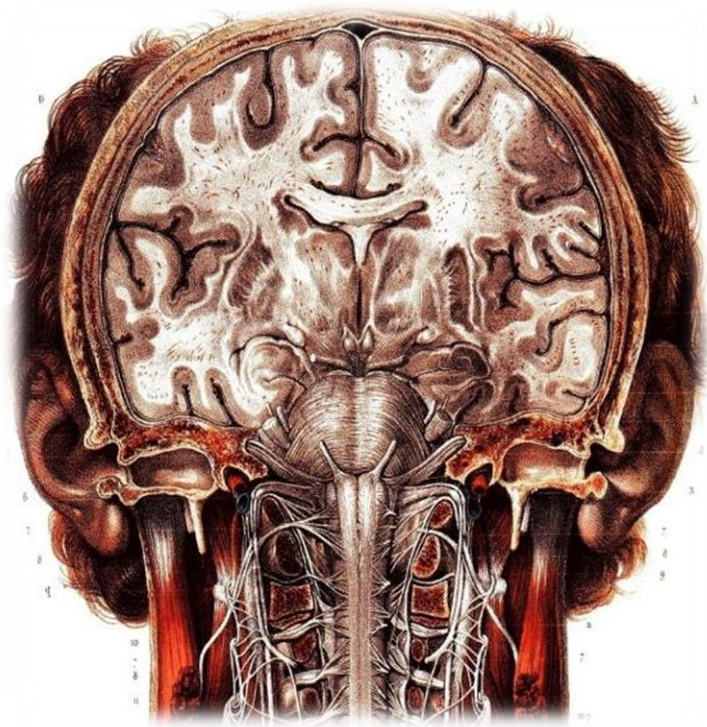


NEUROANATOMIE



Traité complet d'anatomie de l'Homme, Bourguery & Jacob, 1832

NEUROANATOMIE

GENERALITES SUR LE SYSTEME NERVEUX

I. Définition

Le système nerveux correspond à l'ensemble des structures qui permettent la réception, l'intégration, la transformation et la transmission des informations provenant de l'organisme et de son environnement.

II. Organisation

Le système nerveux est divisible en plusieurs ensembles, tous complémentaires :

1. Le système nerveux somatique

Il s'agit du système de la vie de relation. Il assure une réponse motrice pertinente aux stimulations du monde extérieur et se décompose en :

- Système nerveux central (SNC ; *syn* : névraxe) : il intègre de très nombreux stimuli qu'il encode, analyse, interprète, mémorise, et est le support des grandes fonctions cognitives. Il inclut :
 - . L'encéphale (télencéphale + diencephale + tronc cérébral + cervelet)
 - . La moelle épinière
- Système nerveux périphérique (SNP) : Il permet de connecter le SNC aux récepteurs (sensitivo-sensoriels) et effecteurs périphériques (moteurs). Il inclut :
 - . Les 31 paires de nerfs rachidiens, qui émergent de la moelle épinière
 - . Les 12 paires de nerfs crâniens, qui émergent pour la plupart du tronc cérébral

2. Le système nerveux végétatif

Aussi appelé système nerveux autonome, viscéral ou inconscient, il s'agit du système nerveux assurant l'intégrité du milieu intérieur. Il innerve les organes et n'est pas sous le contrôle de la volonté.

Il se décompose en deux ensembles, synergiques :

- Le système sympathique : celui-ci prédomine lors des situations de stress physiologique. Il est sous dépendance adrénergique (noradrénaline, adrénaline, dopamine).
- Le système parasympathique : celui-ci prédomine lors des situations de repos de l'organisme. Il est sous dépendance cholinergique (acétylcholine).

III. Histologie

1. Le neurone

Le neurone est la cellule la plus spécialisée de l'organisme. Cellule excitable, elle est capable de répondre aux stimuli et de transmettre des signaux activant d'autres cellules. Un être humain dispose de 100 milliards de neurones. Un neurone engage à lui seul 1000 à 10000 synapses, ce qui correspond, en considérant l'ensemble de l'organisme humain, à environ 1 000 000 000 000 000 de connexions (10^{15} !).



Le neurone ne se divise en principe pas après la vie fœtale. Dès l'âge de 20 ans, il se produit une perte neuronale quotidienne irréversible. De récents travaux de recherche ont néanmoins pu prouver une neurogénèse chez l'adulte en certaines localisations particulières, tel l'hippocampe où 5000 nouvelles cellules souches neuronales apparaissent chaque jour.

2. Les cellules gliales

Cellules non excitables, elles sont 5 à 10 fois plus nombreuses que les neurones. Elles se distinguent entre :

- La macroglie :
 - . Les astrocytes, qui ont un rôle de support, un rôle nutritif, un rôle dans l'homéostasie du SNC et un rôle dans sa défense immunitaire.
 - . Les oligodendrocytes, qui participent à la formation de segments de gaine de myéline pour plusieurs ensembles d'axones parallèles.
 - . Les cellules de Schwann, qui synthétisent de la myéline pour un seul axone.
- La microglie :

Elle est formée de petites cellules aux fonctions phagocytaires réparties dans l'ensemble du SNC. Leur rôle est de nettoyer les débris cellulaires et d'absorber la myéline endommagée.

3. Organisation

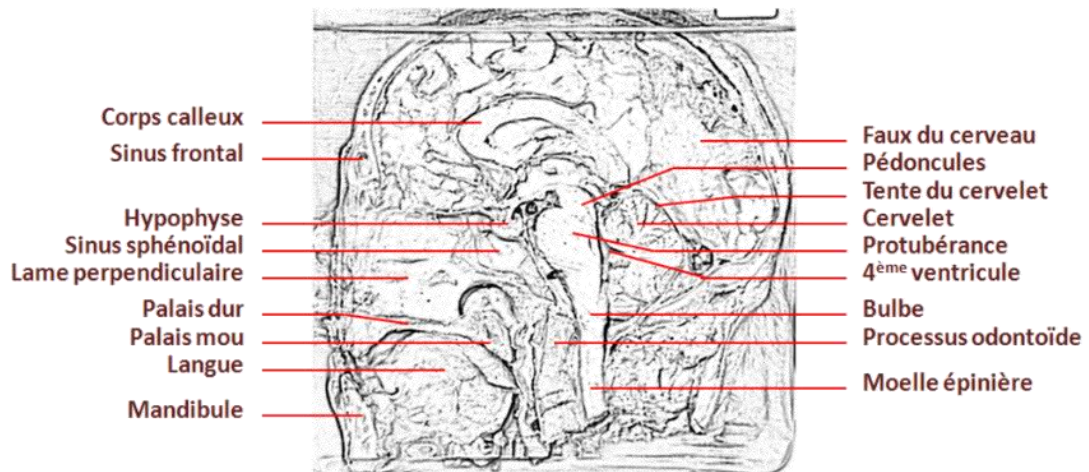
Deux formations sont différenciables au sein du SNC :

- La substance grise, qui englobe principalement les corps cellulaires des neurones. Elle est superficielle au niveau du cortex cérébral et cérébelleux, centrale au niveau de la moelle épinière.
- La substance blanche, qui comprend les axones myélinisés des neurones. Elle est centrale au niveau du cerveau et du cervelet, superficielle au niveau de la moelle épinière.



COUPE SAGITTALE DE TETE MONTRANT UNE GRANDE PARTIE DU SYSTEME NERVEUX CENTRAL

Patrimoine anatomique de la FMM



LA MOELLE EPINIÈRE

I. Généralités

1. Définition

La moelle épinière correspond au contingent du système nerveux central localisé dans le canal médullaire rachidien. Elle constitue un lieu de transit de l'information nerveuse entre l'encéphale et les effecteurs périphériques.



Toute fracture du canal rachidien peut donc entraîner une section de la moelle épinière, avec des conséquences à vie : tétraplégie (paralysie des quatre membres) ou paraplégie (paralysie des membres inférieurs) selon le niveau de l'atteinte.

2. Description

La moelle épinière appartient avec l'encéphale au système nerveux central. Il s'agit d'un long cordon cylindrique, légèrement aplati d'avant en arrière, dans le prolongement du tronc cérébral. Elle est intégralement située dans le canal rachidien qui la protège et dont elle suit les courbures.

La moelle épinière présente deux renflements : l'un cervico-thoracique (correspondant à la naissance des racines du plexus brachial) et l'autre lombo-sacré (correspondant à la naissance des racines du plexus lombo-sacré). Elle s'achève en regard de L1-L2 par le cône terminal.

3. Mensurations

- Longueur : 40 à 45 cm
- Diamètre : 1 cm
- Poids : 30 g

4. Fonctions

La moelle épinière est un effecteur essentiel de :

- La motricité : tous les schémas moteurs y sont intégrés (par exemple : la marche...).
- La sensibilité.
- Les réflexes.
- Le contrôle de la douleur.
- La jonction avec le système nerveux périphérique, via la naissance des nerfs rachidiens
- Le système neurovégétatif.

