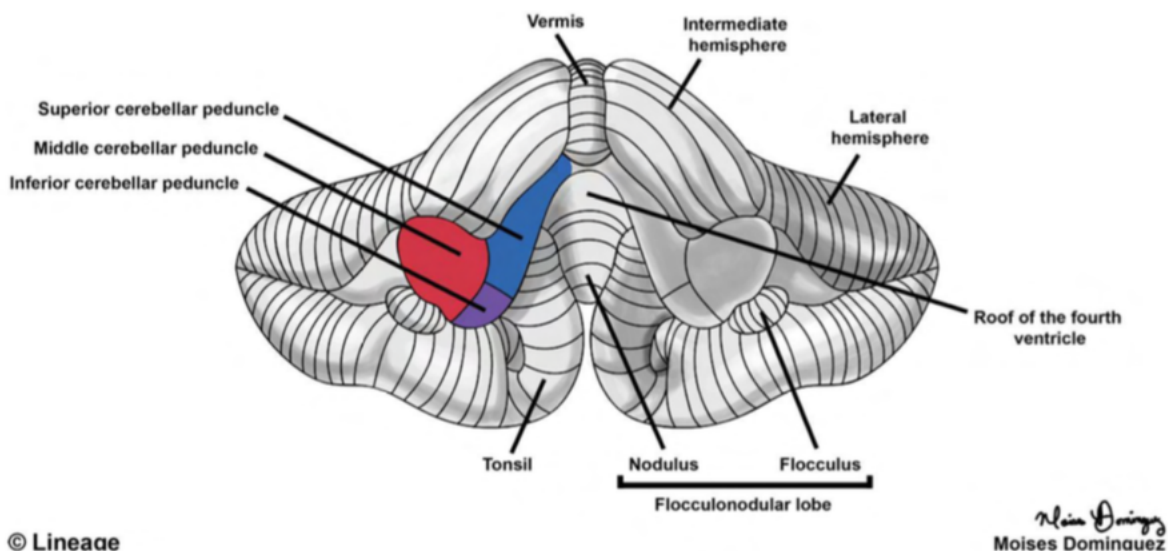


Fig. 10 : Pédoncules cérébelleux, vue ventrale, Lineage.

Le cervelet est relié au tronc cérébral par **3 paires de pédoncules cérébelleux** contenant les fibres afférentes et efférentes du cervelet :

- Le pédoncule cérébelleux **supérieur = brachium conjunctivum**: lie le *mésencéphale* ;
- Le pédoncule cérébelleux **moyen = brachium pontis**: lie le *pont* ;
- Le pédoncule cérébelleux **inférieur = corps restiforme**: lie le *bulbe*.

Pour rappel, le toit du 4^{ème} ventricule est formé par le cervelet et les voiles médullaires supérieurs et inférieurs, ses parois latérales par les 3 pédoncules et son plancher par la fosse rhomboïde.

La partie centrale du cervelet est le **vermis** ; les parties latérales sont les **hémisphères**.

Le cortex cérébelleux est divisé en 3 lobes :

- **Lobe antérieur** et **lobe postérieur**, séparés par la **fissure primaire** ;
- **Lobe flocculonodulaire**, séparé du lobe postérieur par la **fissure postéro-latérale**.

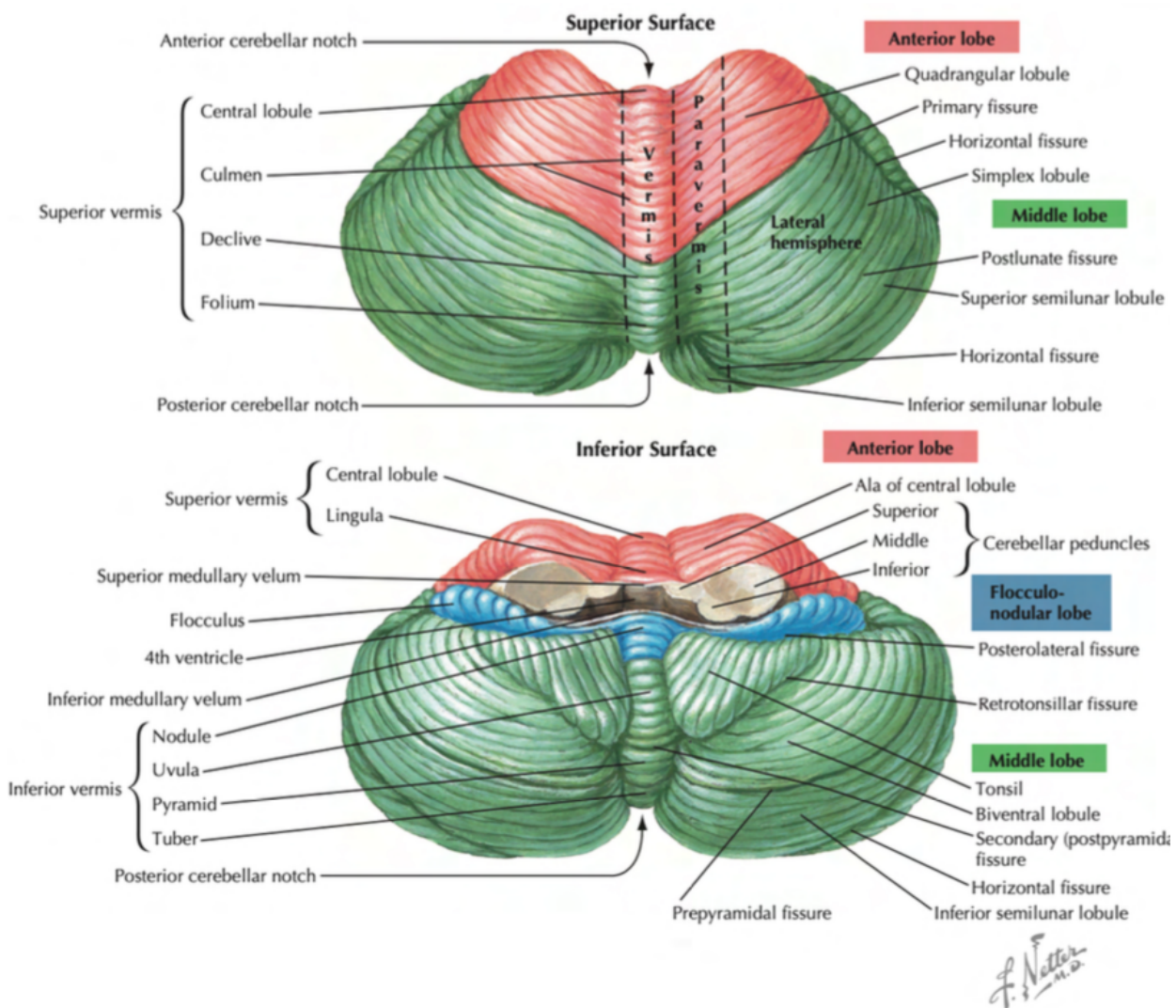


Fig. 11 : Anatomie externe du cervelet, Netter's Atlas of Neuroscience.

Le lobe flocculonodulaire est divisé en **nodulus** (partie ventro-caudale du vermis) et les deux **flocculus**, de chaque côté.

Les parties caudales des lobes postérieurs sont appelées les « **tonsilles cérébelleuses** » ou « amygdales cérébelleuses ». Leur engagement dans le foramen magnum (**engagement tonsillaire**) peut avoir des conséquences cliniques dramatiques, notamment en comprimant les centres respiratoires bulbaires.

2. Anatomie profonde

La surface du cervelet est constituée de **cortex** (substance grise). Sous le cortex, on trouve de la substance blanche, ainsi que les **noyaux profonds** du cervelet. Ils sont au nombre de 4 par hémisphère, au niveau du pédoncule moyen :

Noyau denté/dentelé	Noyau emboliforme	Noyau globuleux	Noyau fastigial
---------------------	-------------------	-----------------	-----------------

Les noyaux globuleux et emboliforme sont regroupés sous le terme de **noyaux interposés**. Pour se souvenir de l'ordre des noyaux (de latéral à médial), rappelez-vous du mnémotechnique « **Don't Eat Greasy Food !** ».

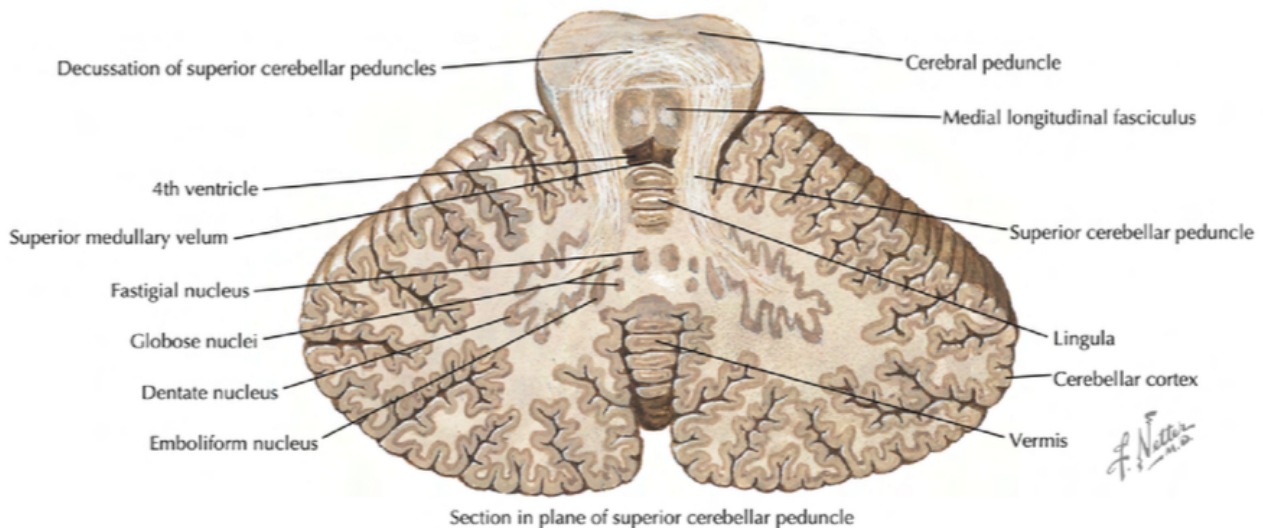


Fig. 12 : Anatomie interne du cervelet, Netter's Atlas of Neuroscience



Fig. 13 : Noyaux du cervelet, TP 2020

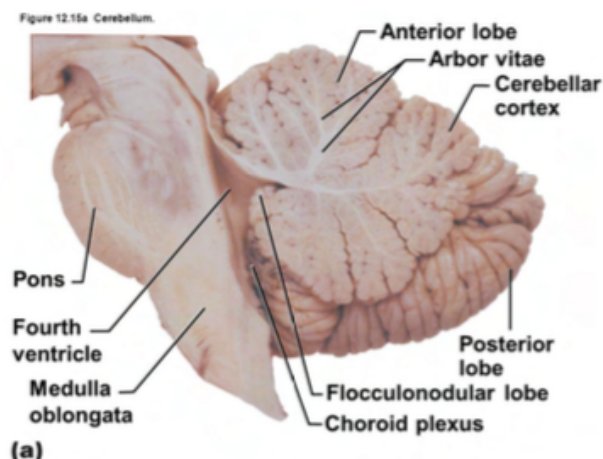


Fig. 14 : Arbor vitae, Pearson education

Une coupe médiosagittale donne une figure que l'on appelle **arbor vitae** (arbre de vie). Les feuilles sont le cortex, les branches ainsi que le tronc sont la substance blanche.

3. Anatomie fonctionnelle

Pour les circuits cérébelleux détaillés du vestibulo-cervelet, du spino-cervelet et du cérébro-cervelet, se référer aux annexes et à l'APP correspondant au cervelet. Dans ce TP, nous nous concentrerons sur le contenu des pédoncules cérébelleux.

Pédoncules :

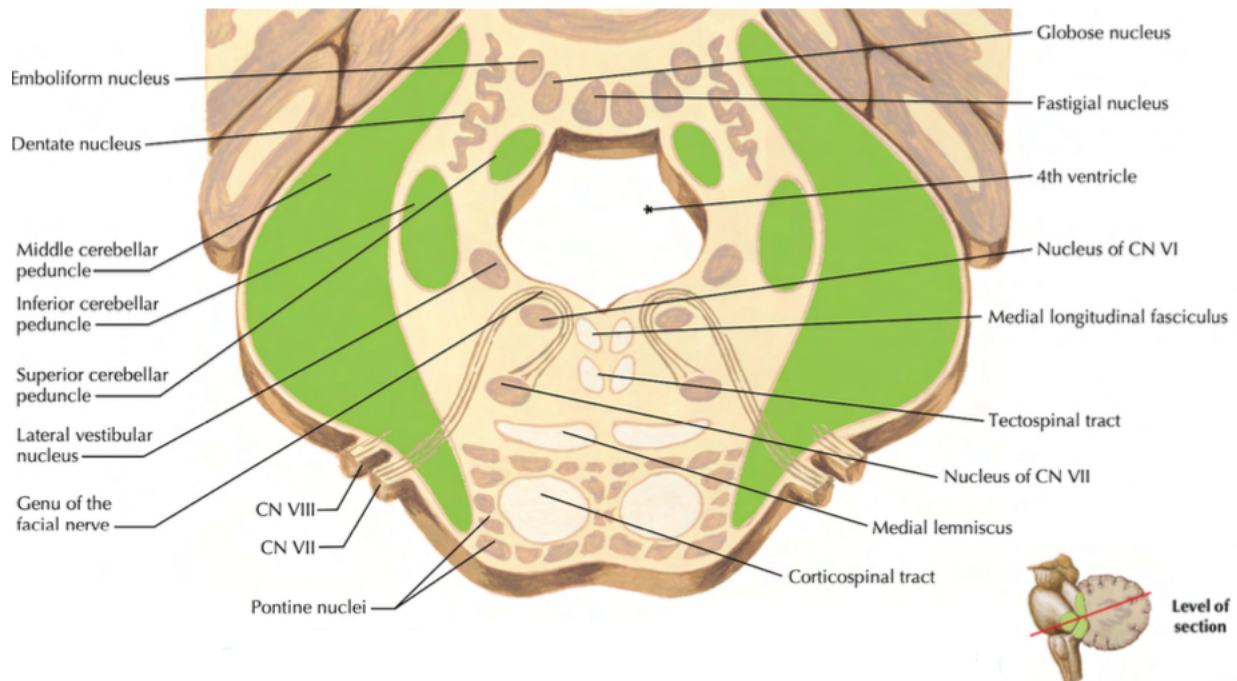


Fig. 15 : Pédoncules cérébelleux, Netter's Atlas of Neuroscience



Fig. 16 : Pédoncules cérébelleux à différents niveaux du tronc (medulla, pont et pont rostral), Neuroanatomy : Text and Atlas, John H. Martin

- Au niveau de la medulla, on commence à voir le pédoncule inférieur.
- Au niveau du pons, le pédoncule moyen est le plus massif et entoure les deux autres pédoncules qui sont intercalés entre ce dernier et le 4e ventricule. On remarque les noyaux cérébelleux.
- Au niveau du pons rostral, on voit le pédoncule supérieur qui forme le toit du 4^e ventricule.

Division fonctionnelle du cervelet :

- **Vestibulo-cervelet** : le lobe flocculonodulaire
- **Spino-cervelet** : le vermis et les parties intermédiaires des hémisphères
- **Cérébro-cervelet** : les parties latérales des hémisphères

Récapitulatif des voies :

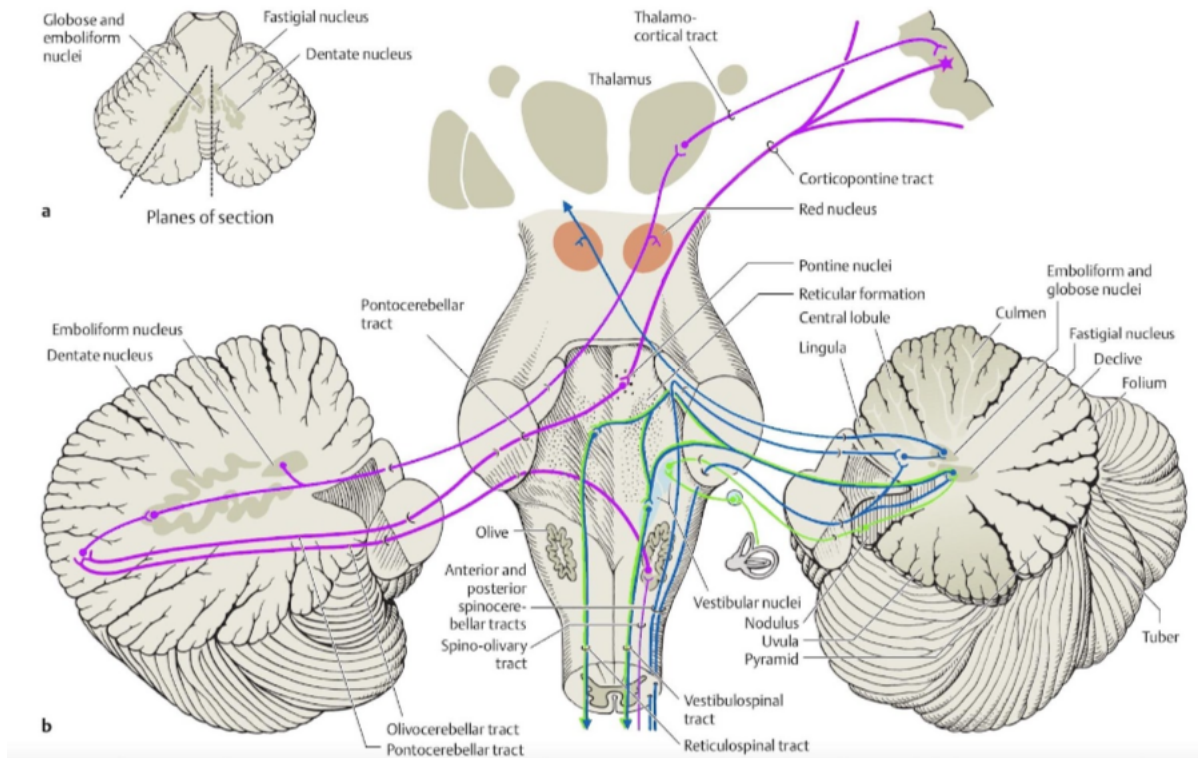


Fig. 17 : Tractus du cervelet, adapté du Duus, tiré du TP 2020

Récapitulatif du contenu des pédoncules cérébelleux :

Peduncle	Input (afferents)	Output (efferents)
Inferior	Spinocerebellar Dorsal Rostral Cuneocerebellar Olive-cerebellar Reticulocerebellar Vestibulocerebellar CN VIII	Fastigiobulbar, } To vestibular and reticular nuclei Direct cerebellovestibular (to lateral vestibular nucleus [LVN])
Middle (brachium pontis)	Pontocerebellar	
Superior (brachium conjunctivum)	Ventral spinocerebellar Tectocerebellar Superior colliculus Inferior colliculus	Dentatothalamic Dentatorubral Dentatoreticular Interpositus-rubral connections (globose, emboliform)

Fig. 18 : Contenu des pédoncules cérébelleux, adapté de Netter's Atlas of Neuroscience

C. Le système limbique et la formation hippocampique

1. Introduction à l'anatomie du système limbique

Le système limbique est un ensemble de structures corticales et sous-corticales impliquées dans la **mémoire** et l'**apprentissage**, le système de **récompense**, les **émotions** et le **comportement**. Il est formé par un ensemble de structures situées près de la limite (« *limbus* » en latin) entre le diencéphale et le télencéphale.

Structures télencéphaliques :

Structure	Composantes
Formation hippocampique	• Hippocampe propre (corne d'Ammon) • Gyrus denté • Subiculum
Amygdale	Noyaux (basolatéral, central et médial)
Striatum ventral	• Noyau accumbens • Parties ventromédiales du putamen et du noyau caudé • Tubercule olfactif
Cortex associatif limbique	• Gyrus cingulaire • Gyrus parahippocampique • Gyrus orbitaire • Gyrus frontal-médial • Pôle temporal

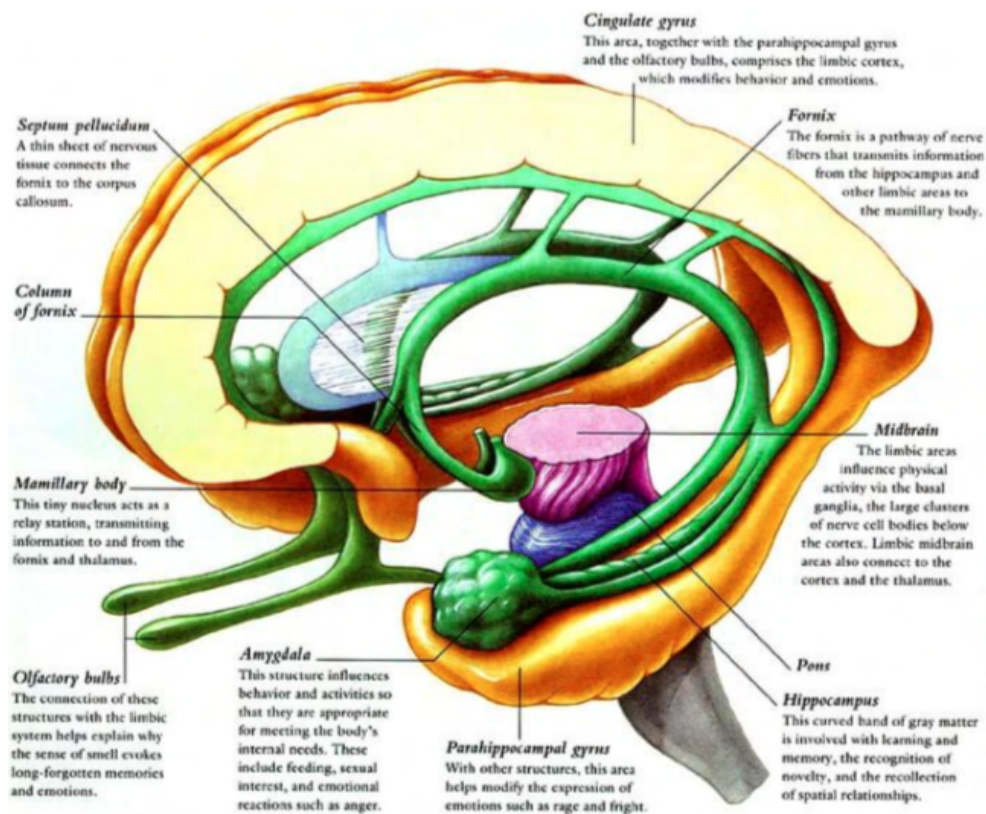


Fig. 19 : Système limbique, <https://epomedicine.com/medical-students/limbic-system-simplified/>

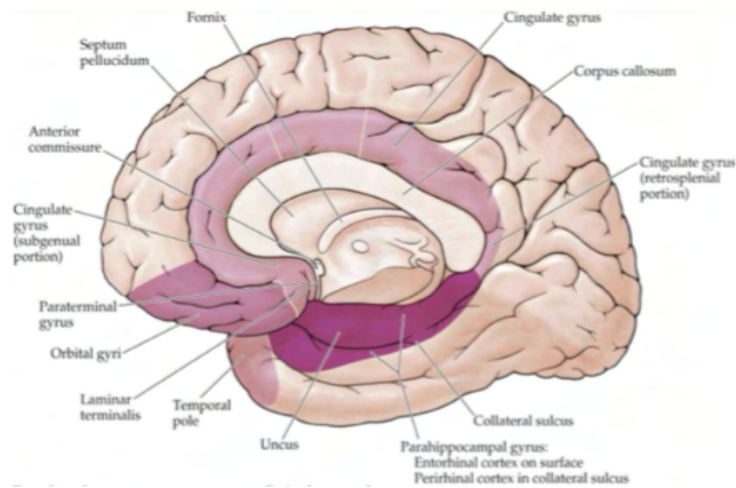


Fig. 20 : Cortex associatif limbique, Neuroanatomy : Text and Atlas, John H. Martin

Remarque :

Le **gyrus cingulaire** est bordé par le **sillon cingulaire** et le **corps calleux**. Il se divise en trois régions rostro-caudalement : le cortex cingulaire subgénéral, cingulaire antérieur et cingulaire postérieur. En profondeur de ce gyrus se trouve un faisceau de substance blanche reliant le gyrus cingulaire à la formation hippocampique : le **cingulum**.

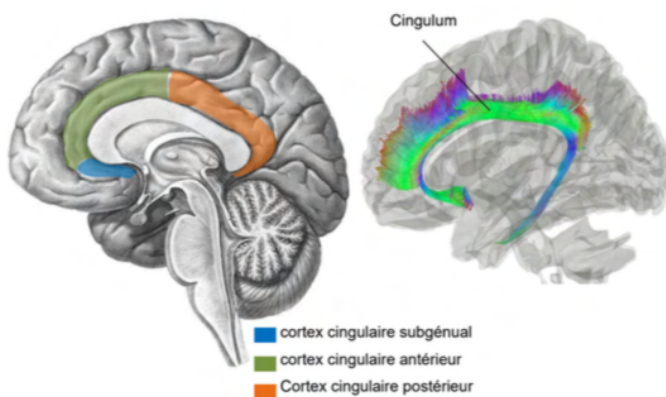


Fig. 21 : Cortex cingulaire, TP 2020

Structures diencephaliques :

Structure	Composantes
Certains noyaux thalamiques	• Noyau antérieur • Noyau médial dorsal • Noyau centro-médian (noyau intralaminaire)
Certains noyaux de l'hypothalamus	• Corps mamillaires • Noyau ventral-médial • Hypothalamus latéral
Epythalamus	• Habenula

Remarque :

Certaines structures du **mésencéphale** peuvent être considérées comme intimement liées au système limbique et notamment l'**aire tegmentale ventrale** (ATV) et la **PAG** (aire périaqueducale).

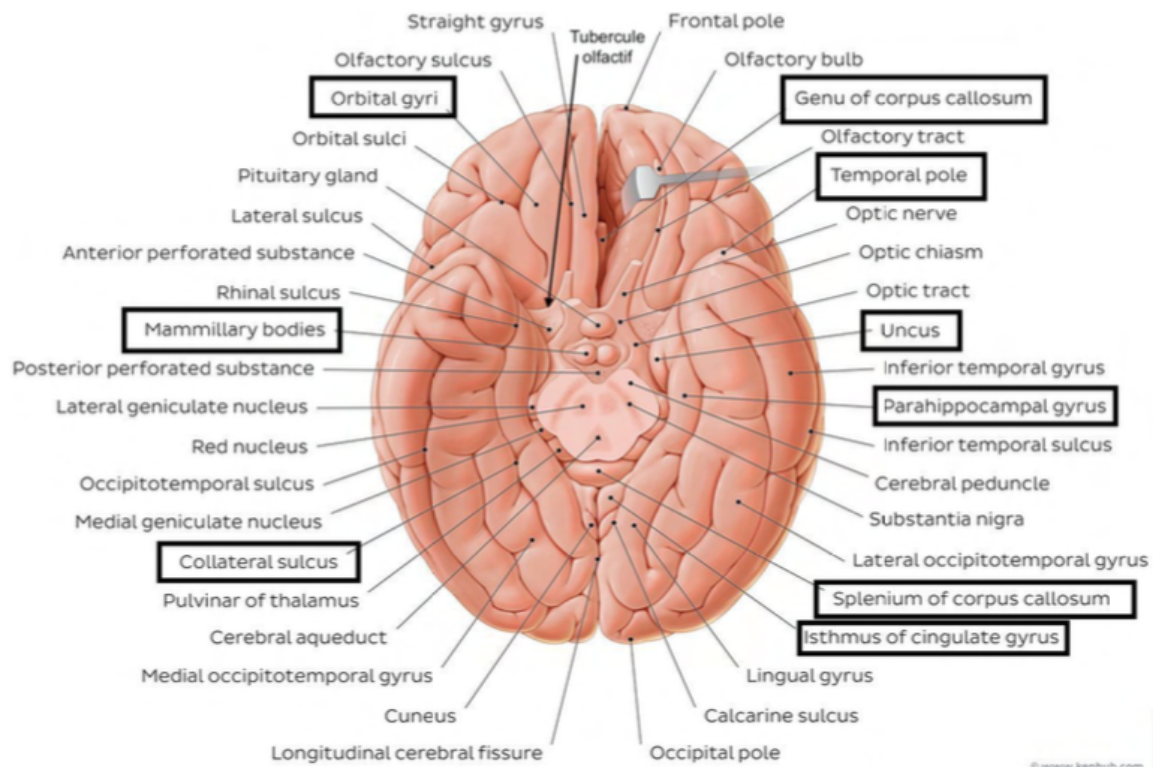


Fig. 22 : Structures du système limbique en vue ventrale, adapté de Kenhub

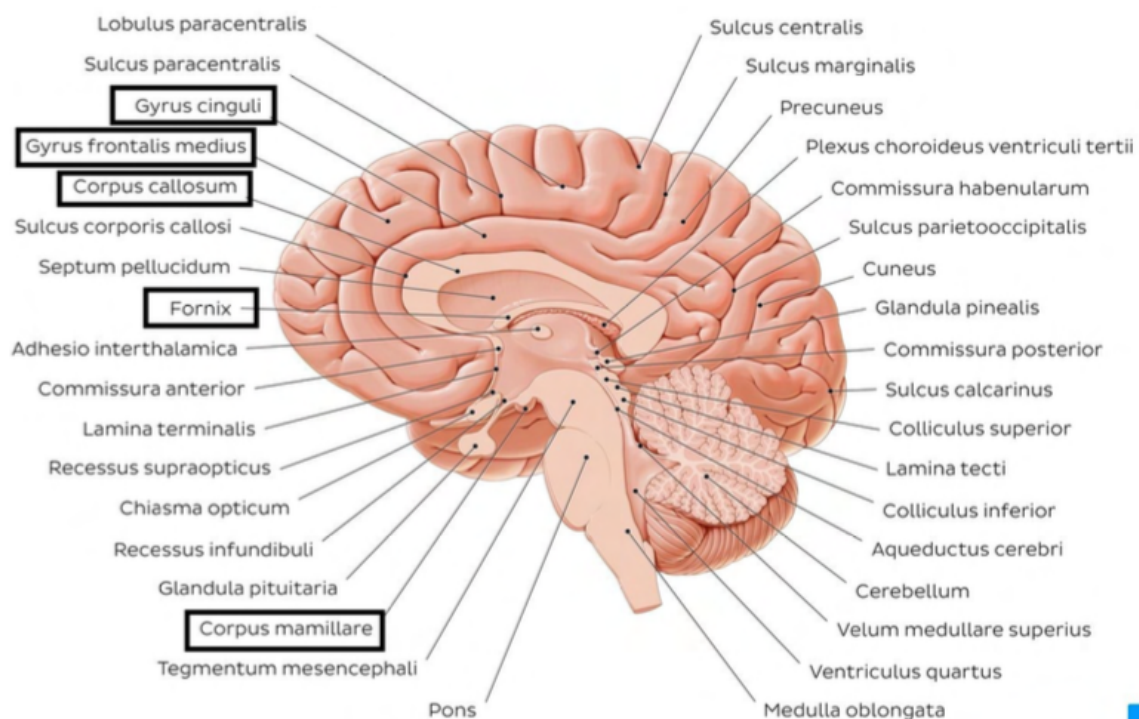


Fig. 23 : Structures du système limbique en vue sagittale, adapté de Kenhub

2. Formation hippocampique

Localisation :

La **formation hippocampique** est une structure corticale enroulée sur elle-même rappelant un hippocampe (d'où son nom), en profondeur du **gyrus parahippocampique** (face médiale du lobe temporal). Elle se trouve médialement à la **queue du noyau caudé** et est saillante dans la **corne temporale du ventricule latéral**, qu'elle suit caudalement.

Fonction :

Elle est impliquée dans la mémorisation, plus précisément la **mémoire déclarative** (consolidation) et la **navigation spatiale**. Une lésion conduit en général à une **amnésie antérograde** (l'incapacité d'assimiler de nouvelles informations).

Composantes :

La formation hippocampique se divise en 3 parties distinctes : l'**hippocampe** au sens propre (corne d'Ammon), le **gyrus denté** et le **subiculum**.

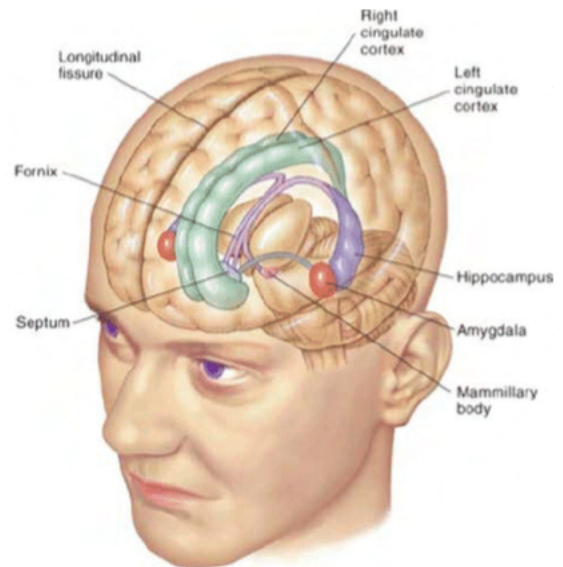


Fig. 24 : Formation hippocampique in situ, <https://slideplayer.com/slide/13093989/>

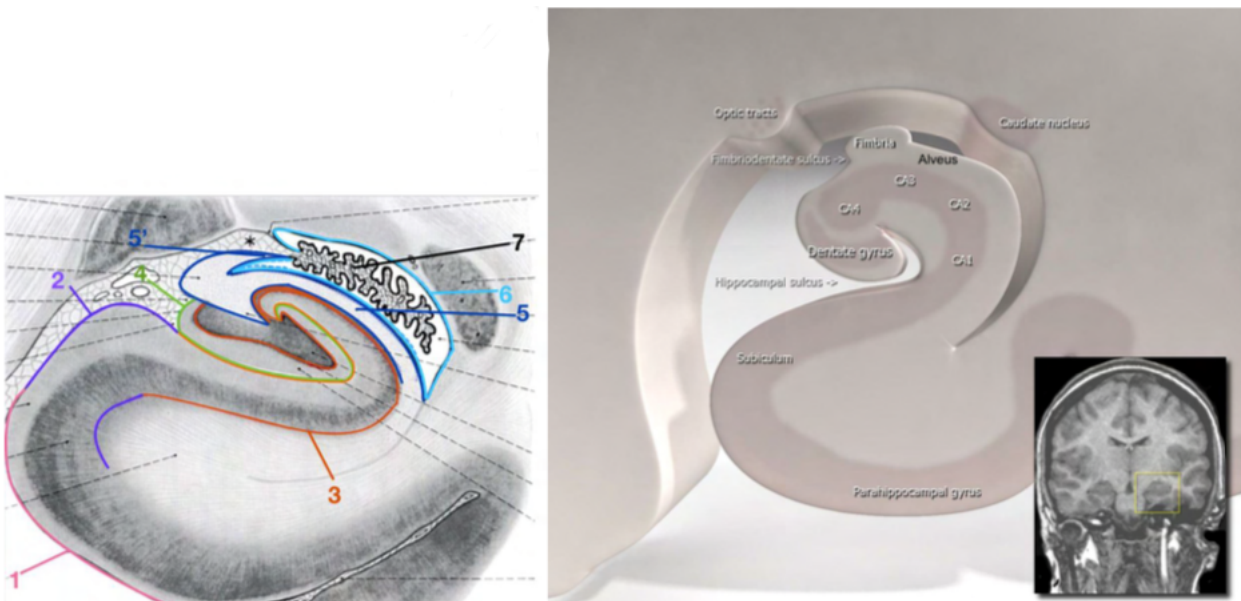


Fig. 25 : Zoom sur une coupe coronale de la formation hippocampique (gauche), tirée du TP 2020.