II. Moyens de fixité

La moelle épinière est solidement maintenue dans le canal rachidien par des attaches supérieures, inférieures et latérales.

1. Fixité crâniale

La moelle épinière naît au niveau du foramen magnum dans la continuité du tronc cérébral.

2. Fixité caudale

La moelle épinière s'arrête en regard du disque intervertébral L1-L2 en formant le cône terminal. Celui-ci se prolonge par le filum terminal, un filament conjonctif d'environ 20 cm qui se présente en deux parties :

- Une portion piaie, intradurémérienne, qui chemine entre les racines de la queue de cheval jusqu'à fond du fourreau dural pour le perforer en regard de S2.
- Une portion durale, qui devient le ligament sacro-coccygien et va ensuite solidement s'ancrer à la deuxième pièce coccygienne.

3. Fixité latérale

Elle est assurée par les méninges spinales d'une part, et par les nerfs rachidiens d'autre part.

- Méninges spinales : cf. chapitre dédié
- Les nerfs rachidiens : les racines des 31 paires de nerfs rachidiens émergent de la moelle épinière et la sous-tendent jusqu'en L1-L2. Un nerf rachidien est formé par l'union d'une racine nerveuse antérieure et d'une racine nerveuse postérieure. Sa portion proximale est intradurienne, sa portion distale extradurienne.

III. Morphologie

La moelle est formée de substance grise centrale et de substance blanche périphérique. Sa surface est parcourue par des sillons verticaux.

1. Morphologie externe : les sillons

- Dorsalement : le sillon médian postérieur. Il est virtuel (accolement total des lames alaires).
- Ventralement : le sillon médian antérieur. Il est évasé en doigt de gant.

Les sillons antérieurs et postérieurs délimitent une moelle droite et une moelle gauche.

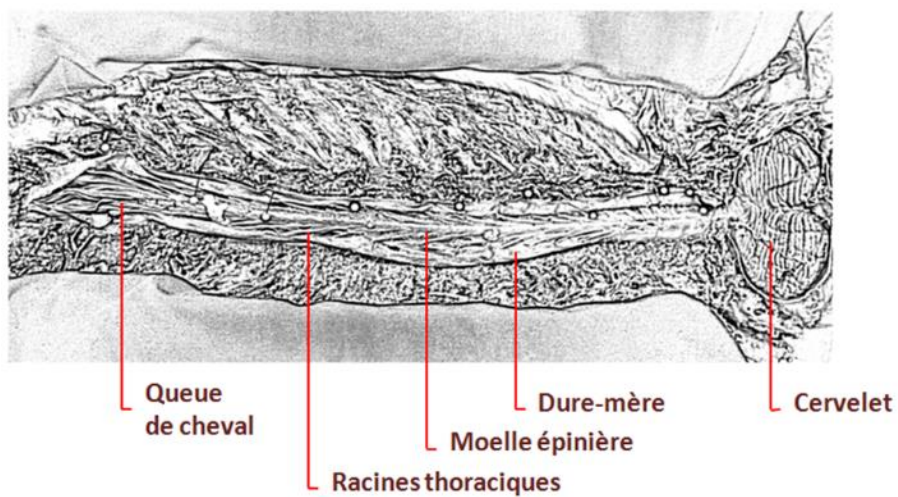
- Latéralement :
 - . Les sillons collatéraux antérieurs droit et gauche.
 - . Les sillons collatéraux postérieurs droit et gauche.



VUE D'ENSEMBLE DE LA MOELLE EPINIÈRE

Les arcs postérieurs des vertèbres ont été enlevés et le fourreau dural a été ouvert pour montrer la moelle simplement recouverte de sa pie-mère.

Dissection réalisée en 2014, Laboratoire d'Anatomie FMM



Le long des sillons collatéraux émergent les racines nerveuses.

2. Morphologie interne : segmentation de la moelle épinière

a. La substance grise

Elle est centrale au niveau de la moelle, en forme de papillon, tandis qu'elle est corticale dans l'encéphale. Elle est centrée par le canal de l'épendyme. Ses expansions forment des cornes :

- Deux ailes postérieures : les cornes postérieures, très effilées.
- Deux ailes antérieures : les cornes antérieures, plus massives et évasées.

b. La substance blanche

Elle est périphérique dans la moelle alors qu'elle est centrale au niveau de l'encéphale. Chaque hémimoelle est composée de 3 cordons :

- Le cordon postérieur, sensitif :
Il est limité médialement par le sillon médullaire médian postérieur et latéralement par le sillon collatéral postérieur.
- Le cordon antérieur, moteur :
Il est limité médialement par le sillon médullaire médian antérieur et latéralement par le sillon collatéral antérieur.
- Le cordon latéral :
Il s'intercale entre les sillons collatéraux antérieur et postérieur homolatéraux.

c. Les commissures

Au niveau de la substance blanche sont décrites :

- La commissure blanche antérieure reliant les deux cordons antérieurs.
- La commissure blanche postérieure reliant les deux cordons postérieurs.

Au niveau de la substance grise sont décrites :

- La commissure grise antérieure reliant les deux cornes antérieures.
- La commissure grise postérieure reliant les deux cornes postérieures.

d. Tractus de Lissauer

Entre l'apex d'une corne postérieure et la terminaison des racines postérieures au niveau du sillon collatéral postérieur homolatéral existe une zone particulière : le tractus de Lissauer. Il s'agit de la porte d'entrée des influx en provenance de la racine postérieure et à destination de la moelle épinière. C'est une zone d'aiguillage formée de fibres ascendantes et descendantes dont le rôle est d'orienter les influx nerveux sensitifs afférents vers le bon niveau de la moelle.

e. Canal de l'épendyme

La moelle épinière est centrée par un petit canal virtuel, le canal de l'épendyme (reliquat embryonnaire du tube neural).

IV. Systématisation fonctionnelle

1. La substance blanche

a. Cordon postérieur

Il comporte deux faisceaux qui forment la voie lemniscale :

- *Le tractus de Goll* (ou faisceau gracile) :
Situé médialement, il véhicule la sensibilité du membre inférieur.
- *Le tractus de Burdach* (ou faisceau cunéiforme) :
Situé latéralement, il véhicule la sensibilité du membre supérieur.

b. Cordon latéral

C'est l'un des plus complexes, constitué de plusieurs faisceaux :

- *Le tractus spinothalamique* (croissant de Déjerine) :
Ascendant et sensitif, il débute dans la moelle (« spino ») et se termine dans le thalamus. Le faisceau spinothalamique est subdivisé en deux ensembles :
 - . Paléo-spino-réticulo-thalamique ou PSRT : c'est la partie la plus médiale. Elle fait relais par la formation réticulée.
 - . Néo-spino-thalamique ou NST : c'est la partie la plus latérale. Il n'y a pas de relais par la formation réticulée.

Ce tractus véhicule la sensibilité protopathique, subdivisé en trois modalités : tactile grossière, algique et thermique.

- *Les tractus spinocérébelleux* :
Ascendants et sensitifs, ils interviennent dans la coordination des mouvements et du tonus, essentiellement aux membres inférieurs :
 - . Un tractus spinocérébelleux ventral croisé, dit de Gowers.
 - . Un tractus spinocérébelleux dorsal direct, dit de Flechsig.

- *Le tractus corticospinal* (pyramidal) *croisé* :
Il s'agit du faisceau moteur descendant de la motricité volontaire. Il part du cortex et descend dans la moelle, après un relais via les pyramides bulbaires. Dans la région pyramidale il se divise en deux et donne :
 - . Le tractus corticospinal croisé dans le cordon latéral.
 - . Le tractus corticospinal direct dans le cordon antérieur (celui-ci ne représente que 10% des fibres cortico-spinales).

- *Le tractus rubrospinal* :
Faisceau moteur descendant, il est placé en avant du faisceau pyramidal croisé. Il prend son origine dans le noyau rouge mésencéphalique (rubrum, dérivé du latin ruber = rouge). C'est un centre de la motricité automatique.
Sur le plan phylogénique, cette voie est apparue lors de l'apparition des premiers animaux terrestres. Au fil de l'évolution, ce faisceau a involué chez l'espèce humaine, la voie motrice étant dominée par le cortex frontal. Il s'agit donc d'un vestige de notre évolution.

NB : Le tractus corticospinal croisé et le tractus rubrospinal forment la voie dorso-latérale.