- 1 : cortex entorhinal ;
- 2 : subiculum ;
- 3 : hippocampe ;
- 4 : gyrus dentelé ;
- 5 : alvéus ;
- 5' : fimbria ;
- 6 : corne temporale du ventricule latéral ;
- 7 : plexus choroïde.

La **corne d'Ammon de l'hippocampe** se trouve en regard du **gyrus denté**. Ces deux structures forment deux U inversés et dessinent un S sur des coupes coronales. L'hippocampe est recouvert médialement par la circonvolution parahippocampale à laquelle il est relié via le **subiculum**. Une couche de substance blanche à la face dorsale de l'hippocampe, **l'alveus**, conduit les fibres de projections de l'hippocampe vers la **fimbria**, qui constitue ensuite le **fornix**. Le fornix est un faisceau bidirectionnel de matière blanche reliant la formation hippocampique aux **corps mamillaires**. Cette connexion fait partie du **circuit de Papez**.

Le circuit de Papez :

Dans le gyrus parahippocampique, le **cortex entorhinal** reçoit des afférences du cortex associatif limbique via le **cingulum**. Les projections du cortex entorhinal vers le gyrus denté forment la **voie perforante**. Le gyrus denté projette vers **l'hippocampe** et le subiculum. Les projections de l'hippocampe et du subiculum circulent dans l'alvéus puis se rassemblent dans la **fimbria** du **fornix**. Via le fornix, la formation hippocampique projette sur les **corps mamillaires** de l'hypothalamus et sur les **noyaux du septum** (rostraux au septum pellucidum, dans le lobe frontal). Les corps mamillaires projettent ensuite sur le **noyau antérieur du thalamus** (**tractus mamillothalamique**) qui projette à son tour sur le **gyrus cingulaire**. Ainsi, via le cingulum, se forme une boucle limbique qui a été nommée la **boucle de Papez**. Ce circuit participe à la consolidation de la mémoire déclarative (explicite). En cas d'atteinte on aura une amnésie antérograde.

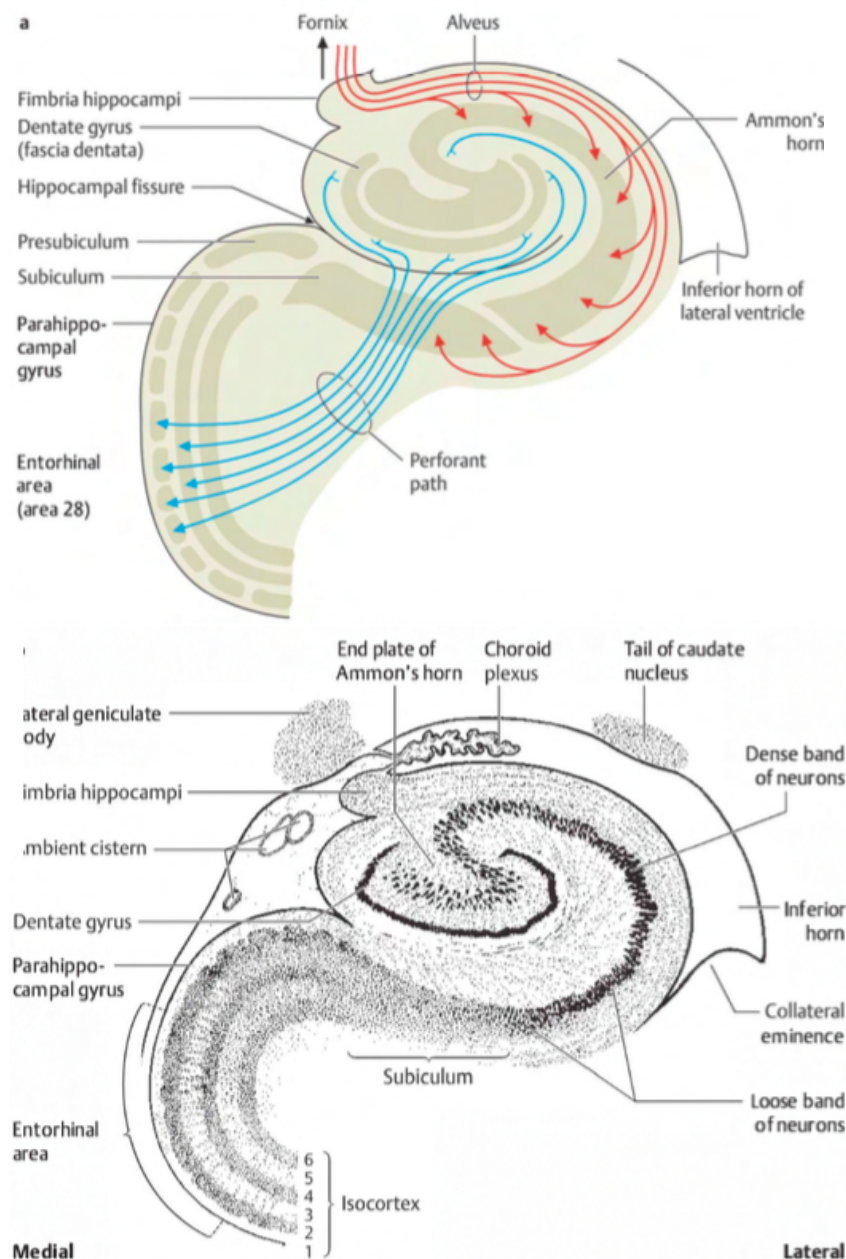


Fig. 26 : Structure et voies de l'hippocampe, Duus.

La formation hippocampique participe à d'autres circuits et notamment par des efférences vers l'amygdale et des projections sur le cortex entorhinal qui projette à son tour sur différents cortex (préfrontal, orbital, parahippocampique, cingulaire, insulaire). Les détails de ces circuits seront abordés en APP.

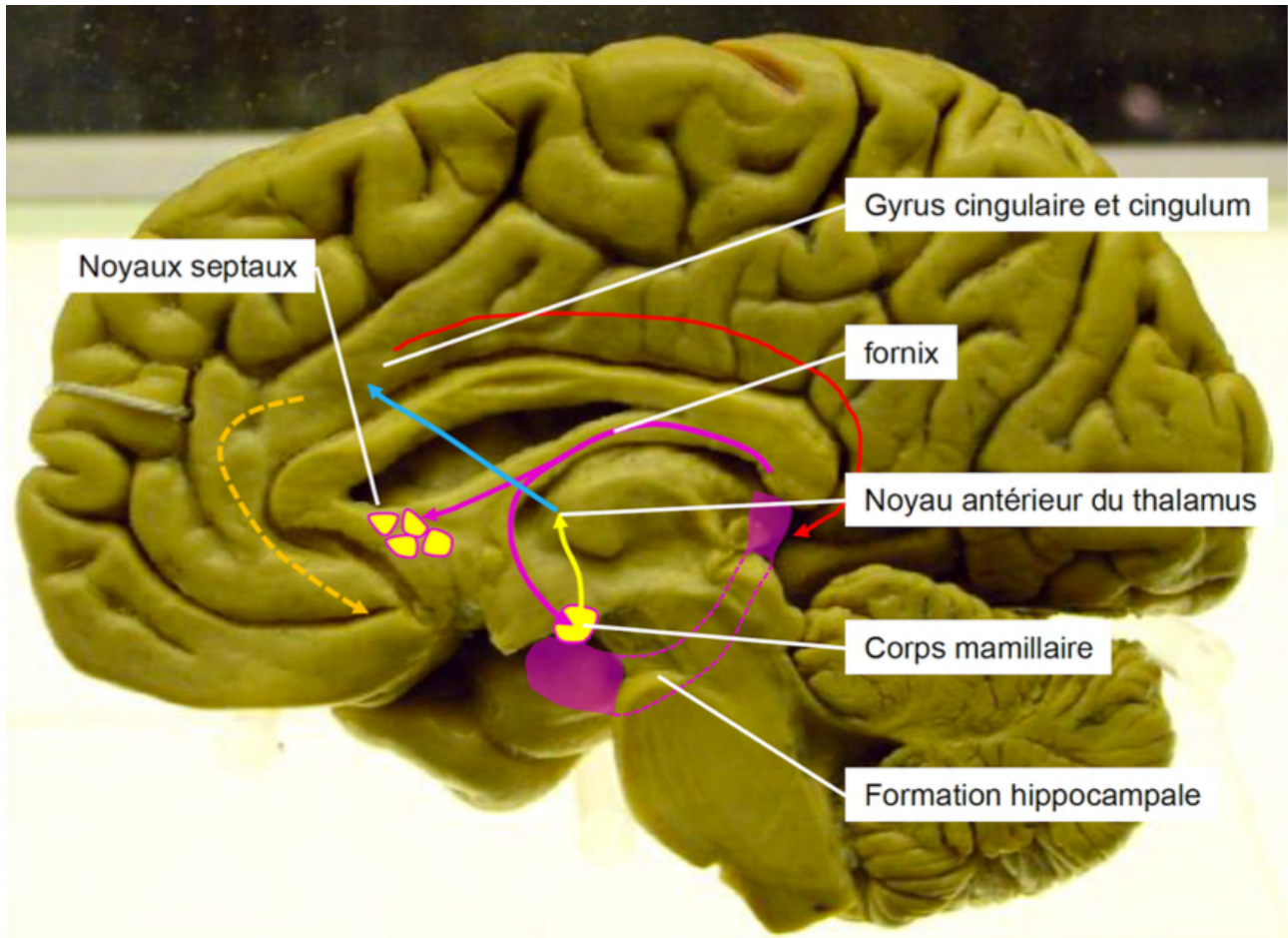


Fig. 27 : Circuit de la formation hippocampale de la boucle de Papez in situ, TP 2020.

3. Amygdale

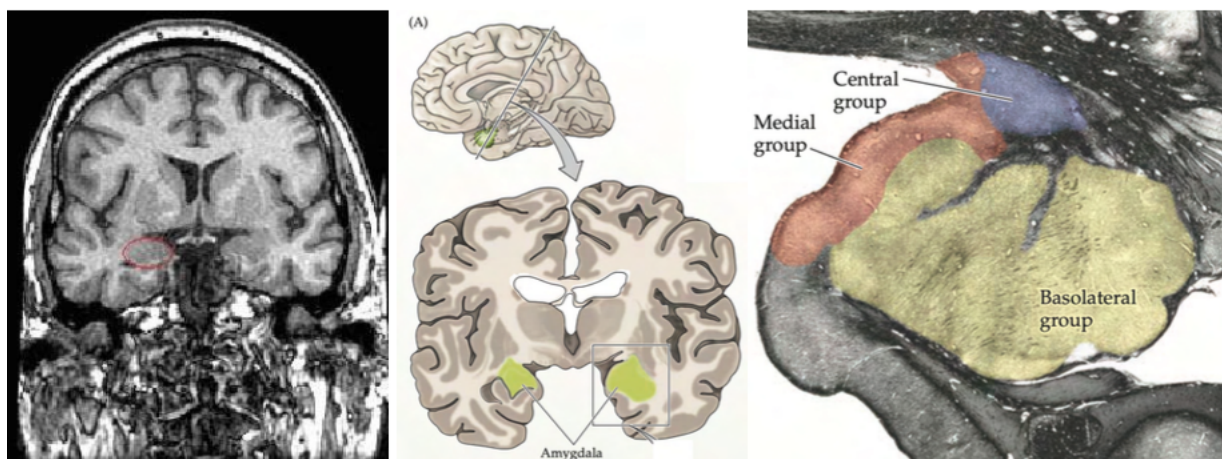


Fig. 28 : Schéma de l'amygdale, *Neuroanatomy : Text and Atlas*, John H. Martin.

Structure:

L'amygdale (ou complexe amygdalien) est un ensemble de **noyaux sous-corticaux** situé dans le **lobe temporal médial rostral**, en profondeur de **l'uncus** (faisant partie aussi du gyrus parahippocampique).
Chaque amygdale est formée de **3 groupes de noyaux** :

Noyaux basolatéraux

Fonction	Déterminer et mémoriser la signification émotionnelle des stimuli
Projections afférentes	Aires corticales sensorielles et associatives des lobes temporal et insulaire et de l'hippocampe
Projections efferentes	Directes : cortex associatif limbique, cortex préfrontal et formation hippocampique
	Indirectes : • Voie amygdalofuge ventrale : noyau médial dorsal du thalamus → cortex associatif préfrontal • Noyau basal de Meynert (projections corticales diffuses d'ACh) • Noyaux centraux de l'amygdale

Noyaux centraux

Fonction	Réponses émotionnelles, régulation du système nerveux autonome, impliqué dans la dépendance et l'abus de substance
Projections afférentes	• Tronc cérébral (viscéro-sensorielles des noyaux solitaire et parabrachial, ATV) • Noyaux basolatéraux de l'amygdale
Projections efferentes	• Noyau moteur dorsal du nerf vague via la voie amygdalofuge ventrale • Autres noyaux parasympathiques du tronc cérébral • Hypothalamus latéral

Noyaux cortico-médiaux

Fonction	Régulation du comportement (alimentaire et reproductif) par les stimuli olfactifs
Projections afférentes	Bulbe olfactif
Projections efferentes	• Bulbe olfactif • Noyau ventro-médial de l'hypothalamus via la strie terminale

Fonction :

L'amygdale est une structure centrale pour les émotions, d'une part pour leur mémorisation et d'autre part leur expression comportementale. L'expression des émotions par l'amygdale passe par les **3 systèmes** suivants :

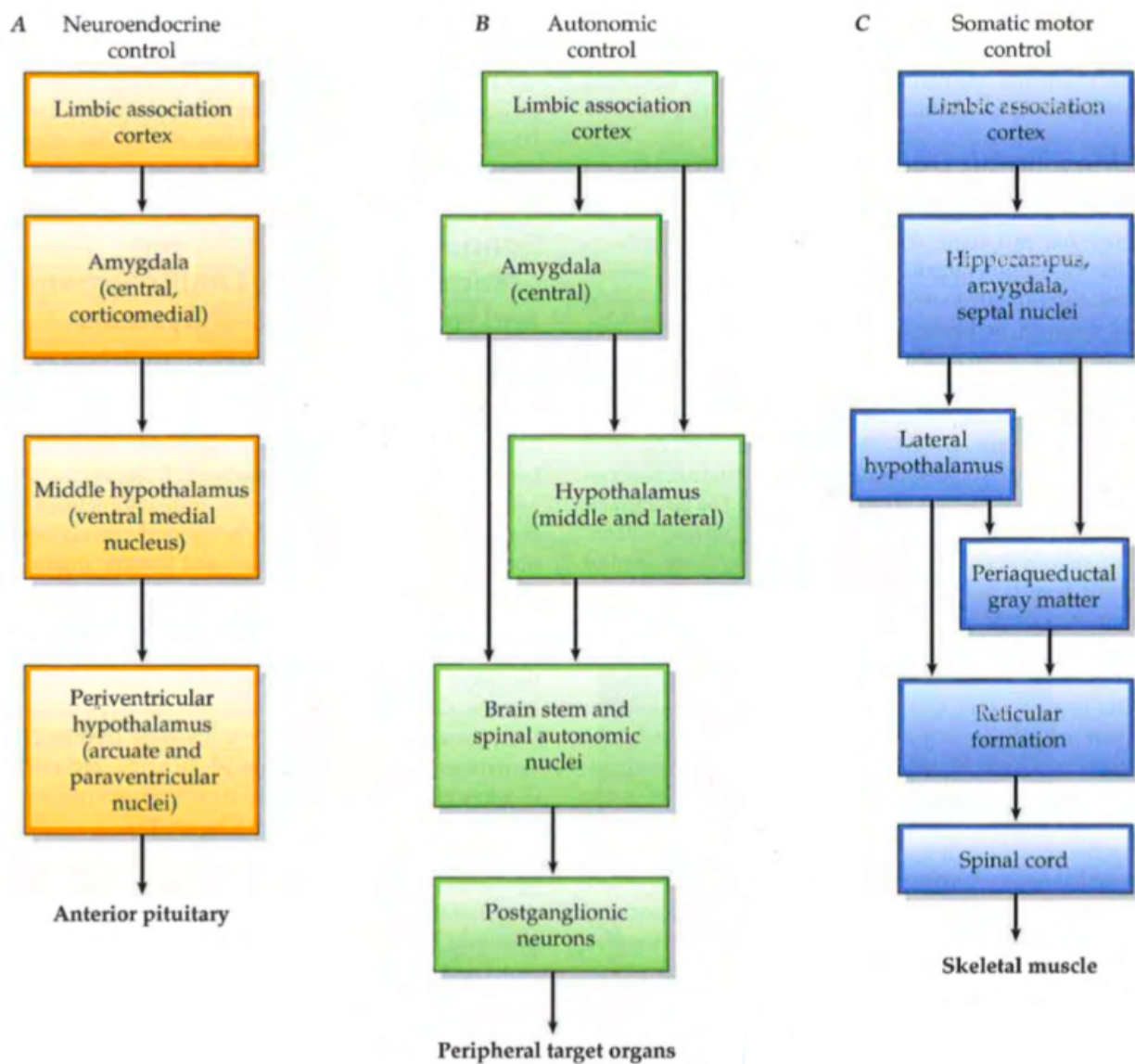


Fig. 29 : Relations between the limbic system and effector systems, Chap 16 Martins.