- *Le tractus bulbospinal sérotoninergique* :
Faisceau descendant, il est situé médialement par rapport aux deux précédents. Il joue un rôle capital dans le contrôle de la douleur (cf. infra).

c. Cordon antérieur

Il comporte plusieurs faisceaux descendants moteurs :

- *Le tractus corticospinal* (pyramidal) *direct* :
cf supra.
- *Le tractus tectospinal* :
Impliqué dans les mouvements des réflexes oculo-céphalogyres, il a son origine au niveau de l'aire tectale mésencéphalique, au sein des colliculus supérieurs (du latin tectum = toit, pour la partie supérieure du mésencéphale).
- *Le tractus vestibulospinal* :
Il prend son origine au niveau des noyaux vestibulaires et participe au contrôle de l'équilibre en adaptant la motricité corporelle aux informations envoyées par l'oreille interne.
- *Le tractus olivospinal* :
Prenant son origine au sein des noyaux olivaires inférieurs, c'est un vestige de l'évolution dans l'espèce humaine. Il joue un rôle très important chez le poisson en permettant le mouvement des branchies et des nageoires.
- *Les tractus réticulospinaux* :
Ils naissent de la formation réticulée (qui contrôle les états de conscience, à savoir l'éveil, le rêve et le sommeil) et permettent le contrôle de la motricité selon l'état d'éveil. Ils se répartissent en deux ensembles :
 - . Un ponto-réticulo-spinal médial.
 - . Un bulbo-réticulo-spinal latéral.

2. La substance grise

Elle est segmentée en dix couches, selon la **classification de Rexed** :

- Couche I :

C'est la zone marginale de Waldeyer. Elle contient des corps cellulaires de neurones qui sont le point de départ du faisceau néo-spino-thalamique (NST).

- Couche II et III :
Réunies fonctionnellement, elles forment la substance gélatineuse de Rolando et contiennent deux types de neurones :
 - . Les interneurones enképhalinerigiques.
 - . Les corps cellulaires du tractus paléo-spino-réticulo-thalamique.

Ces trois premières couches, avec le tractus de Lissauer, forment une zone d'éparpillement des neurones provenant de la racine postérieure.

- Couches IV / V / VI :
Elles forment le Nucléus Proprius (noyau propre). Cet ensemble de trois couches inclut plusieurs types de neurones :
 - . Les interneurones enképhalinerigiques.
 - . Les collatérales d'axones des neurones des faisceaux de Goll et Burdach. Ils stimulent les interneurones enképhalinerigiques.
 - . Les terminaisons d'axones des faisceaux pyramidal, rubrospinal et bulbospinal sérotoninergique.

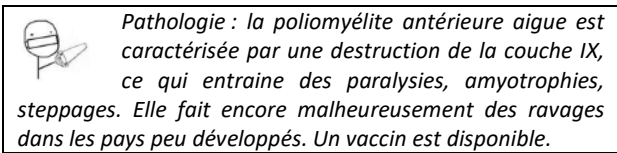
- Couche VII :
C'est la zone intermédiaire, très étendue, située entre les cornes postérieure et antérieure. Elle comporte trois types de neurones :
 - . Les interneurones d'association entre les cornes antérieures et postérieures : ils sont situés entre les neurones de la corne postérieure et ceux de la corne antérieure. C'est une zone de mémorisation des schémas moteurs (marche, vélo...).
 - . Les noyaux à l'origine des voies spino-cérébelleuses :
 - L'un proche de l'épendyme et médial : le noyau de Clarke, point de départ du faisceau spinocérébelleux de Flechsig.
 - L'autre plus éloigné de l'épendyme et latéral, le noyau de Betcherew, point de départ du faisceau spinocérébelleux de Gowers.
 - . Les colonnes neuro-végétatives de Laruelle :
 - Une colonne intermedio-médialis (CIM).
 - Une colonne intermedio-latéralis (CIL).
 Ce sont les centres neurovégétatifs ortho-sympathiques de la moelle.

- Couche VIII :
Elle est formée de neurones inter-commissuraux, c'est-à-dire des neurones joignant une corne antérieure à l'autre via la commissure grise antérieure.



L'atteinte de cette commissure est responsable de syncinésies : ce sont des contractions involontaires de certains muscles survenant au cours d'un mouvement mettant en jeu un autre groupe de muscles.

- Couche IX :
Elle correspond à la corne antérieure. C'est la couche des motoneurons α , qui partent de la racine antérieure et qui vont jusqu'au muscle.



- Couche X :
C'est la couche péri-épendymaire.

NB : les lames VII-VIII-X forment la zone fondamentale.

V. Vascularisation médullaire

1. Artérielle

a. Artère spinale antérieure

- *Origine* : artère vertébrale, en regard du bulbe, en dessous de la naissance du tronc basilaire.
- *Trajet* : les deux artères issues de chaque vertébrale s'anastomosent juste en dessous du bulbe pour former une seule artère spinale antérieure qui descend dans le sillon médian antérieur.
- *Collatérales* :
 - . Des branches latérales, qui en s'anastomosant avec les rameaux latéraux des artères spinales postérieures et radiculaires forment un cercle artériel périmédullaire.
 - . Des branches sulcales, qui pénètrent dans le sillon médian antérieur pour vasculariser la substance grise (excepté le sommet de la corne postérieure).
- *Terminaison* : elle s'anastomose au niveau du cône médullaire avec les artères spinales postérieures.

b. Artères spinales postérieures

- *Origine* : face postérieure de l'artère vertébrale.
- *Trajet* : elles suivent les sillons collatéraux postérieurs droit et gauche.
- *Collatérales* :
 - . Des branches latérales.
 - . Des branches perforantes, qui irriguent les cordons postérieurs et le sommet de la corne postérieure.
- *Terminaison* : au niveau du cône médullaire, elles s'anastomosent avec l'artère spinale antérieure.

c. Artères radiculaires antérieures et postérieures

- *Origine* : ce sont des collatérales des artères vertébrales, intercostales et lombaires.
- *Terminaison* : elles s'anastomosent avec les rameaux latéraux des artères spinales antérieures et postérieures

d. Artères médullaires segmentaires

Ce sont de volumineux rameaux, parallèles au système spinal, qui vascularisent en fait la plus grande partie de la moelle. Grâce à l'étage thoracique, elles sont plus particulièrement développées au niveau des renflements médullaires cervico-thoracique et lombo-sacré (à ce niveau, il s'agit de l'artère d'Adamkiewicz).

2. Veineuse

Le sang veineux médullaire est drainé via :

- Des veines spinales antérieures, postérieures et latérales.
- Des veines radiculaires qui se drainent dans les veines vertébrales au niveau cervical et dans le système azygos aux niveaux thoraciques et lombaires.

VI. Fonctions de la moelle épinière

Nous détaillerons successivement le rôle moteur de la moelle, son rôle sensitif, son rôle de contrôle de la douleur, son rôle neurovégétatif et son rôle réflexe.

1. Rôle moteur

La motricité de la moelle est double et se partage entre :

- La voie pyramidale ou corticospinale qui se localise dans le cordon latéral. Elle sous-tend la motricité volontaire, qui concerne essentiellement les muscles fléchisseurs distaux.
- La voie extrapyramidale qui se localise dans le cordon antérieur, Elle sous-tend la motricité automatique, qui concerne plutôt les muscles extenseurs proximaux.

a. Motricité pyramidale

Elle emprunte la voie dorso-latérale avec le tractus rubrospinal, lequel a tendance à involuer pour ne plus être fonctionnel chez l'homme.

Le tractus pyramidal ou corticospinal croisé est principalement moteur.

- *Origine* : dans la couche V du cortex cérébral (cf chapitre « cortex »), de manière assez diffuse, principalement au niveau de l'aire 4 de Broadmann (cortex moteur primaire) et de l'aire 6 (cortex prémoteur).
- *Trajet* : les fibres nerveuses convergent en bas et médialement, vers la capsule interne, en formant la corona radiata. Elles cheminent ensuite vers le tronc cérébral.
Au niveau du tronc, un premier ensemble de fibres nerveuses, issues du faisceau cortico-nucléaire, s'échappe en direction des noyaux moteurs des nerfs crâniens V, VII, IX, X, XI et XII.

Au niveau de la partie basse du tronc cérébral, 90% des fibres pyramidales croisent la ligne médiane : il s'agit de la **décussation** des pyramides bulbaires. Les axones des neurones constituent ensuite le faisceau pyramidal croisé du cordon latéral de la moelle.

Les fibres qui n'ont pas décussé (10%) se poursuivent quant à elles en tant que faisceau pyramidal direct dans le cordon antérieur homolatéral.

- **Terminaison :**
 - . Sur les motoneurones alpha ou gamma de la corne antérieure (couche IX).
 - . Surtout sur les interneurones de la zone intermédiaire.
 - . Sur le nucleus proprius au niveau de la corne postérieure, jouant ainsi un rôle dans la régulation de la sensibilité (cf. douleur).

Le rôle du faisceau pyramidal est moteur. Il commande les mouvements distaux, fléchisseurs et volontaires.

b. Motricité extrapyramidale

Elle emprunte la voie ventro-médiane et regroupe les tractus :

- Olivospinal (origine : olive bulbaire).
- Tectospinal (origine : tectum, à la partie postérieure des pédoncules).
- Vestibulospinal (origine : noyaux vestibulaires).
- Longitudinal médian (souvent appelé FLM, d'origine protubérantielle).
- Réticulospinaux (origine : formation réticulée bulbaire inhibitrice et pontique activatrice).

L'ensemble de ces faisceaux se termine au niveau des interneurones médullaires, et plus modestement au niveau des motoneurones de la couche IX.

Ils sont responsables de la motricité automatique, proximale et posturale de l'individu. Leur régulation passe par les noyaux gris centraux.

Sont impliqués, selon la région anatomique concernée :

- Musculature du cou : tractus olivospinal, FLM, tectospinal et vestibulospinal.
- Musculature du tronc, de la racine des membres et des membres : tractus réticulospinaux bulbaire et pontique.

2. Rôle sensitif

a. La voie lemniscale

La voie lemniscale véhicule :

- La sensibilité épicrotique (*syn* : tact fin discriminatif).
- La sensibilité proprioceptive (*syn* : sensibilité profonde, pallesthésie, vibratoire, arthro-kinétique) qui est impliquée dans la conscience de son corps dans l'espace.

Elle conduit l'influx nerveux selon une modalité pauci-synaptique :

- Protoneurones (proto = premier) : ils s'étendent depuis les récepteurs périphériques (corpules de Meissner pour la sensibilité épicrotique au niveau cutané, appareil de Golgi pour la proprioception au niveau articulaire et tendineux) jusqu'aux noyaux de Goll et Burdach dans le bulbe rachidien. Leurs corps cellulaires sont situés dans le ganglion rachidien à partir duquel les axones se dirigent vers la moelle, en passant par la racine postérieure. Ces axones pénètrent dans le tractus de Lissauer mais le quittent directement sans relais dans la corne postérieure pour constituer les tractus de Goll et Burdach ipsilatéraux.
- Deutoneurones : ce sont les neurones quittant les noyaux de Goll et Burdach en direction du noyau ventro-postéro-latéral (VPL) du thalamus. Leurs axones croisent la ligne médiane, se dirigent dans le lemniscus médian du tronc cérébral (*syn* : Reil médian) controlatéral et se terminent dans le noyau VPL (ou VPM).
- Tritoneurones : les 3^{èmes} neurones de la voie lemniscale ont leur corps cellulaire dans le thalamus et se terminent dans le cortex somesthésique primaire (aires S1 et S2 du cortex pariétal), mais aussi en partie au niveau de l'insula et du cortex frontal.

b. La voie extralemniscale

La voie extralemniscale véhicule la sensibilité protopathique, qui regroupe le tact grossier, la sensibilité thermique et la sensibilité douloureuse.

Elle conduit également l'influx nerveux selon une modalité pauci-synaptique :

- Protoneurones : leur corps cellulaire se situe dans le ganglion rachidien. Leurs axones passent dans le tractus de Lissauer puis pénètrent dans la corne postérieure où ils se projettent dans les couches I (pour le tractus néospinothalamique NST), II et III (pour le paléospinothalamique PSRT).
- Deutoneurones : ils forment la voie spinothalamique. Ils cheminent dans la substance grise de la moelle, croisent la ligne médiane en avant de l'épendyme (commissure grise antérieure) et montent dans le tractus spinothalamique du cordon latéral controlatéral. Ces tractus s'achèvent dans les noyaux gigantocellulaires bulbaires (pour le tractus PSRT) appartenant à la formation réticulée ou dans les noyaux VPL du thalamus (pour le tractus NST) :
 - . Le tractus PSRT, plus ancien dans l'évolution des espèces, plus rudimentaire et moins précis, est surtout un système d'alerte. Il renseigne sur l'intensité de la douleur. De conduction lente polysynaptique, il se projette après la formation réticulée (via le noyau gigantocellulaire) sur les noyaux thalamiques participant au système

réticulé activateur ascendant (SRAA), comme les noyaux intra-laminaires et centro-médians para-fasciculaires. Le signal nerveux est ensuite relayé de manière diffuse sur le gyrus cingulaire, l'amygdale, les aires préfrontales, les corps striés et l'hypothalamus (système à projection diffuse polysynaptique).

- Le tractus NST, plus récent dans l'évolution, plus systématisé, somatotopique et pluri-synaptique, renseigne sur la localisation de la douleur. Il projette sur les noyaux ventro-postéro-latéral (VPL) et ventro-postéro-médian (VPM) du thalamus, puis sur les aires corticales somesthésiques S1 et S2 ainsi que l'insula postéro-supérieure.

NB : Il est classiquement admis que le tractus néospinothalamique appartient à la voie lemniscale puisqu'il relaie dans le noyau VPL du thalamus après avoir emprunté le lemniscus médian, même s'il appartient anatomiquement à la voie spinothalamique.

c. Les voies spinocérébelleuses

Ces voies participent à la coordination du mouvement en renseignant le cervelet avec des informations provenant de la moelle (interneurones de la zone intermédiaire) ou des récepteurs périphériques (fuseaux neuromusculaires et organes de Golgi).

Elles s'organisent selon :

- Un tractus spinocérébelleux postérieur direct (tractus de Flechsig), qui prend son origine dans le noyau de Clarke puis chemine dans le cordon médullaire ipsilatéral.
- Un tractus spinocérébelleux antérieur croisé (tractus de Gowers), qui prend son origine dans le noyau de Betheerew puis chemine dans le cordon médullaire controlatéral.

3. Rôle de contrôle de la douleur

Le stimulus nociceptif véhiculé par la moelle est soumis à une double influence modulatrice : un contrôle segmentaire au niveau médullaire et un contrôle supra-segmentaire par des afférences descendantes supra-médullaires.

a. Contrôle segmentaire

Les fibres de gros calibre provenant de la racine postérieure bifurquent dans le tractus de Lissauer. Leurs collatérales longues rejoignent les tractus de Goll et Burdach pour constituer la voie lemniscale, tandis que leurs collatérales courtes pénètrent dans la corne postérieure pour faire synapse avec des interneurones enképhalinerigiques, lesquels vont exercer une action inhibitrice sur les neurones spinothalamiques des couches I-II-III.

Les fibres nerveuses myélinisées de gros calibre de la voie lemniscale peuvent ainsi inhiber la douleur véhiculée par

les petites fibres peu myélinisées de la voie spino-réticulo-thalamique.

b. Contrôle supra-segmentaire

Les faisceaux moteurs de la voie dorsolatérale produisent des émanations sur la corne postérieure et jouent un rôle inhibiteur sur la transmission de l'influx nociceptif, via la libération de substance P agissant sur les récepteurs NK1, et la libération d'aspartate et de glutamate agissant sur les récepteurs AMPA et NMDA.

D'autres tractus exercent une action similaire, à savoir :

- La voie bulbo-spinale sérotoninergique descendante dont les corps cellulaires des neurones sont situés dans le raphé magnus, lui-même sous le contrôle de la substance grise périaqueducule, source d'enképhalines.
- La voie noradrénergique descendante originaire du locus coeruleus agirait de la même façon.

4. Rôle neurovégétatif

- Colonne intermedio-médiale (*syn* : centre viscéro-sensitif) :

Celle-ci est située dans la zone fondamentale de la substance grise, près de l'épendyme, et sur toute la hauteur de la moelle. Elle reçoit par l'intermédiaire d'interneurones des afférences sensibles périphériques cutanées, vasculaires et viscérales provenant de la racine postérieure.

Cette colonne comporte plusieurs neurones :

- Des interneurones courts segmentaires qui s'articulent avec les motoneurones de la lame IX et les neurones de la colonne intermedio-latérale réalisant des circuits réverbérants complexes où sont élaborées des réponses segmentaires sollicitant les neurones moteurs somatiques et viscéraux.
- Des interneurones longs intersegmentaires empruntant les faisceaux sensitifs de la moelle, afin de réunir différents segments de la moelle.
- Des neurones préganglionnaires, dont l'axone emprunte la racine antérieure.

- Colonne intermedio-latérale (*syn* : centre viscéro-moteur) :

Celle-ci s'étale de C8 à L2. Elle ne comporte qu'un seul type de neurones : les neurones pré-ganglionnaires. Ces derniers se dirigent vers la racine antérieure. Elle véhicule une information de type neurovégétative sympathique.

- La colonne intermedio-ventrale :

Au niveau S2-S3-S4 se trouvent les centres parasympathiques destinés à l'innervation des viscères pelviens. Ils sont localisés à l'étage sacré, dans la continuation de la colonne antéro-latérale sympathique.

Ces colonnes représentent les centres primaires neurovégétatifs médullaires. Elles reçoivent :

- Pour la colonne intermédio-latérale : des afférences supramédullaires provenant du bulbe (sérotoninergiques, noradrénergiques, adrénérgiques).
- Pour la colonne intermédio-médiale, des afférences segmentaires provenant des racines postérieures (fibre A delta-C du PSRT véhiculant la nociception viscérale), voire des racines antérieures (informations nociceptives viscérales rétrogrades).