4. Hypothalamus

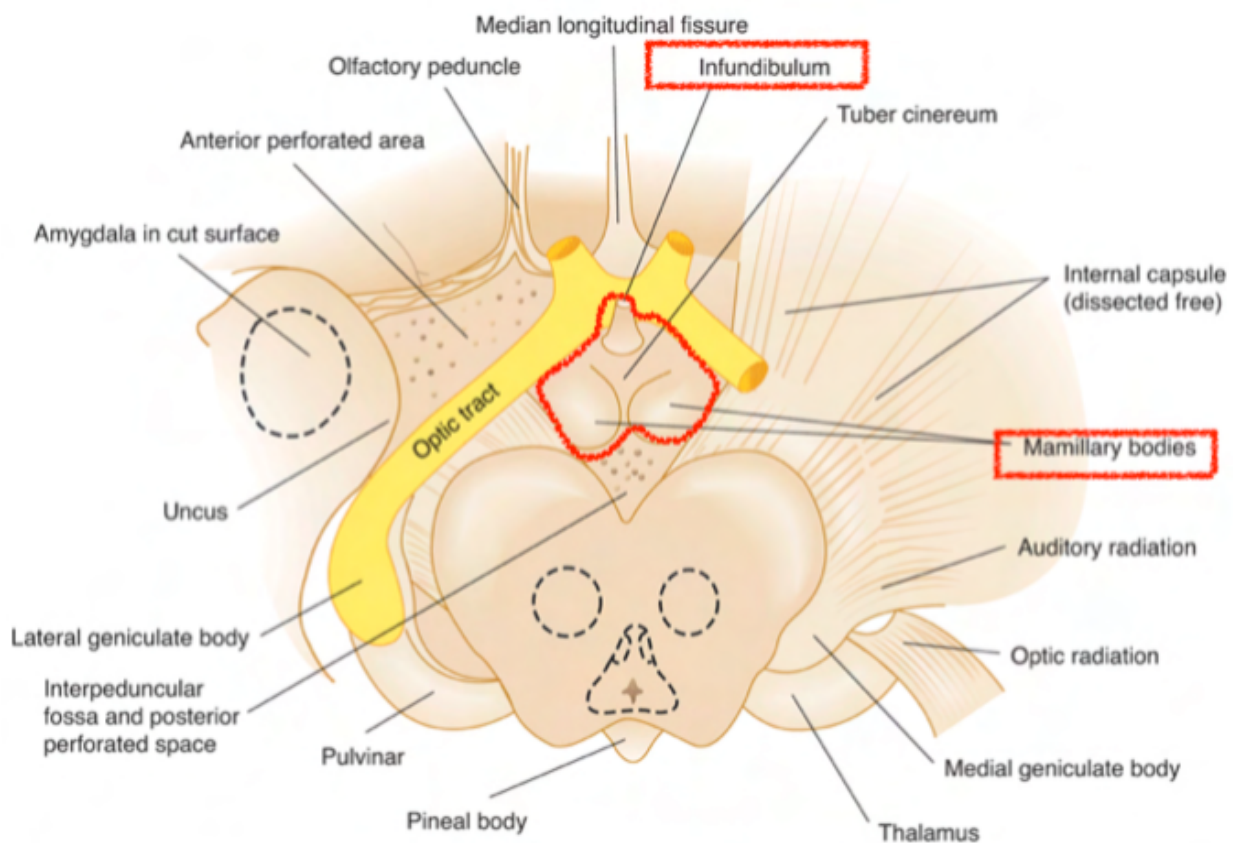
Localisation :

L'hypothalamus se trouve sous le thalamus, dont il est séparé par le **sillon hypothalamique**. Il se trouve en arrière de la **commissure antérieure** et de la **lame terminale**. L'hypothalamus forme la paroi latérale et le plancher du **3e ventricule**, notamment les **récessus supraoptique et infundibulaire**.

L'hypothalamus est relié à l'hypophyse (glande pituitaire) par la tige pituitaire (= infundibulum = tige hypophysaire). L'hypophyse est enfermée dans la selle turcique et est divisée en deux glandes : adénohypophyse et neurohypophyse. Contrairement à l'adénohypophyse, la **neurohypophyse** est considérée comme une structure à part entière de l'hypothalamus.

L'hypothalamus agit sur le système limbique, sur la sécrétion de nombreuses hormones ainsi que sur la plupart des fonctions nécessaires à remplir les besoins élémentaires (alimentation, prise de boisson, sommeil, reproduction, etc.).

Il faut connaître structures voisines de l'hypothalamus :



Source: Waxman SG: *Clinical Neuroanatomy*, 26th Edition;
<http://www.accessmedicine.com>
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Fig. 30 : Hypothalamus, vue ventral, Waxman SG.

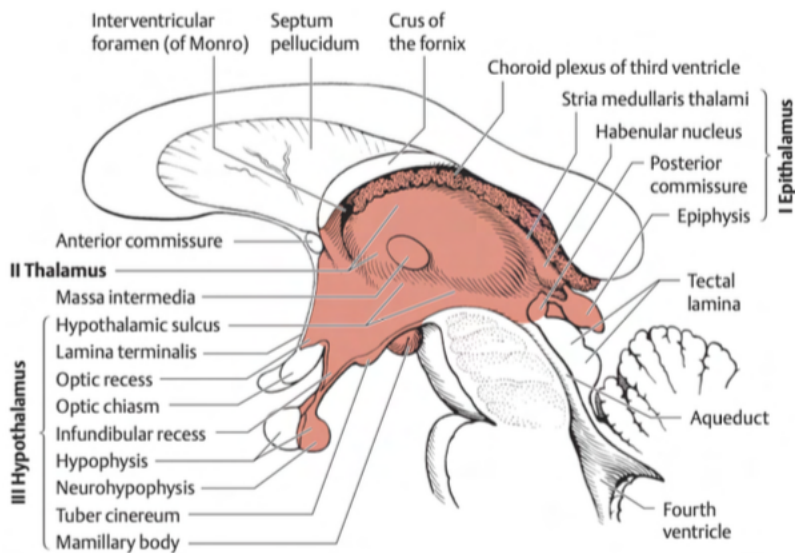


Fig. 31 : Hypothalamus sagittal, Duus p.260.

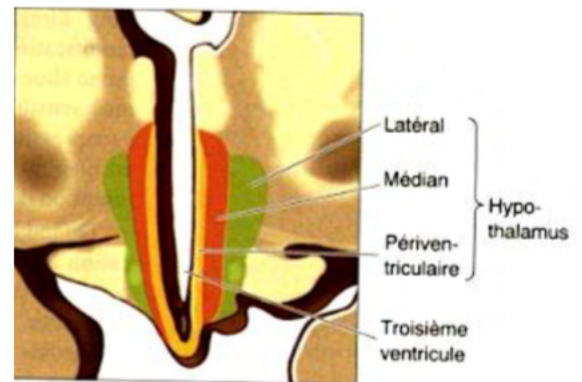


Fig. 32 : Noyaux de l'hypothalamus, cours d'endocrinologie de 1e année, L.Bayer.

Fonctions :

En coupe coronale, l'hypothalamus est divisé en 3 « zones » : **zone périventriculaire**, **zone moyenne**, **zone latérale**.

La zone moyenne est constituée d'un grand nombre de noyaux qui sont à leur tour regroupés en 3 catégories: **groupe de noyaux antérieurs** (dont le noyau paraventriculaire, à ne pas confondre avec le périventriculaire), **moyens et postérieurs**.

Les détails anatomiques des noyaux ne sont pas à connaître, toutefois il faut comprendre la division en régions :

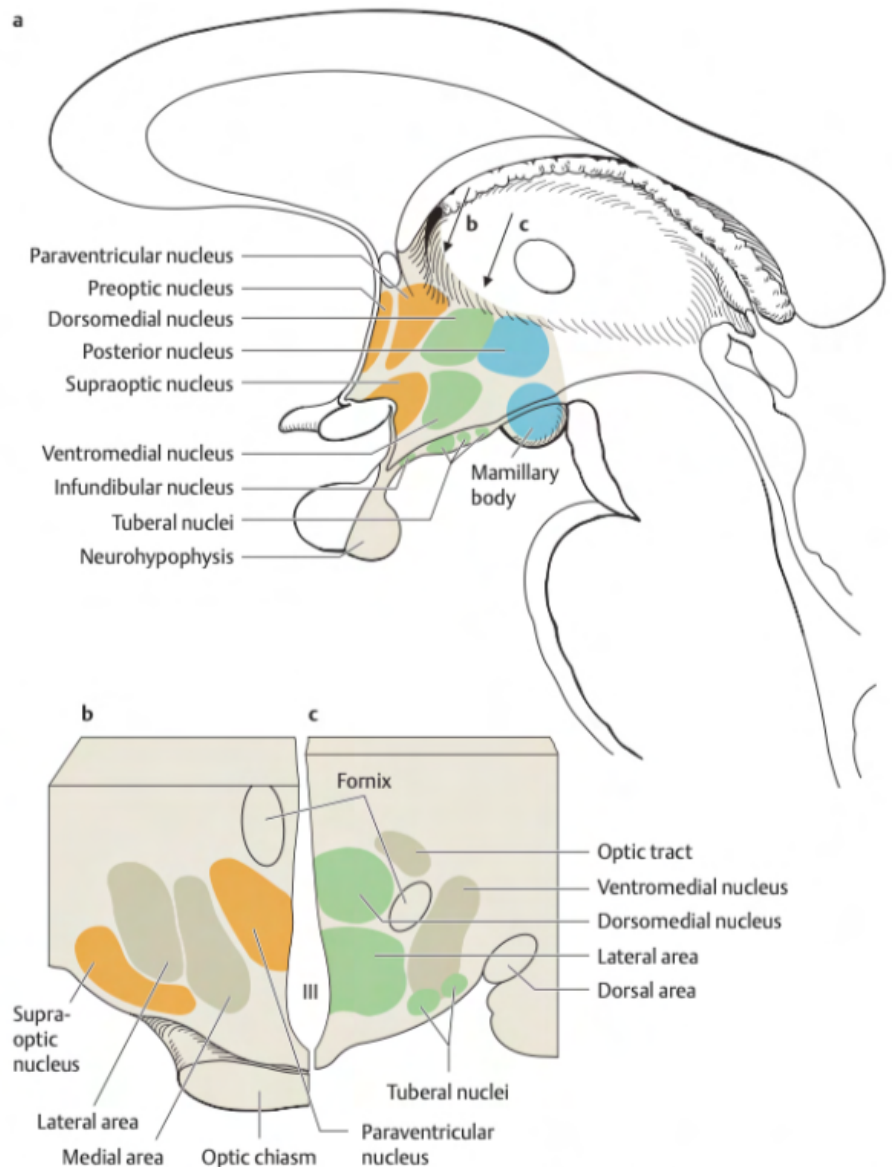


Fig. 33 : Hypothalamus, Duus p.275.

Fig. 6.8 Hypothalamic nuclei. a Lateral view. b and c Coronal sections in two different planes.

Zone périventriculaire

Contrôle des sécrétions de l'**adénohypophyse** (hypophyse antérieure) en sécrétant les hormones peptidiques dans un lit capillaire situé autour de l'**éminence médiane** (absence de BHE) qui vont rejoindre un second lit capillaire grâce au **système porte hypothalamo-hypophysaire**. Une fois dans ce 2^e lit capillaire, ces hormones peptidiques vont stimuler les cellules sécrétrices de la glande.

Zone moyenne/intermédiaire/médiane

- **Sécrétion des hormones (AVP et OC) de la neurohypophyse** par des neurones magnocellulaires des **noyaux supraoptiques et paraventriculaires** dont les axones traversent la **tige pituitaire** et se terminent sur des capillaires fenestrés sans BHE.
- **Régulation du SNA par les neurones du noyau paraventriculaire** qui contrôlent les neurones autonomes préganglionnaires. Ils circulent d'abord dans le **faisceau médial du prosencéphale** (medial forebrain bundle), puis dans le **tegmentum latéral du tronc cérébral**. Ils font synapse avec les noyaux parasympathiques du tronc cérébral, de la colonne intermedio-latérale sympathique de la ME thoracique et lombaire, et des neurones parasympathiques de la ME sacrée.
- **Régulation du cycle circadien par le noyau suprachiasmatique** en recevant directement les projections des cellules ganglionnaires de la rétine (Cf. TP3).

Zone latérale

- En relation avec le système limbique, **traitement des émotions, notamment leur expression comportementale** en agissant sur le système neuro-endocrine, le SNA et le système réticulospinal.
- **Implication dans les mécanismes de l'éveil** par la sécrétion d'orexine.

D. Relations entre structures anatomiques

Après avoir étudié les structures profondes, il est important de comprendre leurs relations anatomiques. Voici un tableau qui résume le voisinage d'une structure donnée.

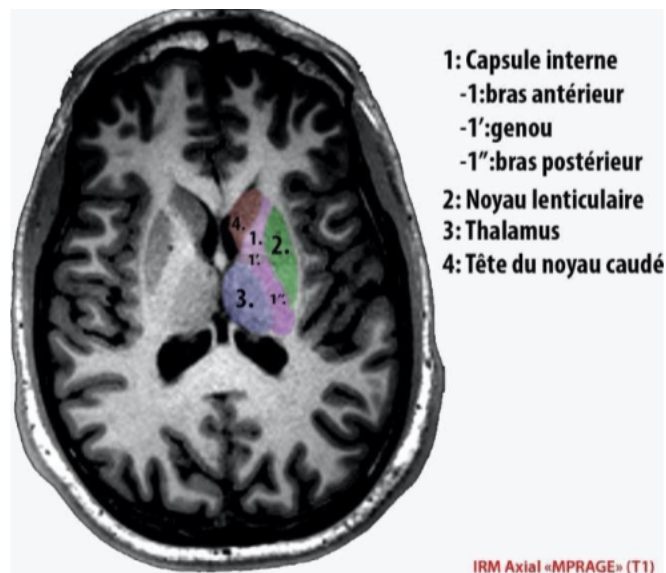


Fig. 34 : IRM T1 axial des noyaux gris centraux et de la capsule interne, TP 2020.

Noyau caudé

	Ventral	Médial	Dorsal	Latéral
Tête	Noyau accumbens	Corne antérieure du ventricule latéral		Capsule interne
Corps	Thalamus	Corps du ventricule latéral		Capsule interne
Queue	Corne postérieure du ventricule latéral		Portion rétro-lenticulaire de la capsule interne, substance blanche du lobe temporal	

Noyau lenticulaire (putamen et globus pallidus)

Ventral	Médial	Dorsal	Latéral
Commissure antérieure, télencéphale basal	Capsule interne	Capsule interne	Capsule externe

Substance noire (changement d'axe)

Rostral	Médial	Dorsal	Latéral
Noyau subthalamique	Aire tegmentale ventrale	Noyau rouge et lemnisque médial	Pédoncule cérébral

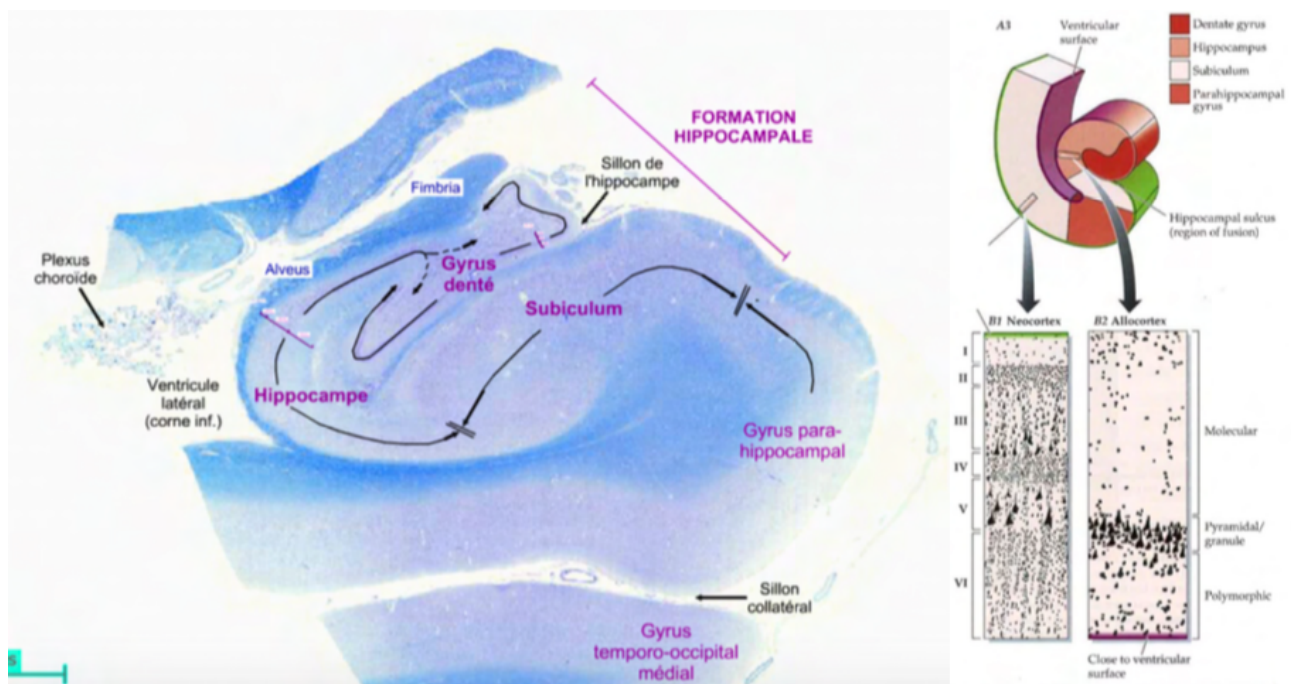
E. Histologie

1. SN 2 - Formation hippocampique (LFB CV)

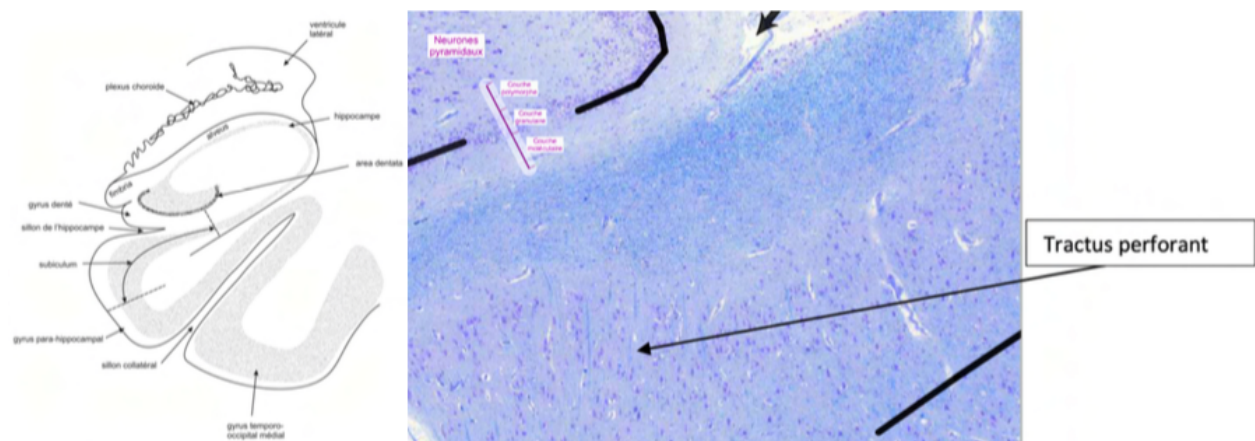
Coloration : mixte

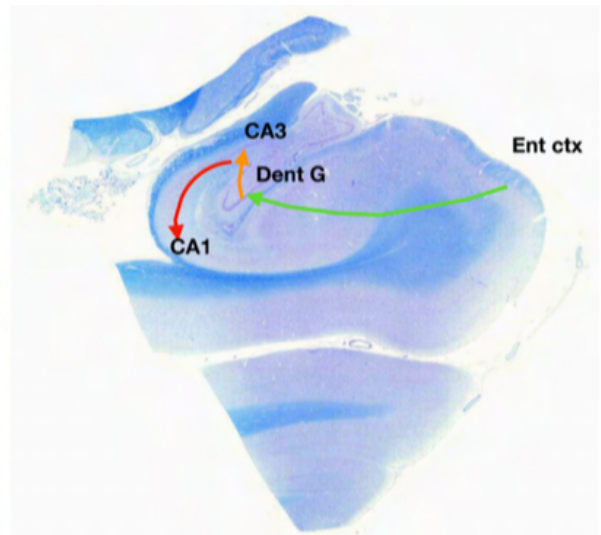
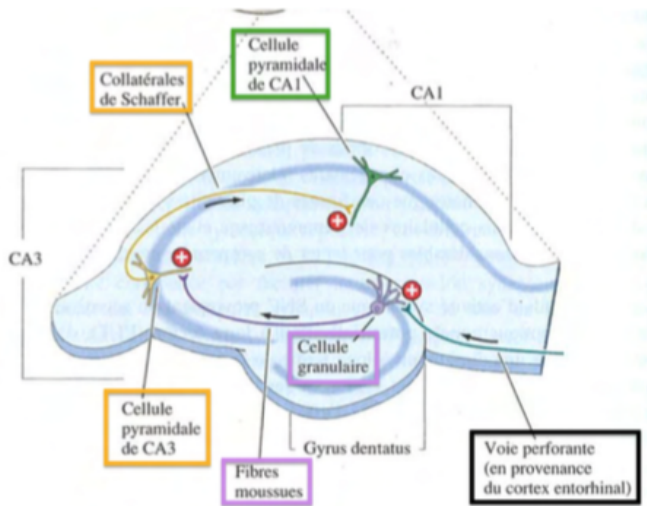
- **Luxol fast blue (LFB)** : coloration de la substance blanche → bleu
- **Crésyl violet (CV)** : coloration de la substance grise → violet

La **formation hippocampique** ressemble à deux lettres “C” imbriquées l’une dans l’autre. Le petit “C” correspond au **gyrus denté**, alors que le grand correspond à l’**hippocampe propre** et le subiculum. On remarque que l’**alveus** et la **fimbria** sont fortement teintés en bleu, car ils sont formés d’axones issus de la **corne d’Ammon**.



Au niveau de sa structure corticale, l’**hippocampe** et le **gyrus denté** ont la particularité de n’avoir que 3 couches : **moléculaire**, **pyramidale/granulaire** et **polymorphe**. On parle d’**allocortex** ou d’**archicortex** (en comparaison avec le reste du cortex qui est du néocortex). Le **subiculum** représente la transition entre l’archicortex et le néocortex du gyrus parahippocampique. Ici, on trouve le **cortex entorhinal** (CE) qui projette via le **tractus perforant** à travers le subiculum (stries bleues visibles) et vers le gyrus denté.





Composition cellulaire de l'hippocampe :

Les afférences du cingulum arrivent dans le cortex entorhinal et, via la voie perforante, arrivent dans les **cellules granulaires du gyrus denté**. Les axones de ces dernières, les **fibres moussues**, font des synapses avec les **cellules pyramidales de CA3** (l'une des aires composant l'hippocampe). Depuis CA3, les cellules pyramidales envoient leurs **collatérales de Schaffer** sur les **cellules pyramidales de CA1**, qui vont ensuite permettre le transport des informations en dehors de l'hippocampe.

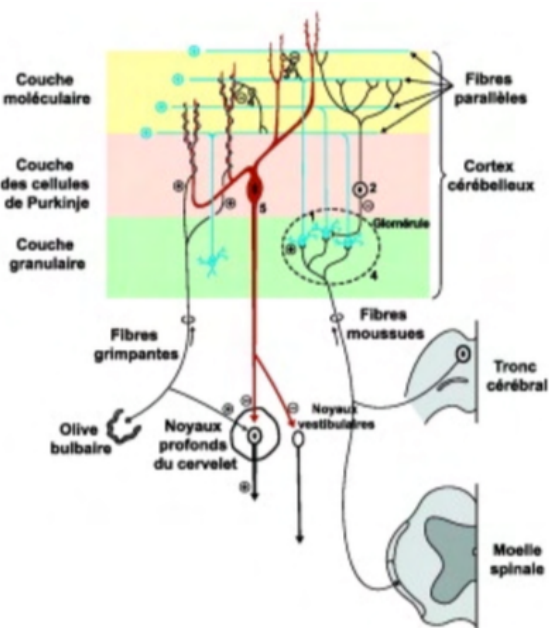
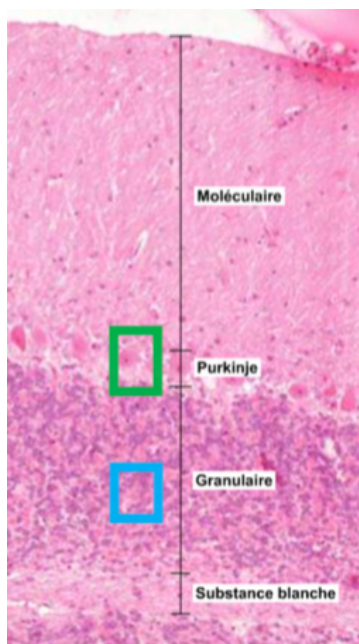
2. SN 14 - Cervelet (HE)

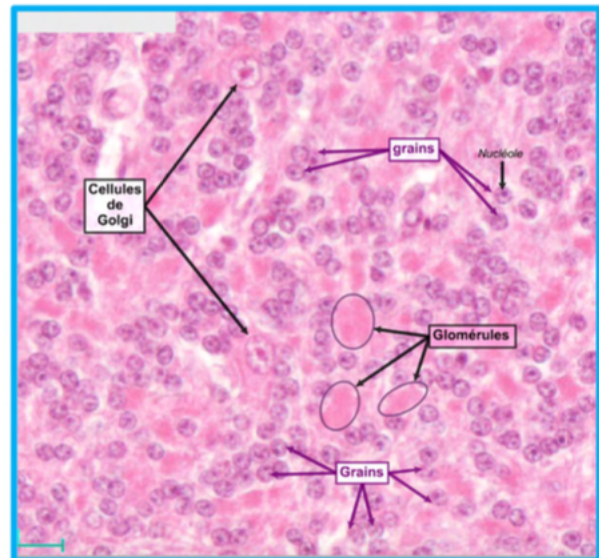
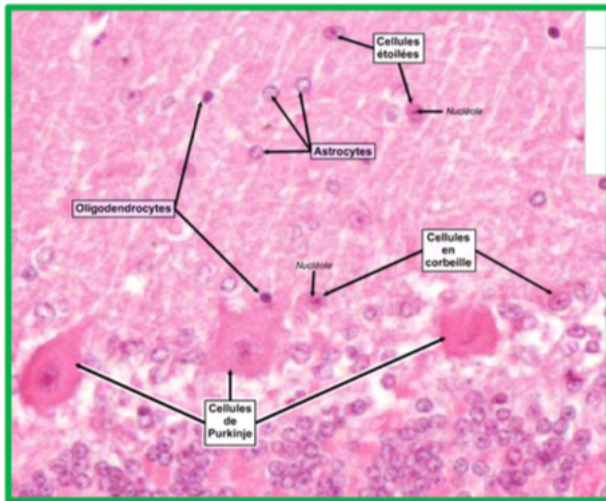
Coloration : mixte

- **Hémalun (H)** : coloration des noyaux → violet
- **Eosine (E)** : coloration du cytoplasme → rose

Le cervelet peut être divisé en 2 parties :

- **Centrale** : composée de la substance blanche et des noyaux gris centraux ;
- **Corticale** : composée principalement de substance grise en couches, séparée de la partie centrale par une fine bande de substance blanche.





Le cortex cérébelleux a la particularité d'être formé de 3 couches, de l'ext. vers l'int. :

Moléculaire

On distingue les corps cellulaires de 2 types de cellules :

- **Cellules en corbeille**, situées proche de la couche de Purkinje ;
- **Cellules étoilées**, avec des petits noyaux ronds et un nucléole bien visible.

Parmi les cellules, on retrouve aussi dans le neuropile :

- Les **fibres parallèles**, axones des cellules de la couche granulaire ;
- Les **projections** des cellules de la couche moléculaire sur celles de Purkinje ;
- Les **dendrites** des cellules de Purkinje et cellules de Golgi.

De Purkinje : ces grands neurones sont alignés en une rangée.

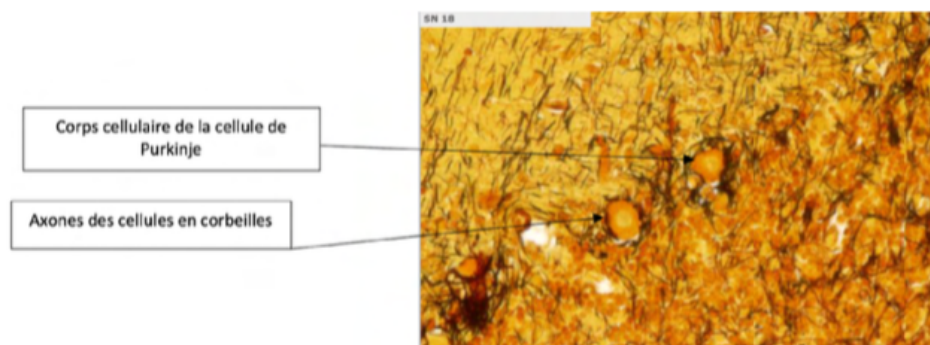
Granulaire

On distingue les corps cellulaires de 2 types de cellules :

- **Cellules de Golgi**, de grandes tailles, avec un noyau clair, peu nombreuses ;
- **Cellules dites "grains"**, de petite taille, en très grand nombre.

Les axones et les dendrites sont regroupés en structures appelées **glomérules**. Ils forment des espaces clairs entre les cellules et sont le lieu de synapse des fibres moussues.

3. SN 18 - Cervelet (Bielschowsky)

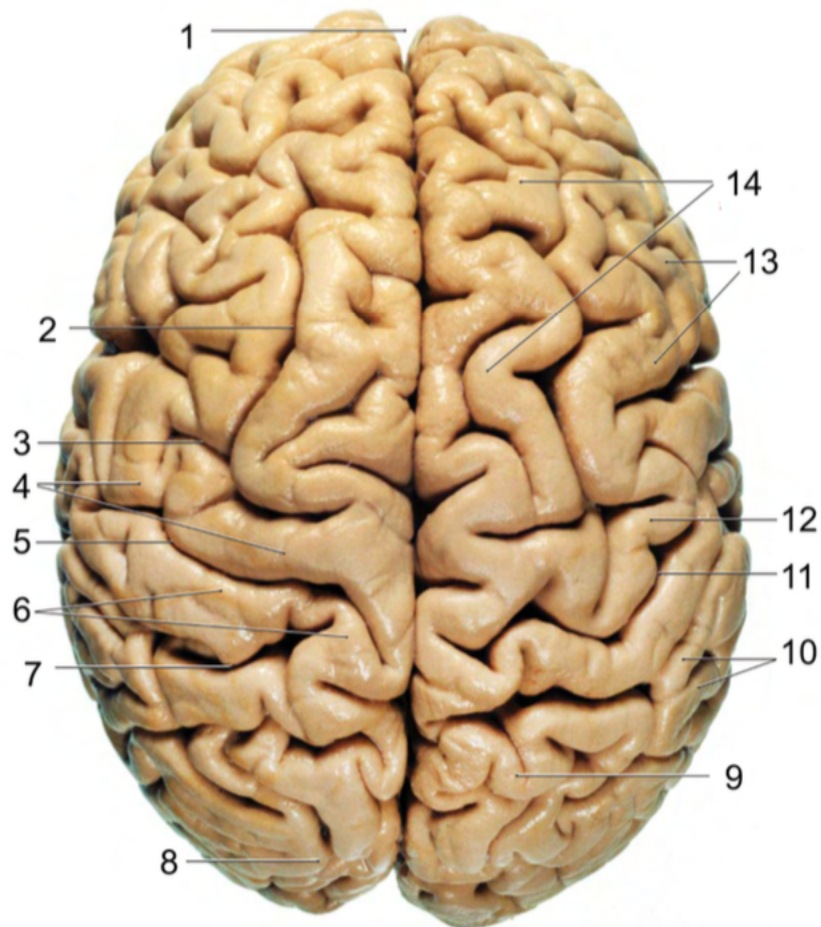


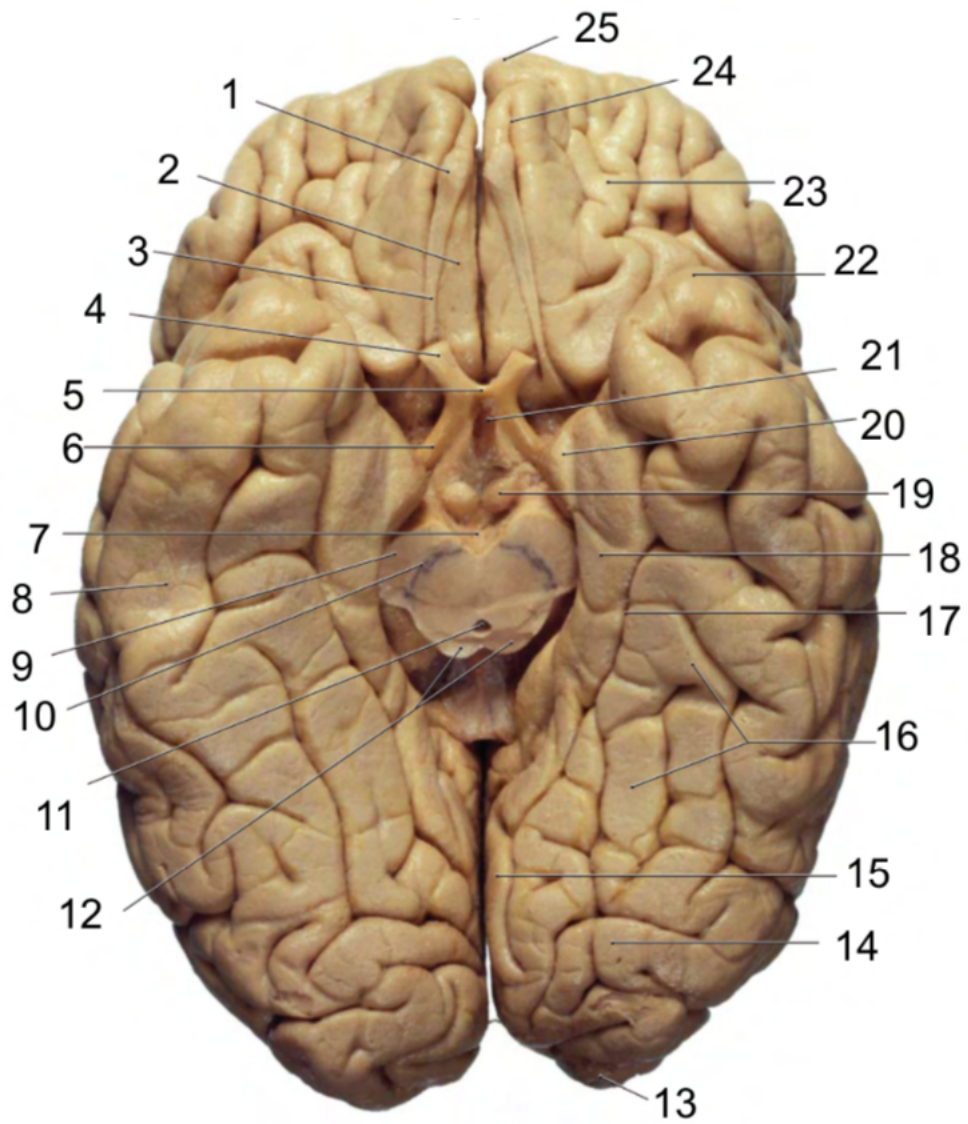
Il s'agit d'une coloration Bielschowsky qui révèle les axones des cellules notamment ceux des cellules en corbeille projetant sur les corps cellulaires de Purkinje.