De ces centres orthosympathiques (et notamment de la colonne intermédio-latérale) partent les fibres pré-ganglionnaires de type B qui cheminent dans les racines antérieures correspondantes

Par l'intermédiaire des rameaux communicants blancs, les fibres à destinée viscérale traversent les ganglions latéro-vertébraux de la chaîne sympathique, passent par les rameaux communicants gris et rejoignent ensuite les ganglions viscéraux où ils font synapse avec les neurones post-ganglionnaires se rendant aux viscères.

Pour les fibres à destinée vasculaire ou cutanée, les synapses se font dans les ganglions para-vertébraux. Les neurones post-ganglionnaires cheminent ensuite dans les nerfs spinaux et permettraient les réflexes de la vasomotricité, de la piloérection ou de la sudation.

5. Rôle réflexe

Un réflexe est une réponse inconsciente à un stimulus sous-tendue par un circuit nerveux : l'arc réflexe, qui comprend un récepteur, un neurone afférent, un neurone efférent et un effecteur.

La moelle est le siège des deux types de réflexes physiologiques :

- Les réflexes monosynaptiques : ce sont les réflexes d'extension (*syn* : réflexe ostéotendineux, réflexe myotatique). Ils régulent le tonus musculaire, et sont les plus simples (ex : les réflexes rotulien, achilléen, bicipital, tricipital, stylo-radial, cubito-pronateur). L'arc réflexe se décompose en :
 - . Un organe récepteur, à savoir le fuseau neuromusculaire du muscle excité.
 - . Un neurone afférent sensitif, de gros calibre, qui fait synapse dans la corne antérieure de la moelle avec le motoneurone efférent α .
 - . Un neurone efférent moteur, qui se projette sur les fibres du muscle stimulé.
 - . Un organe effecteur, à savoir les fibres musculaires du muscle stimulé, qui se contractent.

NB : il existe un rétrocontrôle permettant de modérer l'activité des muscles antagonistes au muscle excité via un interneurone inhibiteur (cellule de Renshaw).

- Les réflexes plurisynaptiques : ce sont les réflexes de flexion. Complexes, ils interviennent dans le contrôle de la fonction musculaire. Les boucles synaptiques sont régulées par des interneurons actuellement considérés comme des centres intégrateurs entre les afférences segmentaires et suprasegmentaires (les faisceaux pyramidaux et réticulospinaux). Les interneurons de la couche VII sont ainsi de véritables « plaques tournantes » d'où naissent les programmes moteurs automatisés comme ceux de la marche par exemple : le cortex n'intervient que pour l'apprentissage de la marche, qui est ensuite totalement médularisée.



ECNi – item 91 : Compression médullaire non traumatique et syndrome de la queue de cheval

Diagnostiquer une compression médullaire non traumatique et un syndrome de la queue de cheval. Identifier les situations d'urgence et planifier leur prise en charge. (...)

ECNi – item 329 : Prise en charge immédiate pré-hospitalière et à l'arrivée à l'hôpital, évaluation des complications chez : un brûlé, un polytraumatisé, un traumatisé abdominal, un traumatisé des membres, un traumatisé du rachis, un traumatisé thoracique, un traumatisé oculaire, un patient ayant une plaie des parties molles.

Il existe en pathologie médullaires 3 grandes catégories de syndromes :

1. Les syndromes d'interruption médullaire :

- Le syndrome de section transverse de moelle : c'est une interruption totale des voies médullaires à un niveau donné. Il survient le plus souvent dans un contexte traumatique, plus rarement suite à un infarctus médullaire ou une poussée de sclérose en plaques. La symptomatologie évolue en deux phases :
 - . Phase de choc spinal : de survenue brutale, elle associe para/tétraplégie flasque (selon l'étage touché), anesthésie à tous les modes et abolition des ROT et cutané plantaires, sous le niveau lésionnel.
 - . Phase d'automatisation médullaire, progressive, dans les semaines suivantes. Un syndrome pyramidal sous-lésionnel s'installe, avec para/tétraplégie spasmodique, ROT vifs et signe de Babinski bilatéral.
- Le syndrome d'hémisection de moelle (syndrome de Brown-Séquard) : il survient le plus souvent au cours d'une compression médullaire latérale ou d'une poussée de SEP. L'examen clinique révèle un syndrome pyramidal homolatéral à la lésion, des troubles de la sensibilité lemniscale (proprioception, tact épicritique, vibration) homolatéraux à la lésion, des troubles de la sensibilité extralemniscale (thermoalgique) controlatéraux (en raison de la décussation du faisceau spinothalamique).

2. Les syndromes médullaires partiels :

- Le syndrome syringomyélique (syn : syndrome centromédullaire) : interruption des fibres spinothalamique au cours de leur décussation, au niveau de la commissure grise antérieure, par un processus lésionnel centromédullaire (tumeur intramédullaire, syringomyélie). L'examen clinique révèle un déficit de la sensibilité thermoalgique dans un territoire suspendu et bilatéral (« en cape ») avec respect des autres modes de sensibilité.
- Le syndrome cordonal antérieur : atteinte du motoneurone de la corne antérieure de la moelle. L'examen clinique révèle un syndrome neurogène périphérique uniquement moteur associant déficit moteur, hypotonie, abolition des ROT, amyotrophie, crampes et fasciculation. La sclérose latérale amyotrophique (SLA, maladie de Charcot) et le virus de la poliomyélite (contre lequel la vaccination est obligatoire) sont des pourvoyeurs de ce syndrome.
- Le syndrome cordonal postérieur : atteinte du cordon postérieur de la moelle. L'examen clinique révèle une atteinte élective de la sensibilité lemniscale (tact épicritique, proprioception et vibration) dans le territoire homolatéral sous-jacent à la lésion. Le signe de Lhermitte (sensation de décharge électrique de long du rachis et des membres lors de la mise en flexion du cou) est pathognomonique.
- Le syndrome de sclérose combinée de moelle : il associe bilatéralement un syndrome pyramidal à un syndrome cordonal postérieur. La cause la plus fréquente est la carence en vitamine B12 (Biermer, post gastrectomie...).

3. Les syndromes de compression médullaire :

Ces syndromes associent :

- Un syndrome rachidien : il se voit lors d'une lésion vertébrale, et est révélé par une contracture musculaire, une raideur segmentaire du rachis, une déformation, le signe de la sonnette.
- Un syndrome lésionnel : très bon indicateur du niveau lésionnel, il traduit l'atteinte de racines rachidiennes au niveau de la compression. Il se manifeste par un syndrome radiculaire (douleur, anesthésie, paralysie et abolition des réflexes de topographie radiculaire).
- Un syndrome sous-lésionnel : il traduit l'interruption des faisceaux médullaires ascendants/descendants. Il se manifeste par un syndrome pyramidal sous-lésionnel et des troubles sensitifs, de limite supérieure nette.

Le syndrome de compression médullaire est une urgence neurochirurgicale. L'examen à demander en premier intention et en urgence est une IRM médullaire. Les pathologies responsables de compression médullaire sont de 3 types :

- Causes extradurales : tumeurs ou métastases osseuses rachidiennes, infection du rachis (spondylodiscite), arthrose rachidienne, hématome épidural.
- Causes intradurales extramédullaires : tumeur des méninges (méningiomes) ou des gaines nerveuses (neurinome).
- Causes intradurales intramédullaires : tumeur de la moelle

LE TRONC CEREBRAL

I. Généralités

Il fait la jonction entre le cerveau et la moelle épinière. On distingue trois portions, de haut en bas :

- Le bulbe rachidien ou moelle allongée, embryologiquement le myélocéphale.
- La protubérance annulaire ou pont de Varole, embryologiquement le métencéphale.
- Les pédoncules cérébraux, partie ventrale du mésencéphale.

Les pédoncules cérébelleux arriment le cervelet à ces trois éléments.

Bulbe, protubérance et cervelet forment le rhombencéphale. La forme losangique ou rhombique du 4^{ème} ventricule est à l'origine de cette appellation « rhombencéphale ».

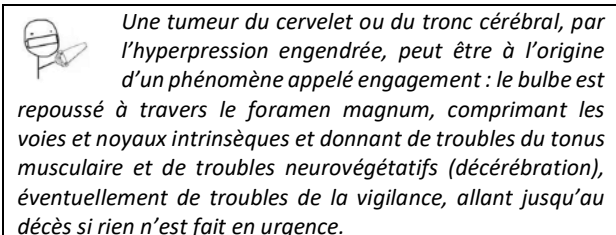
Haut de 80 mm, épais de 12 à 30 mm et large de 15 à 40 mm, le tronc cérébral s'étend du chiasma des nerfs optiques en haut jusqu'au foramen magnum en bas. Il traverse l'orifice fibreux de la tente du cervelet pour se prolonger jusqu'au diencephale où la limite méso-diencephalique est formée latéralement par le tractus optique.