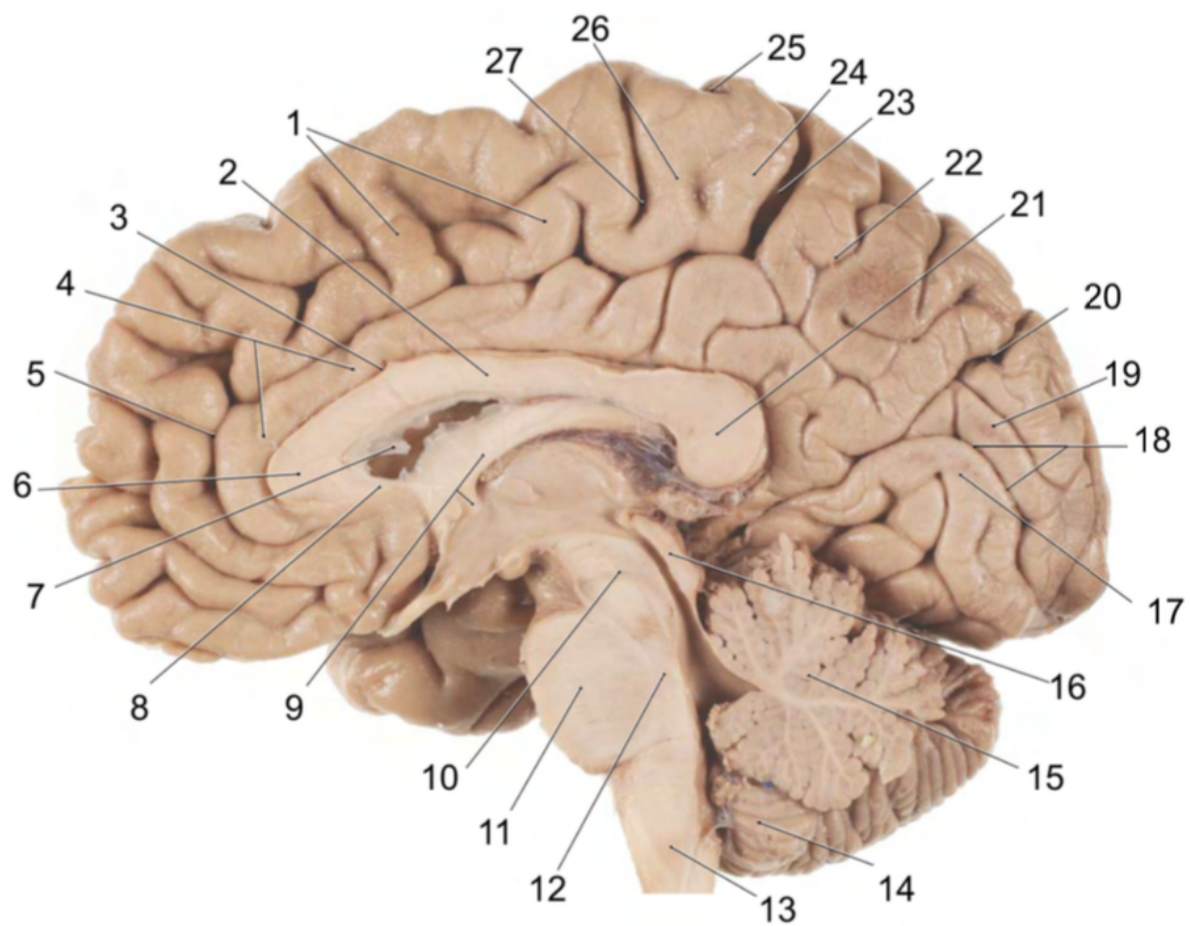
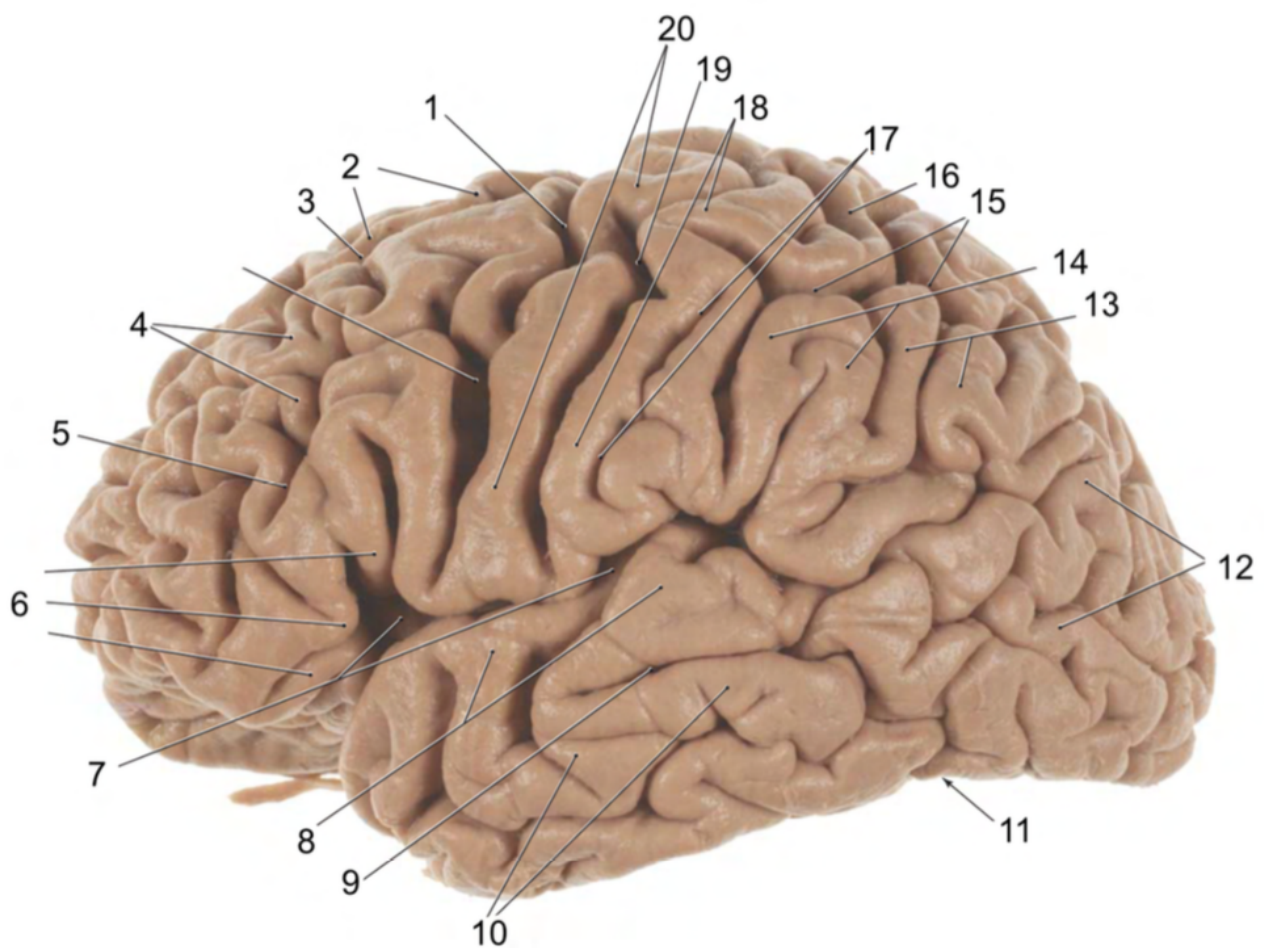
F. Exercices de révisions

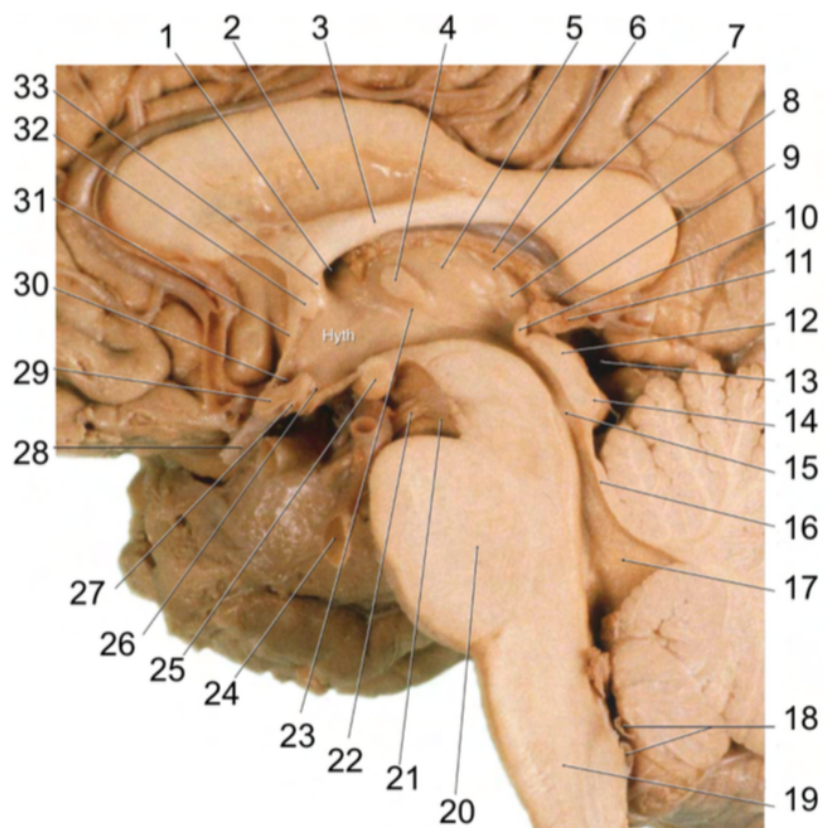
Nous avons sélectionné des coupes et des images de révisions, en plus de celles qui se trouvent sur le Drive. Il y a beaucoup de coupes et d'IRM, afin que chaque groupe choisisse celles qu'il souhaite traiter. En ce qui concerne les légendes et les sources des images, le correctif sera distribué après la séance pratique.

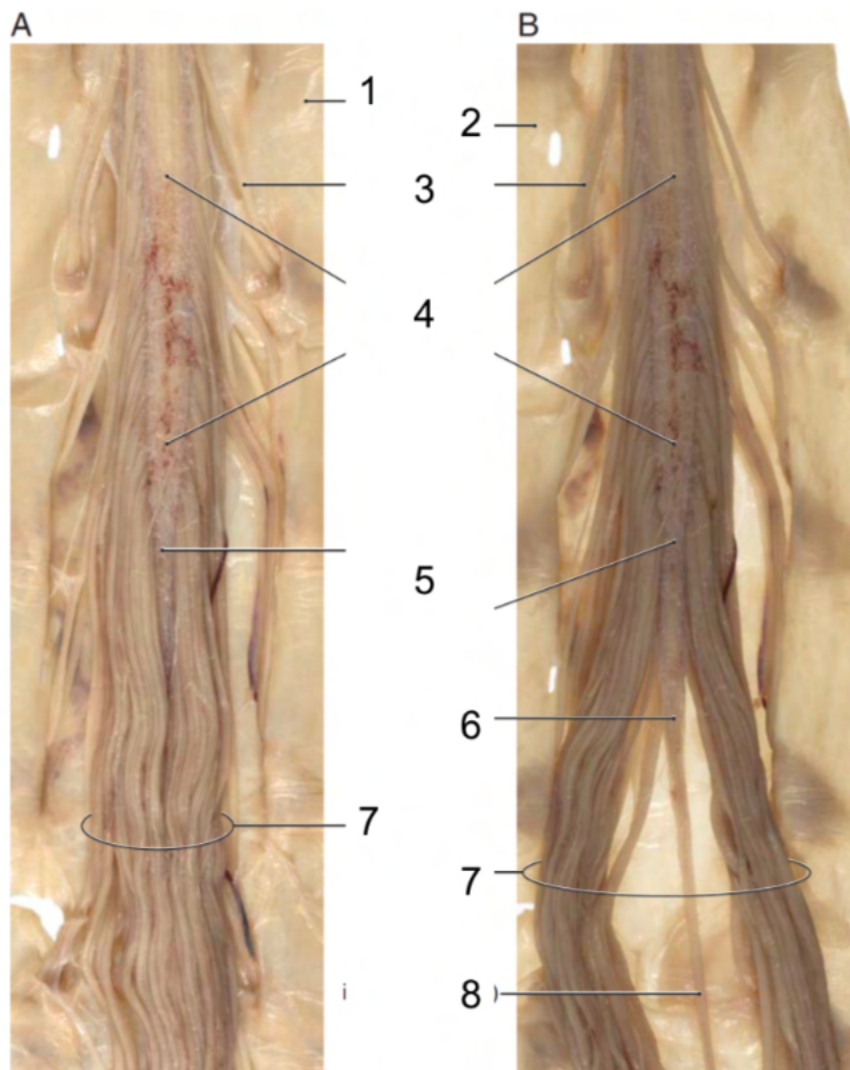
1. Anatomie macroscopique



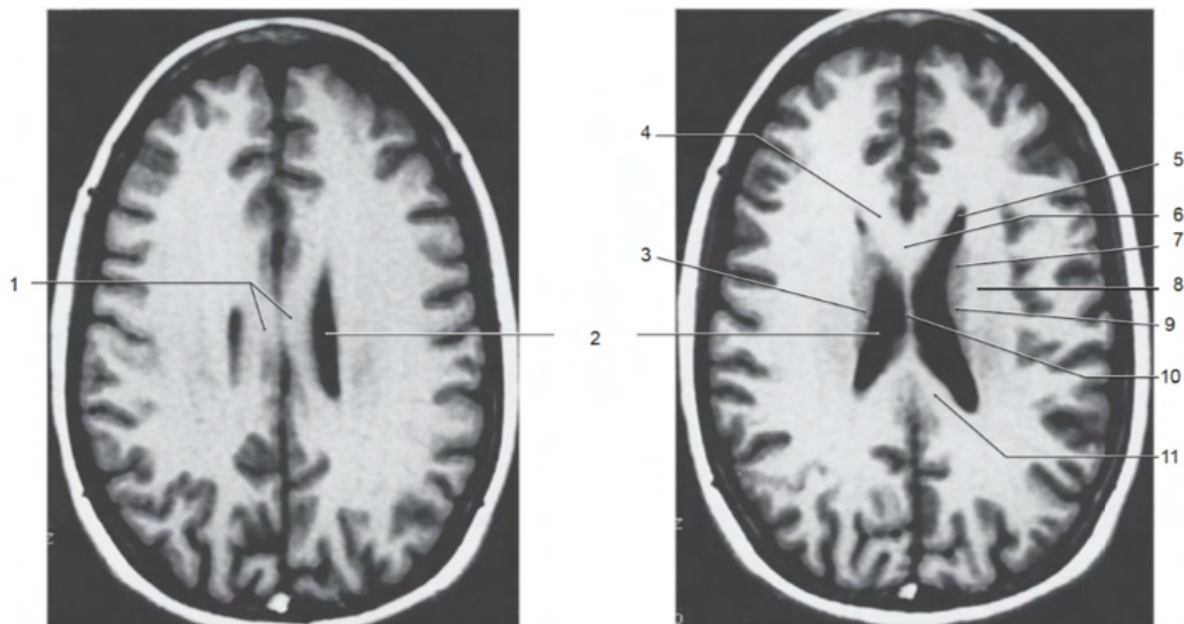


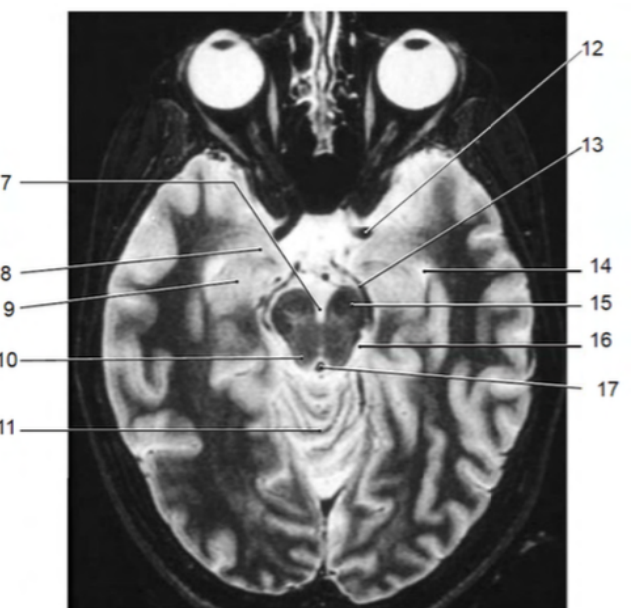
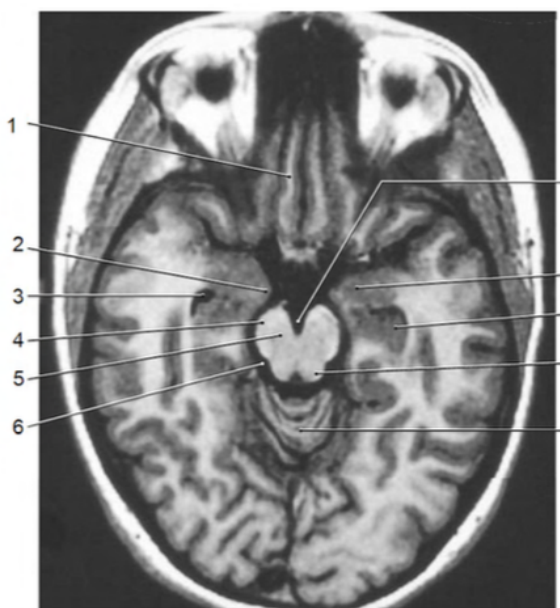
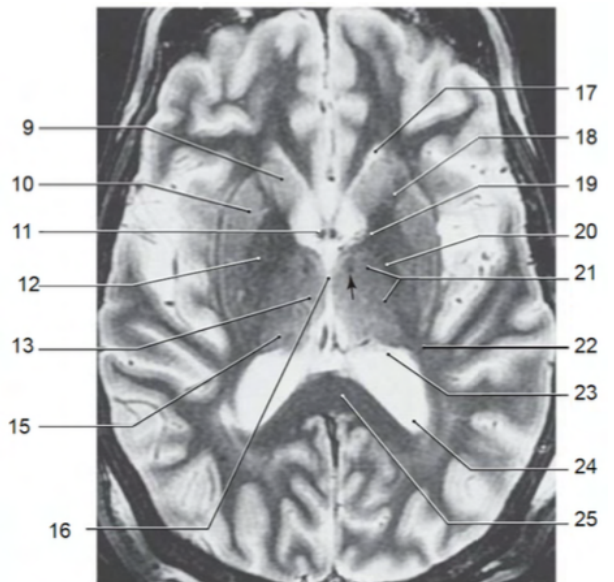
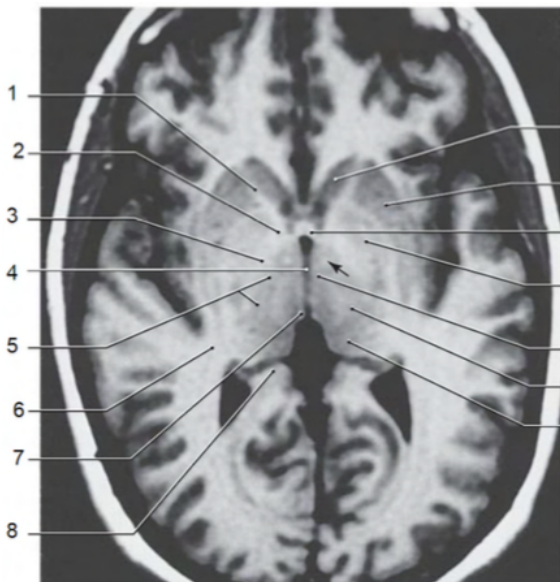
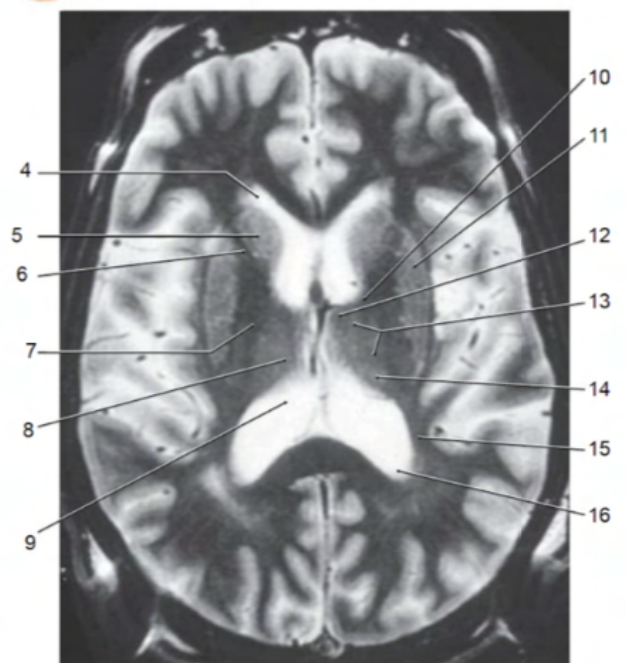
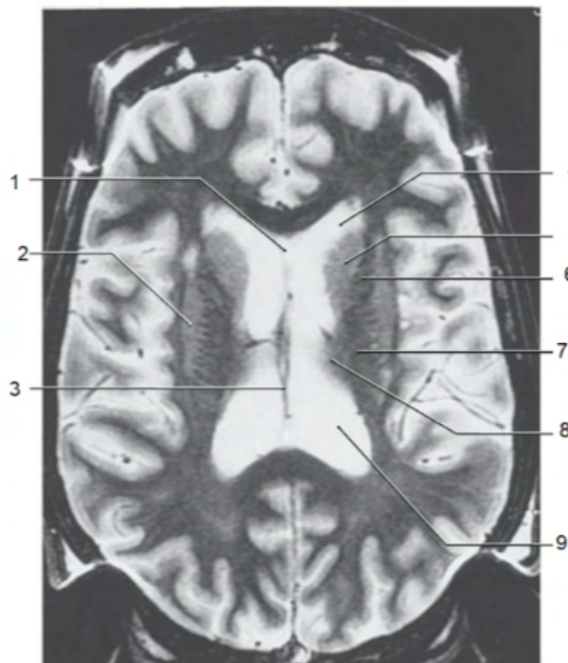


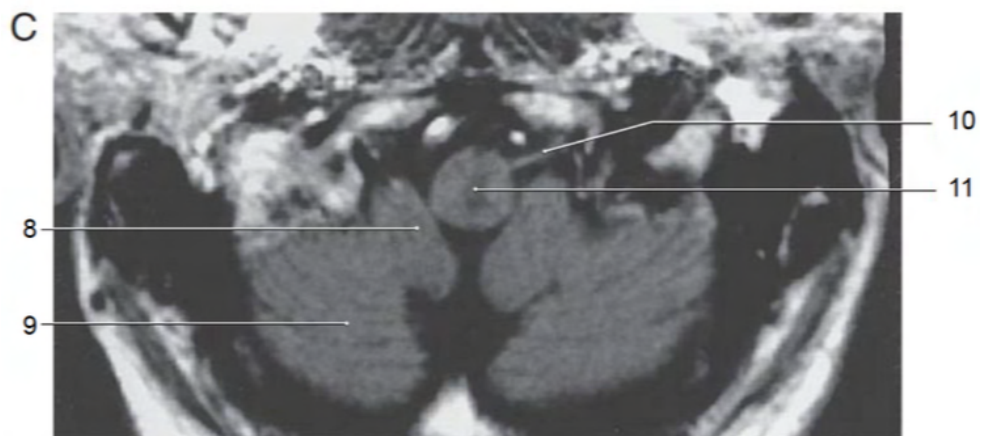
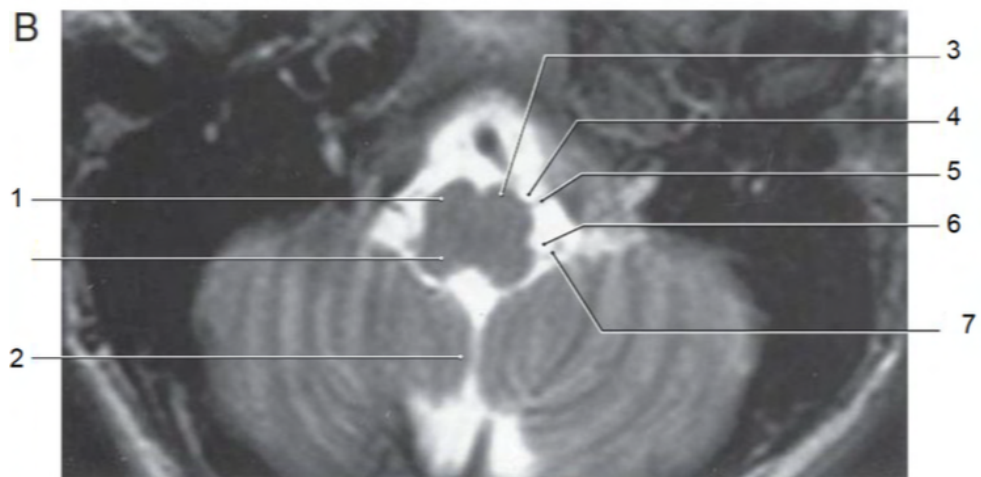
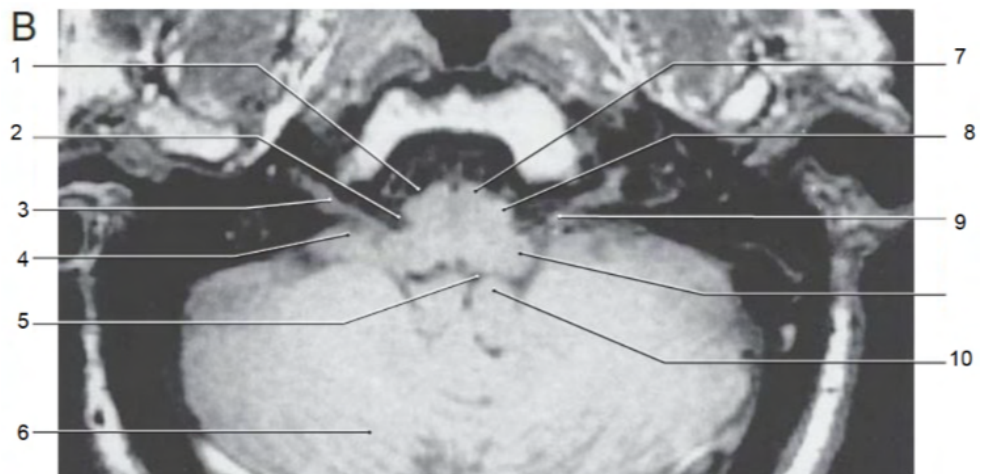
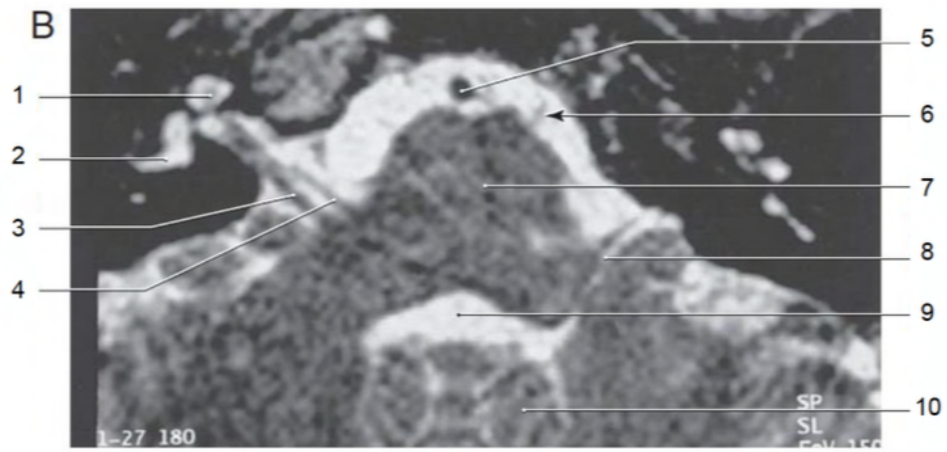


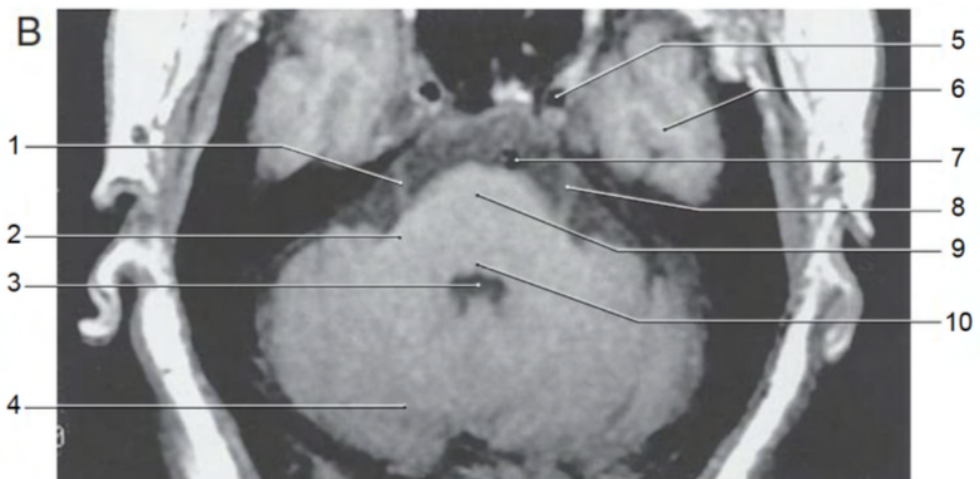
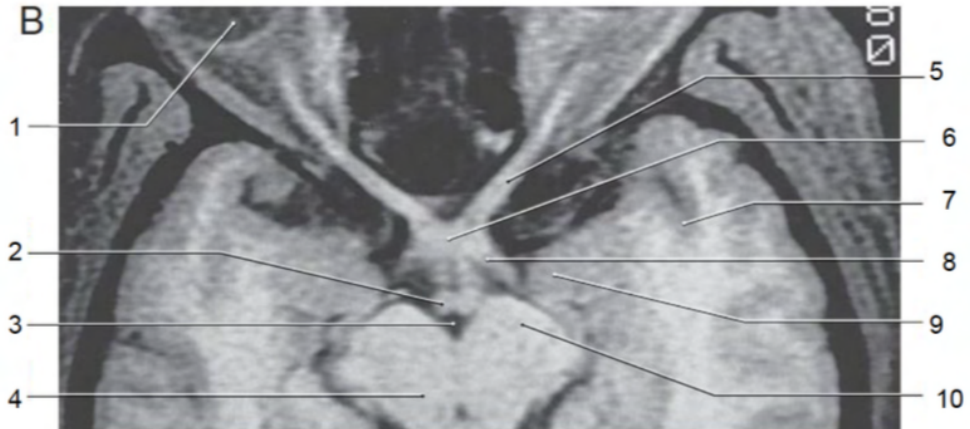
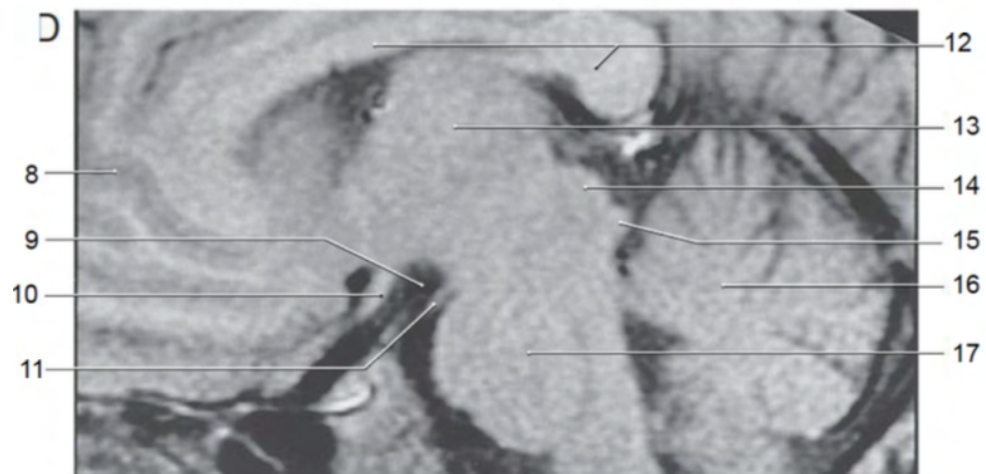
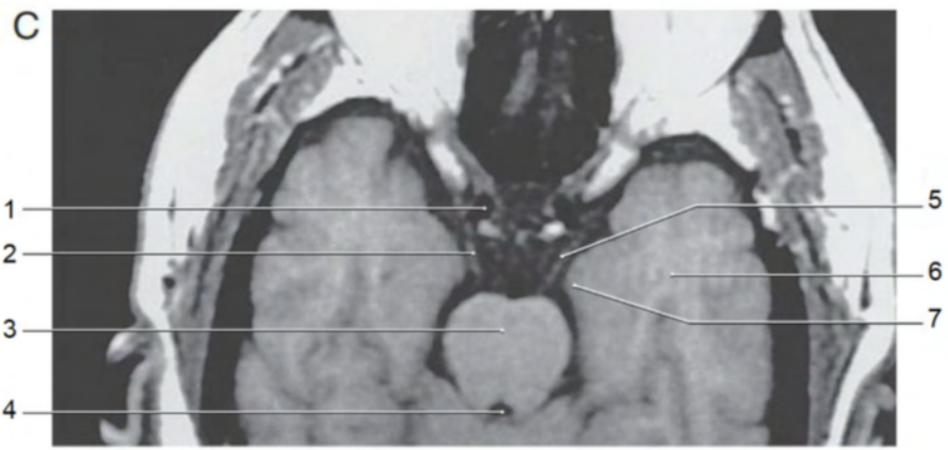


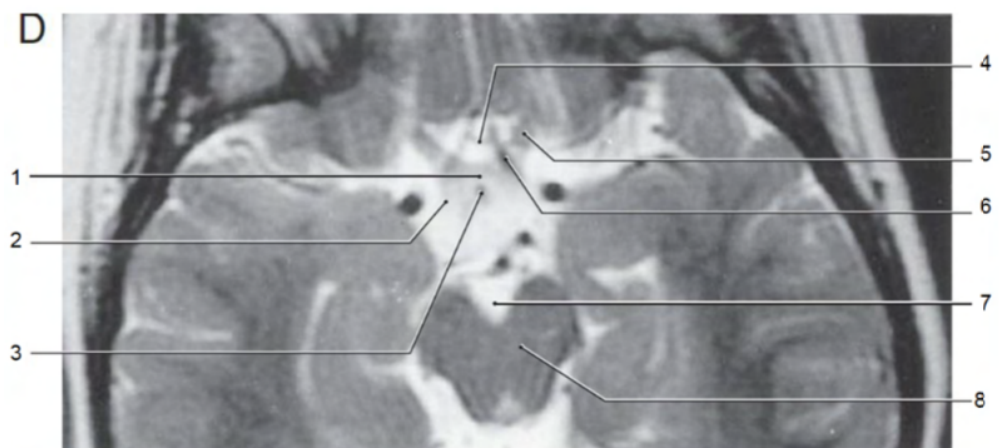
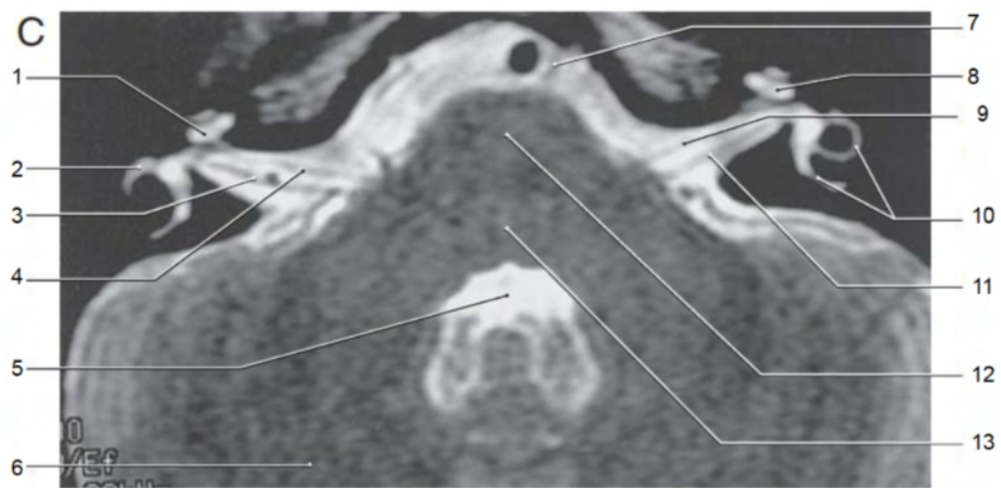
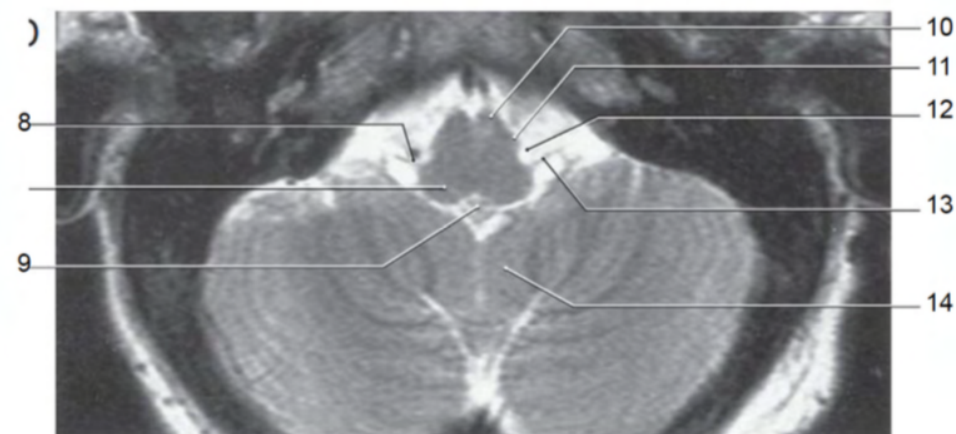
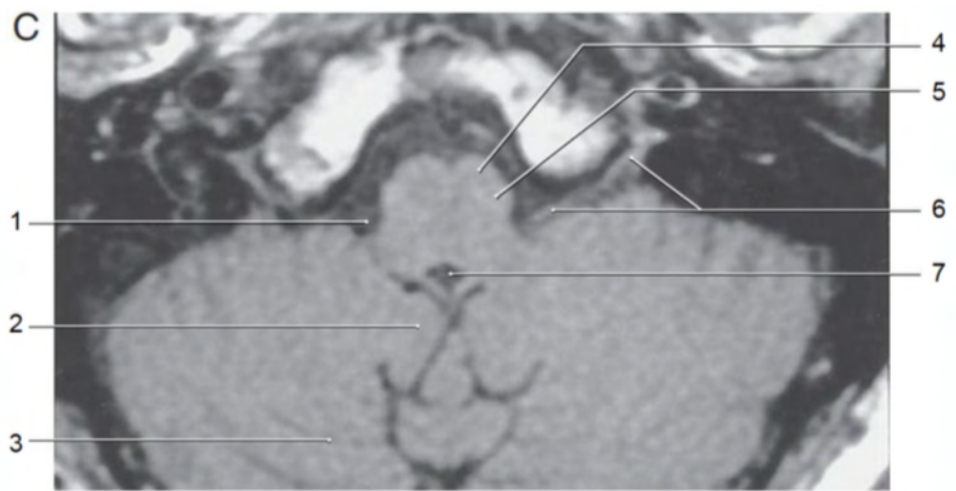
2. IRM axiales