Sur le plan physiologique, le tronc cérébral a quatre fonctions essentielles :

- Rôle neurovégétatif important (centre de régulation de la respiration, température, pression artérielle, fréquence cardiaque, ...).
- Régulation de la vigilance et du sommeil (rôle de la formation réticulée).
- Origine de tous les nerfs crâniens sauf le I et le II.
- Lieu de passage obligé de toutes les voies ascendantes et descendantes provenant du cerveau ou de la moelle.

II. Situation anatomique

Le tronc cérébral est situé dans la fosse postérieure, ou espace sous-tentorial, qui est l'espace situé sous la tente du cervelet.



Il est traversé verticalement par les voies longues ascendantes et descendantes et horizontalement par les nerfs crâniens.

Ses rapports sont :

- En arrière : le 4^{ème} ventricule et le cervelet.

- En avant : l'os sphénoïde.
- Caudalement : l'os occipital et la moelle épinière.
- Crânialement : la tente du cervelet.

III. Morphologie

1. **Vue antérieure du tronc cérébral**

Au niveau du bulbe, qui fait suite à la moelle épinière, il existe une fissure médiane ventrale : le sillon médian du bulbe. De chaque côté on retrouve deux reliefs verticaux appelés pyramides bulbaires. Latéralement aux pyramides se trouvent les reliefs de deux noyaux gris profonds : les olives bulbaires, cernées par les sillons pré et rétro-olivaires

Au niveau du pont, les fibres nerveuses constituent un bourrelet transversal dont les extrémités latéro-dorsales forment les pédoncules cérébelleux moyens. Le sillon horizontal qui sépare la moelle allongée et le pont s'appelle sillon bulbo-pontique : à ce niveau apparaissent plusieurs nerfs crâniens.

Au-dessus du pont, deux bourrelets de fibres nerveuses ont une direction ascendante et divergente : ce sont les pédoncules cérébraux, séparés par l'espace interpédonculaire ou substance perforée postérieure. A cet endroit se trouvent le relief des deux tubercules mamillaires et la tige de la glande pituitaire formant le losange optico-pédonculaire.

2. **Vue latérale du tronc cérébral**

Les pédoncules cérébraux sont composés d'avant en arrière par le pied, la calotte et la lame quadrijumelle. Cette dernière est elle-même constituée des colliculus ou tubercules quadrijumeaux : les colliculus inférieurs (ou tubercules quadrijumeaux postérieurs) qui sont des relais auditifs, et les colliculus supérieurs (ou tubercules quadrijumeaux antérieurs) qui sont des relais visuels.

Ces tubercules se prolongent par les bras conjonctivaux vers les corps genouillés du thalamus. Le bras conjonctival inférieur réunit le colliculus inférieur au corps genouillé médial, et le bras conjonctival supérieur le colliculus supérieur au corps genouillé latéral.

3. **Vue postérieure du tronc cérébral**

Au niveau du 1/3 inférieur du bulbe, on retrouve la prolongation des cordons dorsaux de la moelle épinière. La partie haute de cette région comporte un relief : le corps restiforme, correspondant à la situation profonde des noyaux gracile et cunéiforme. Puis les deux cordons dorsaux du bulbe s'écartent l'un de l'autre pour délimiter la cavité du 4^{ème} ventricule et constituer les pédoncules cérébelleux inférieurs. En bas de cette cavité, le sillon

médian se termine au niveau de l'obex (verrou) du 4^{ème} ventricule.

La face postérieure du pont est occupée par la très large cavité losangique du 4^{ème} ventricule qui communique en haut avec le 3^{ème} ventricule par un pertuis étroit appelé aqueduc du mésencéphale.

Le plancher du 4^{ème} ventricule s'étend du haut de la protubérance à la partie inférieure du bulbe. Il présente un sillon longitudinal et médian qui le divise en deux moitiés symétriques composées de dedans en dehors par :

- L'aile blanche médiale : embryologiquement, elle provient des lames basales et fondamentale du myélocéphale et du métencéphale. Elle est constituée de deux colonnes de noyaux moteurs de nerfs crâniens :

- . Colonne 1 ou colonne efférente somatique générale : noyaux du XII et du VI.
- . Colonne 2 ou colonne efférente viscérale spéciale : noyaux moteurs du XI, X, IX (noyau ambigu), noyaux moteurs du VII et du V. Dans sa partie équatoriale on constate une zone élargie appelée l'eminencia teres, qui correspond aux fibres du VII qui contournent le noyau du VI.

Au-dessus, dans le mésencéphale, autour de l'aqueduc, la colonne 1 contient les noyaux moteurs du III et du IV.

- L'aile grise moyenne, sous le sulcus limitans, sous laquelle on retrouve des noyaux neurovégétatifs de la colonne 3 ou colonne efférente viscérale générale : noyau cardio-pneumo-entérique, noyaux salivaires inférieur (fibres du IX qui commande la parotide) et supérieur (fibres du VII), noyau muco-lacrymo-nasal (VII bis).

Au-dessus, dans le mésencéphale, autour de l'aqueduc, la colonne 3 contient le noyau pupillaire d'Edinger-Wesphal.

- L'aile blanche latérale : elle provient de la lame alaire sous laquelle on retrouve des noyaux sensitifs et sensoriels répartis en 4 colonnes :

- . Colonne 4 ou afférente viscérale générale : tractus solitaire caudal (noyaux sensitifs du IX et du X).
- . Colonne 5 ou afférente viscérale spéciale : tractus solitaire rostral (IX et X), noyaux gustatifs inférieur (IX) et supérieur (VII bis).
- . Colonne 6 ou afférente somatique générale avec les noyaux sensitifs du V : noyau de la racine descendante ou tractus spinal du V, noyau pontique du V, tractus mésencéphalique du V se prolongeant vers le pédoncule cérébral.
- . Colonne 7 ou afférente somatique spéciale contenant les noyaux vestibulaires et cochléaires antérieurs et postérieurs.

Au niveau de la face dorsale du mésencéphale on retrouve la lame quadrijumelle (ou toit du mésencéphale) qui comporte les quatre reliefs colliculaires.

Sur cette face postérieure, on retrouve aussi les pédoncules cérébelleux moyens et supérieurs séparés par le récessus parabrachial, les deux pédoncules supérieurs étant réunis par le voile médullaire supérieur, la lame quadrijumelle et l'épiphyse (ou corps pinéal) qui secrète la mélatonine.



La mélatonine est une hormone qui régule les cycles du sommeil et l'adapte le sommeil à l'environnement.

4. Coupe sagittale du tronc cérébral

Elle permet de décrire le plafond (ou toit) du 4^{ème} ventricule, qui comprend de haut en bas :

- Le voile médullaire supérieur ou valvule de Vieussens, en regard de la protubérance, tendue dans un triangle formé par les pédoncules cérébelleux supérieurs.
- La portion ventriculaire de la face antérieure du cervelet doublée par la valvule de Tarin s'attachant au cervelet.
- Le voile médullaire inférieur constitué par la membrana tectoria et cette valvule de Tarin qui la continue vers le haut, doublée en arrière par la toile choroïdienne.

Cette dernière se prolonge avec la pie-mère du vermis inférieur. Elle a une forme triangulaire et détermine deux récessus latéraux où elle présente des ouvertures latérales (trous de Luschka) alors que l'orifice médian (trou de Magendie) ne serait que virtuel.

Les plexus choroïdes dépendant de cette toile sont symétriques. Ils présentent une portion longitudinale peu importante alors que la portion transverse est volumineuse et s'évagine dans les espaces sous-arachnoïdiens de la grande citerne : ce sont les cornes d'abondance, rejoignant le paquet acoustico-facial vers l'angle ponto-cérébelleux.

IV. Systématisation

1. Le bulbe

- **Sous le plancher du 4^{ème} ventricule** constitué de dedans en dehors par l'aile blanche interne, l'aile grise moyenne, l'aile blanche externe et le pédoncule cérébelleux inférieur, on retrouve successivement :
 - . Le noyau du XII et le noyau ambigu (origine des contingents moteurs des IX, X et XI).
 - . Le noyau salivaire inférieur (innervation de la parotide, IX), le noyau dorsal du vague (cardio-pneumo-entérique), le noyau gustatif inférieur (IX).

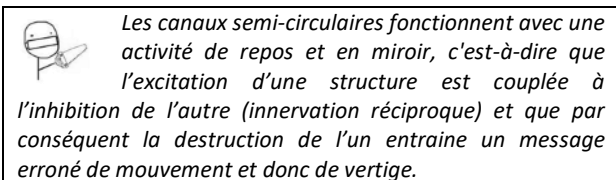
- . Le tractus solitaire ou noyau du faisceau solitaire (origine des contingents sensitifs des IX, X et XI) et le noyau de la racine descendante du V, ou noyau spinal du V, qui s'étend jusqu'à la moelle épinière.

- Les noyaux vestibulaires :

Ils constituent une « plaque tournante » fondamentale pour la régulation de l'équilibre et la perception de la verticalité. L'appareil vestibulaire est l'un des capteurs sensoriels participant à l'analyse du mouvement et assurant le maintien de l'équilibre statique ou dynamique et la stabilité visuelle pendant le mouvement.

. Afférences :

- De l'oreille interne : utricule, saccule (mesurant les accélérations linéaires dans le plan horizontal et vertical ou antigravitaire, les otolithes sont le fil à plomb du champ gravitaire terrestre) et canaux semi-circulaires (mesurant les accélérations angulaires dans les trois plans euclidiens de l'espace).
- De voies visuelles accessoires (images rétinienne du prétegmentum).
- De voies proprioceptives des muscles antigravitaires notamment du cou mais aussi de l'ensemble de la musculature.



Ces noyaux vestibulaires sont sous le contrôle de la formation réticulée, du vestibulocerebellum et des noyaux tubéro-mamillaires (voie histaminergique) en lien avec le cortex limbique.

. Efférences :

- Sur la moelle (voie vestibulo-spinale).
- Sur le cervelet (voie vestibulo-cérébelleuse).
- Sur le tronc cérébral (noyaux du pneumogastrique et noyaux oculomoteurs ou voie vestibulo-oculaire).
- Sur le cortex vestibulaire (pariéto-insulaire postérieur et temporal, insula, opercule) via le thalamus. Plusieurs noyaux thalamiques sont impliqués : ventro-médian, ventral antérieur, ventro-latéral, intra-laminaires et noyaux postérieurs témoignant bien de la multimodalité sensorielle et cognitive de cette régulation (vestibule, vision, sensibilité ou gravi-perception somesthésique).

- Les voies motrices :

- . Le faisceau pyramidal, après avoir traversé la capsule interne du cerveau, descend dans le

ped du pédoncule cérébral dont il occupe la partie moyenne. Dans la protubérance il est dissocié par des fibres horizontales à destinée cérébelleuse (fibres ponto-cérébelleuses). A l'étage bulbaire il se regroupe et constitue le relief des pyramides. Au 1/3 inférieur du bulbe, il subit un entrecroisement sur la ligne médiane appelé décussation pyramidale.

- . Parmi les voies extra-pyramidales on retrouve la voie tecto-spinale en arrière du Reil médian et la voie rubro-spinale dans le cordon latéral du bulbe en arrière du noyau olivaire flanqué des para-olives postéro-latérale et antéro-médiale.

- Les voies sensitives :

- . Lemniscales : les fibres nerveuses formant les cordons de Goll et Burdach se terminent dans les ganglions de Goll et Burdach ou noyaux gracile et cunéiforme situés à la jonction bulbo-médullaire, et font relais avec les deutoneurons de la voie lemniscale. Ces neurones vont croiser la ligne médiane très rapidement et former le Reil médian ou lemniscus médian, lequel rejoindra le noyau ventro-postéro-latéral du thalamus. En arrière du faisceau pyramidal et de la fissure primaire du bulbe on retrouve donc le Reil médian.
- . Spino-thalamique : les voies ascendantes sensitives extra-lemnisciales cheminent dans le bulbe dans le faisceau spinothalamique situé latéralement par rapport à l'olive bulbaire, sans faire relais dans le tronc cérébral.

- Les voies spino-cérébelleuses :

- . Le faisceau de Gowers est situé latéralement aux faisceaux spino-thalamique et rubro-spinal. Il remonte vers le mésencéphale et sort du tronc cérébral par le pédoncule cérébelleux supérieur.
- . Le faisceau de Fleischig sort quant à lui par le pédoncule cérébelleux inférieur pour se diriger vers le cervelet.

NB : les faisceaux spino-thalamique, rubro-spinal et de Gowers constituent le faisceau latéral du bulbe.

- Les noyaux du raphé :

Ils synthétisent de la sérotonine, participent à la régulation du sommeil et constituent le point de départ de la voie bulbo-spinale sérotoninergique descendante contrôlant la douleur : noyaux du raphé obscurus, pallidus, magnus. Ces noyaux sont situés en arrière des faisceaux tecto-spinaux et en avant du plancher du 4^{ème} ventricule, proches des noyaux moteurs du XII.

- La formation réticulée bulbaire :

Elle est au centre du bulbe jouxtant les noyaux du plancher notamment les noyaux neurovégétatifs, le faisceau latéral, l'olive bulbaire, le Reil médian, le faisceau tecto-spinal et les noyaux du raphé. Elle est le point de départ des voies bulbo-réticulo-spinales et du système réticulé activateur ascendant.

Relai de la voie spino-réticulo-thalamique : noyau gigantocellulaire, noyau réticulé latéral.



Conséquences anatomo-cliniques :

- Une lésion ou une souffrance de la formation réticulée entraîne un coma.

- *Syndrome de Wallenberg* : c'est l'infarctus de fosse postérieure le plus fréquent, lié à une lésion de l'artère de la fossette latérale du bulbe (branche de l'artère cérébelleuse postéro-inférieure ou PICA). L'ischémie du territoire rétro-olivaire entraîne les symptômes suivants :

- . Vertige rotatoire, vomissements, nystagmus, chute par lésion du noyau vestibulaire.
- . Troubles de la déglutition, de la sensibilité du carrefour aéro-digestif par lésion du noyau ambigu et du noyau du faisceau solitaire.
- . Anesthésie thermoalgique du visage ipsilatéral par lésion du noyau de la racine descendante du V. Parallèlement, anesthésie thermo-algique de l'hémicorps controlatéral à la lésion du faisceau spino-thalamique.
- . Syndrome cérébelleux homolatéral par lésion du pédoncule cérébelleux et du faisceau de Gowers.

- *Syndrome de Claude-Bernard-Horner* par lésion du système orthosympathique.

2. Le pont

- Sous le plancher du 4^{ème} ventricule :

- . On retrouve sous l'aile blanche médiale le noyau du VI et du VII, lequel contourne par ses axones le noyau du VI. Le noyau du VII est divisé en deux groupes : le facial supérieur qui innerve les muscles du front et le muscle orbiculaire des paupières et qui reçoit des afférences bilatérales corticales, et le facial inférieur qui ne reçoit que des afférences corticales controlatérales.
- . Sous l'aile grise moyenne, le noyau salivaire supérieur (origine de l'innervation des glandes sous-maxillaires et sublinguales), le noyau muco-lacrymo-nasal (tous deux contingents neurovégétatifs du VII) et le noyau gustatif supérieur (VII bis).
- . Sous l'aile blanche latérale, le noyau du VII bis et le noyau pontique principal du V.

- Les noyaux cochléaires :

En cas de stimulus auditif, les cellules de l'organe de Corti vont générer des influx nerveux parcourant le nerf cochléaire (VIII), les noyaux cochléaires postérieur ou dorsal et antérieur ou ventral, point de départ des voies auditives centrales. Ils se situent

à la jonction avec le pédoncule cérébelleux moyen. Les premiers neurones de la voie auditive centrale forment le Reil latéral qui se termine dans le corps genouillé interne du thalamus.

A partir du thalamus il y a projection vers le cortex auditif primaire correspondant. Les voies auditives sont à la fois controlatérales et homolatérales (projection bilatérale depuis les noyaux cochléaires, à prédominance controlatérale selon la latéralisation du sujet).

- Les noyaux du pont :

Ils constituent un élément caractéristique de la protubérance dans sa partie antérieure. Ils sont reliés entre eux et constituent un relais pour les voies néocérébelleuses provenant du cortex cérébral.

L'existence de ces noyaux et de ces fibres explique la division du faisceau pyramidal en petits faisceaux.

- Dans la calotte protubérantielle :

- . Médialement, d'avant en arrière : le Reil médian, le tecto-spinal, le faisceau longitudinal médian reliant le VI et le III et les noyaux du raphé (noyaux du raphé magnus, raphé pontis).
- . Latéralement : le spino-thalamique et le Reil latéral en avant, le rubro-spinal, le Gowers et entre les deux le faisceau central du tegmentum ou faisceau central de la calotte, reliant le noyau rouge à l'olive bulbaire.



En cas de lésion du faisceau central de calotte seront observées des myoclonies vélo-palatines (lésion du triangle de Mollaret).

- La formation réticulée protubérantielle :

Elle est composée de dedans en dehors par :

- . La formation réticulée pontique paramédiane (FRPP) : c'est un relai pré moteur oculomoteur horizontal lié au noyau du VI et au colliculus supérieur.
- . Les noyaux réticulés pontis oralis et caudalis : voie ponto-réticulo-spinale descendante.
- . Le locus coeruleus : noyau noradrénergique intervenant dans l'éveil.

3. Les pédoncules cérébraux

- La substance noire (ou locus niger) :

C'est la plus volumineuse masse nucléaire de la région. Sa couleur caractéristique provient des pigments mélaniques qu'elle contient. Elle sépare le tegmentum du pédoncule cérébral stricto sensu.

Rudimentaire chez les vertébrés inférieurs, elle atteint son apogée de développement chez l'Homme avec du côté tegmental la pars compacta, partie dense, et du côté pédonculaire la pars reticulata dont les cellules ne contiennent pas de pigments mélaniques.