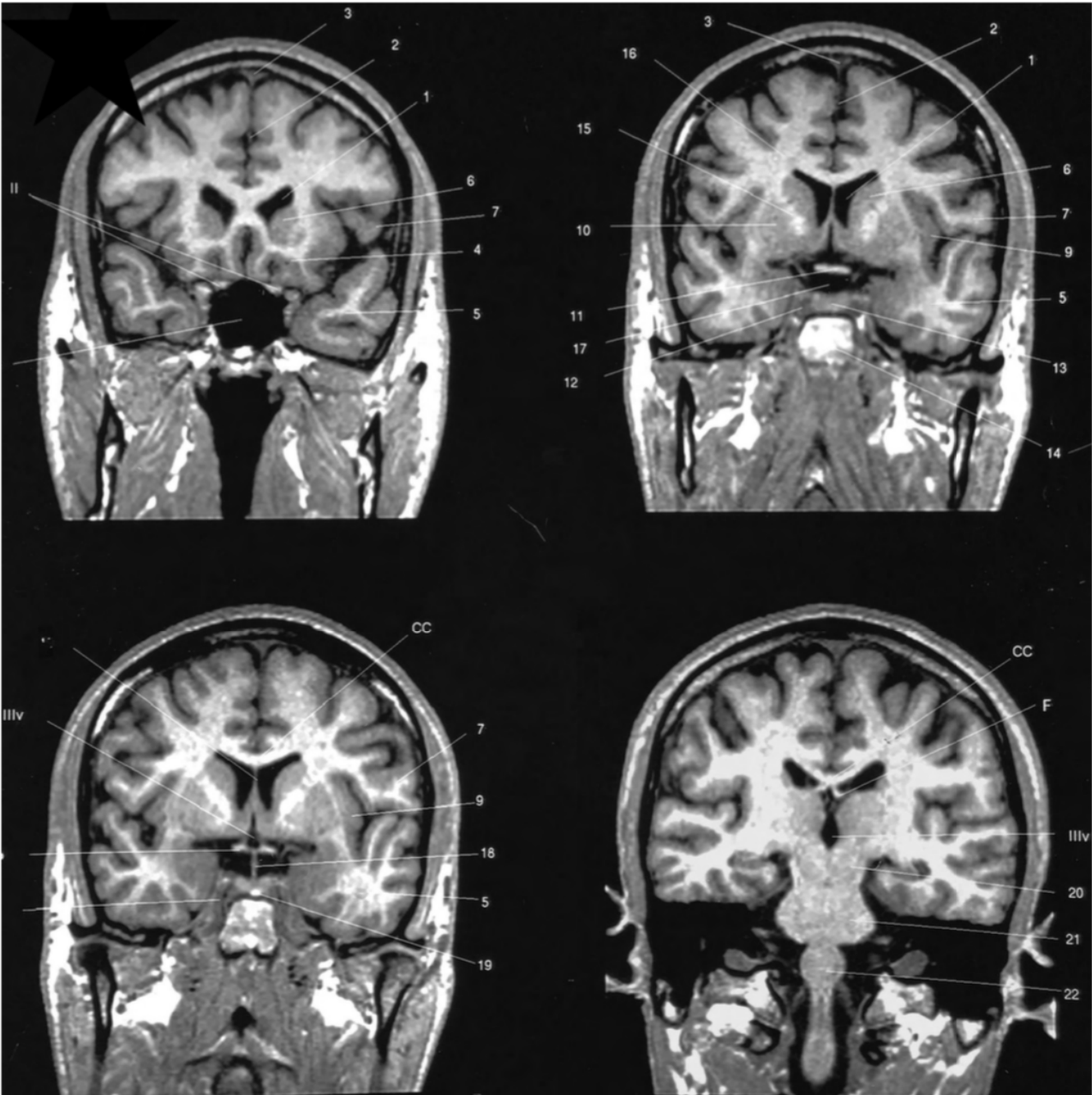




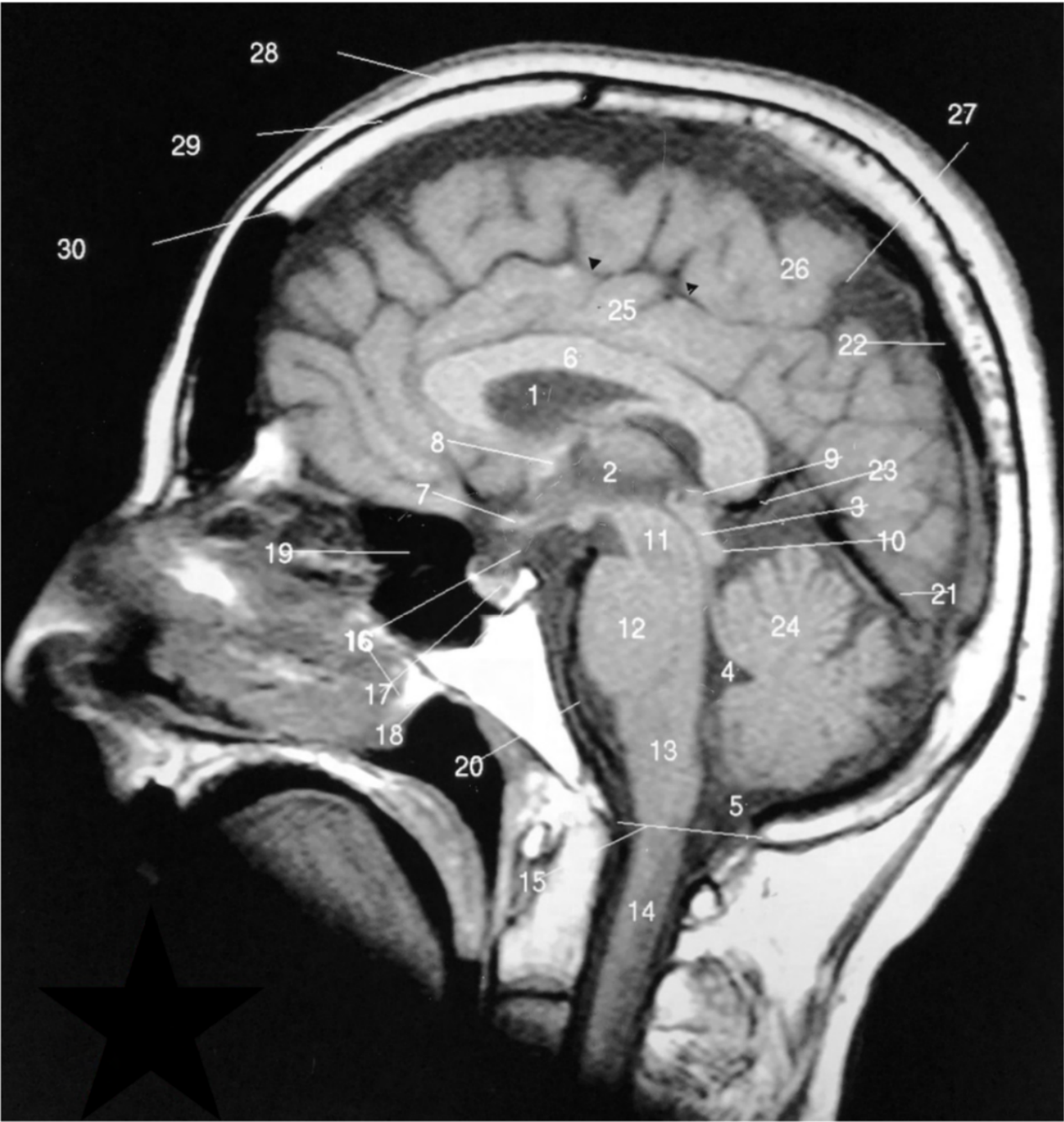




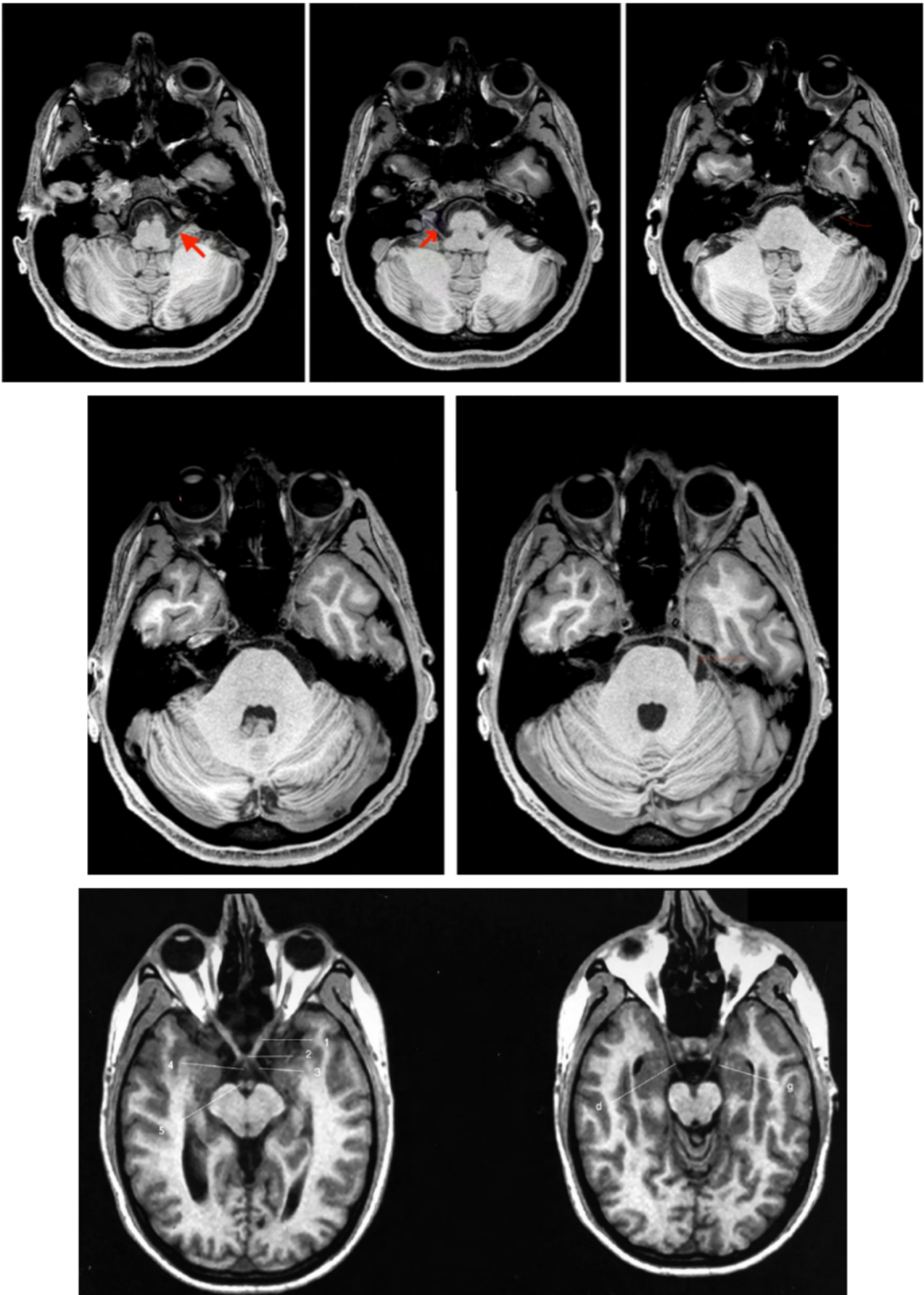
3. IRM coronales

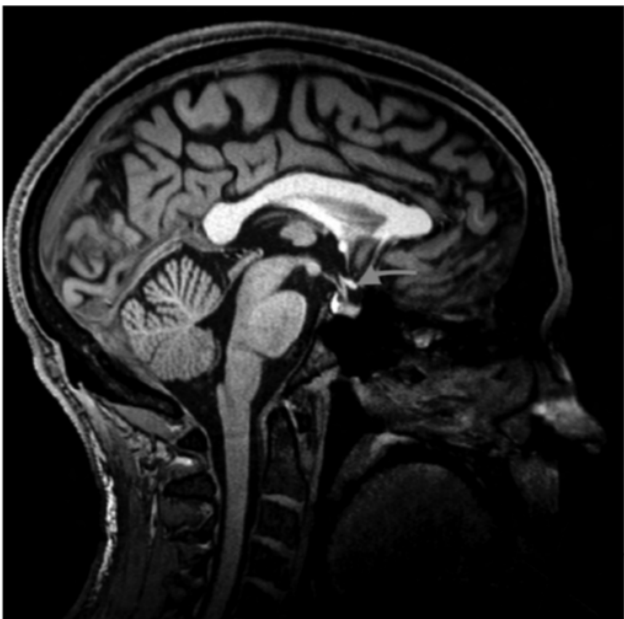
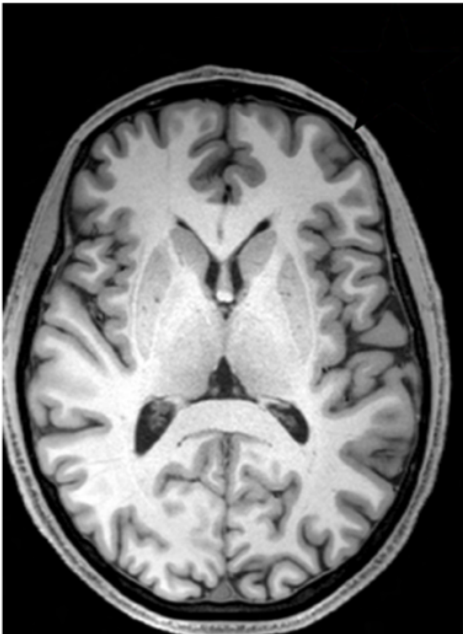
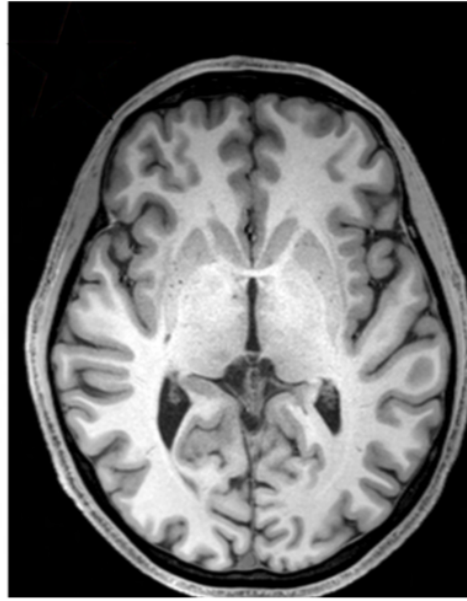
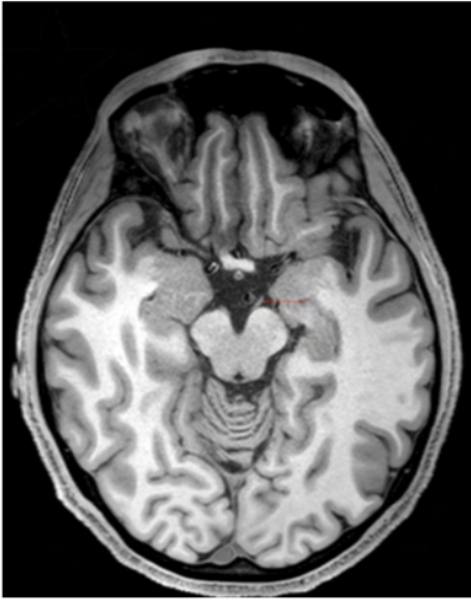


4. IRM sagittales



5. Exercices : identifier un maximum de structures







6. Angiographies