La pars compacta (A9) est le point de départ de la voie nigro-striée, siège électif des lésions de la maladie de Parkinson. Les autres aires dopaminergiques sont l'A8 ou aire rétro-rubrale en connexion avec l'amygdale, l'A10 ou aire tegmento-ventrale médialement au locus niger, point de départ des voies méso-limbiques et méso-corticales en connexion avec le noyau accumbens. Ce dernier va activer l'hypothalamus, le cortex limbique, l'hippocampe et le cortex préfrontal, participant ainsi au circuit de la récompense, du plaisir et du désir.



La maladie de Parkinson est une maladie neurodégénérative qui représente la 2^{ème} cause de handicap moteur du sujet âgé après les accidents vasculaires cérébraux, et concerne 2% de la population après 65 ans. Un syndrome parkinsonien se définit par une triade clinique : tremblement (de repos lent, asymétrique et épargnant la tête), hypo ou akinésie, hypertonie (avec rigidité plastique cédant par à-coups : « roue dentée »).

- Entre les pieds du pédoncule, médialement et au-dessus des locus niger, sous la commissure blanche antérieure se trouve la substance innommée regroupant le noyau de Meynert cholinergique (cf hippocampe), le striatum ventral (noyau accumbens) et le pallidum ventral.

- Le noyau rouge :

De forme ovoïde, il est situé derrière le locus niger au centre de la calotte, près du colliculus supérieur. Il contient une portion magnocellulaire inférieure ou paléorubrale en lien avec la moelle et le cortex, et une portion supérieure parvocellulaire ou néorubrale tournée exclusivement vers le cortex cérébral.

. Paléorubrum :

- Afférences spino-cérébelleuses, fibres moussues (noyau interposé et faisceaux de Fleichsig et Gowers).
- Efférences rubro-spinales, réticulo-spinales et corticales.

. Néorubrum :

- Afférences corticales (fronto-ponto-néo-cérébelleuses, fibres grimpantes, noyau denté).
- Efférences thalamo-corticales.

- Latéralement au noyau rouge, on retrouve les faisceaux de Reil médian et spino-thalamique, se rapprochant l'un de l'autre, et le Reil latéral. En arrière et proche de la région péri-aqueducal et de ces faisceaux est visible le noyau mésencéphalique du V (sensibilité proprioceptive du trijumeau).
- En avant du locus niger, dans le pied, on retrouve au centre le faisceau cortico-spinal ou faisceau pyramidal et le faisceau cortico-nucléaire ou faisceau géniculé, et de part et d'autre le faisceau fronto-pontique d'Arnold médialement et le faisceau occipito-temporo-pariéto-pontique de Turk-Meynert latéralement.

- L'aqueduc de Sylvius, en arrière, est entouré de substance grise péri-aqueducal dans laquelle on peut individualiser les noyaux du III (ou du IV sur une coupe plus basse passant par le colliculus inférieur). Le III regroupe plusieurs noyaux moteurs pour les différents muscles innervés (droit supérieur, petit oblique, droit interne, droit inférieur et releveur de la paupière homolatéraux et le muscle droit supérieur de l'œil controlatéral) mais aussi des noyaux neurovégétatifs comme le noyau pupillaire d'Edinger-Westphall.

Des noyaux oculomoteurs accessoires sont également présents comme le noyau interstitiel de Cajal et le noyau rostral interstitiel du faisceau longitudinal médial, relais prémoteurs des saccades oculaires.

- Dans la région tectale se trouve en arrière le noyau du colliculus supérieur (dans le tubercule quadrijumeau antérieur). Une coupe passant par le tubercule quadrijumeau postérieur aurait mis en évidence le noyau du colliculus inférieur et dans la substance grise périaqueducal le noyau moteur du IV. Il s'agit de relais sensoriels entre le tronc cérébral et les corps genouillés interne ou externe du thalamus.

Le colliculus supérieur contient une portion motrice profonde dont on a pu isoler le noyau du toit du mésencéphale à l'origine du tractus tecto-spinal et tecto-bulbaire.

Si la plus grande partie des fibres du tractus optique se termine directement dans le corps genouillé externe en passant par le tubercule quadrijumeau antérieur sans s'y arrêter (voie réticulo-géniculostriée), quelques une se terminent dans les couches superficielles de la substance grise du colliculus supérieur.

Celui-ci reçoit des afférences corticales (A18 et 19 essentiellement) mais aussi de la formation réticulée ou du thalamus.

Ses efférences sont tecto-spinales controlatérales et tecto-bulbaires homo et controlatérales pour différents centres du tronc cérébral (noyaux de la réticulée, noyaux moteurs...).

En arrière de la région péri-aqueducal on retrouve la commissure blanche postérieure intervenant dans les mouvements de verticalité du regard



Une lésion de cette commissure blanche postérieure donnera une paralysie du regard vertical : c'est le syndrome de Parinaud.

- Entre la substance grise péri-aqueducal en arrière, le noyau rouge en avant et les faisceaux latéraux, on retrouve enfin la formation réticulée mésencéphalique qui sera connectée aux noyaux réticulés, centro-médians et intra-laminaires du thalamus notamment par le faisceau médian télencéphalique.

Dans la formation réticulée mésencéphalique on trouve également le noyau pédonculo-pontique cholinergique et glutaminergique, noyau

intervenant dans l'éveil et le sommeil paradoxal activant la voie thalamo-corticale et la marche (projections médullaires, cible de traitement par neurostimulation).



Conséquences anatomo-cliniques :

- *Lésions du locus niger : maladie de Parkinson.*
- *Lésions du noyau rouge : syndrome de Claude et syndrome de Benedikt.*
- *Lésions de la commissure blanche postérieure : syndrome de Parinaud.*
- *Atteinte de la bandelette longitudinale postérieure : ophthalmoplégie internucléaire.*

LE CERVEAU

I. Description générale

Le cerveau est constitué de deux hémisphères cérébraux reliés par le corps calleux. On distingue :

- De la substance grise :
 - . Le cortex cérébral, situé en périphérie.
 - . Des amas profonds : les noyaux gris centraux.
- De la substance blanche, située en profondeur et au niveau du corps calleux.

Embryologiquement, il provient de la vésicule proscéphalique qui se divise en diencéphale (donnant le thalamus et l'hypothalamus) et en téléencéphale (cortex cérébral, noyau lenticulaire, noyau caudé).

Les noyaux gris centraux regroupent le thalamus et les ganglions de la base (pallidum, putamen, noyau caudé), auxquels on associe classiquement le locus niger, le noyau subthalamique et la zona incerta.

1. Vue latérale du cerveau

On peut y voir les lobes frontal, pariétal, temporal et occipital. Ces lobes sont séparés et subdivisés par des fissures :

- La fissure centrale, ou scissure de Rolando, qui sépare le lobe frontal du lobe pariétal.
- La fissure latérale, ou scissure de Sylvius, qui sépare le lobe frontal du lobe temporal et se prolonge en profondeur par la fosse latérale ou vallée sylvienne au fond de laquelle se trouve le cortex insulaire.
- La fissure pariéto-occipitale qui sépare le lobe pariétal du lobe occipital, et l'incisure temporo-occipitale qui délimite les lobes temporal et occipital.

Au sein des lobes on distingue :

- Le sillon pré-central, ou pré-rolandique, qui délimite avec la fissure centrale l'aire frontale ascendante.
- Le sillon post-central, ou post-rolandique, qui délimite avec la fissure centrale l'aire pariétale ascendante.

2. Vue médiale d'un hémisphère

On y repère plusieurs éléments :

- Les quatre lobes déjà visibles sur la vue latérale, mais aussi le cortex limbique délimité par la fissure limbique constituée de plusieurs sillons successifs : subcallosus, cingulaire avec son segment marginal, subpariétal, antécalcarin, collatéral et rhinal.

- La fissure centrale, les sillons pré et post-centraux, la fissure pariéto-occipitale.
- Le corps calleux : c'est une commissure de substance blanche d'environ 10 cm de long qui relie les deux hémisphères. On lui distingue plusieurs parties d'avant en arrière :
 - . Le genou, qui se termine par le bec du corps calleux.
 - . Le corps, qui forme le toit des ventricules latéraux.
 - . Le splénium
- Le cingulum, situé entre le corps calleux et le sillon cingulaire ou callaso-marginal.
- Le sillon calcarin, situé à la base du lobe occipital. Il relie le pôle occipital à l'extrémité antérieure du sillon pariéto-occipital.
- L'hippocampe.



La maladie d'Alzheimer débute par une atrophie de l'hippocampe. C'est une démence du sujet âgé d'évolution lentement progressive, se traduisant par des troubles mnésiques touchant initialement la mémoire épisodique récente (amnésie hippocampique) puis évoluant vers une atteinte de toutes les fonctions cognitives avec syndrome aphaso-apraxo-agnosique et grabatisation.

II. Coupes anatomiques du cerveau

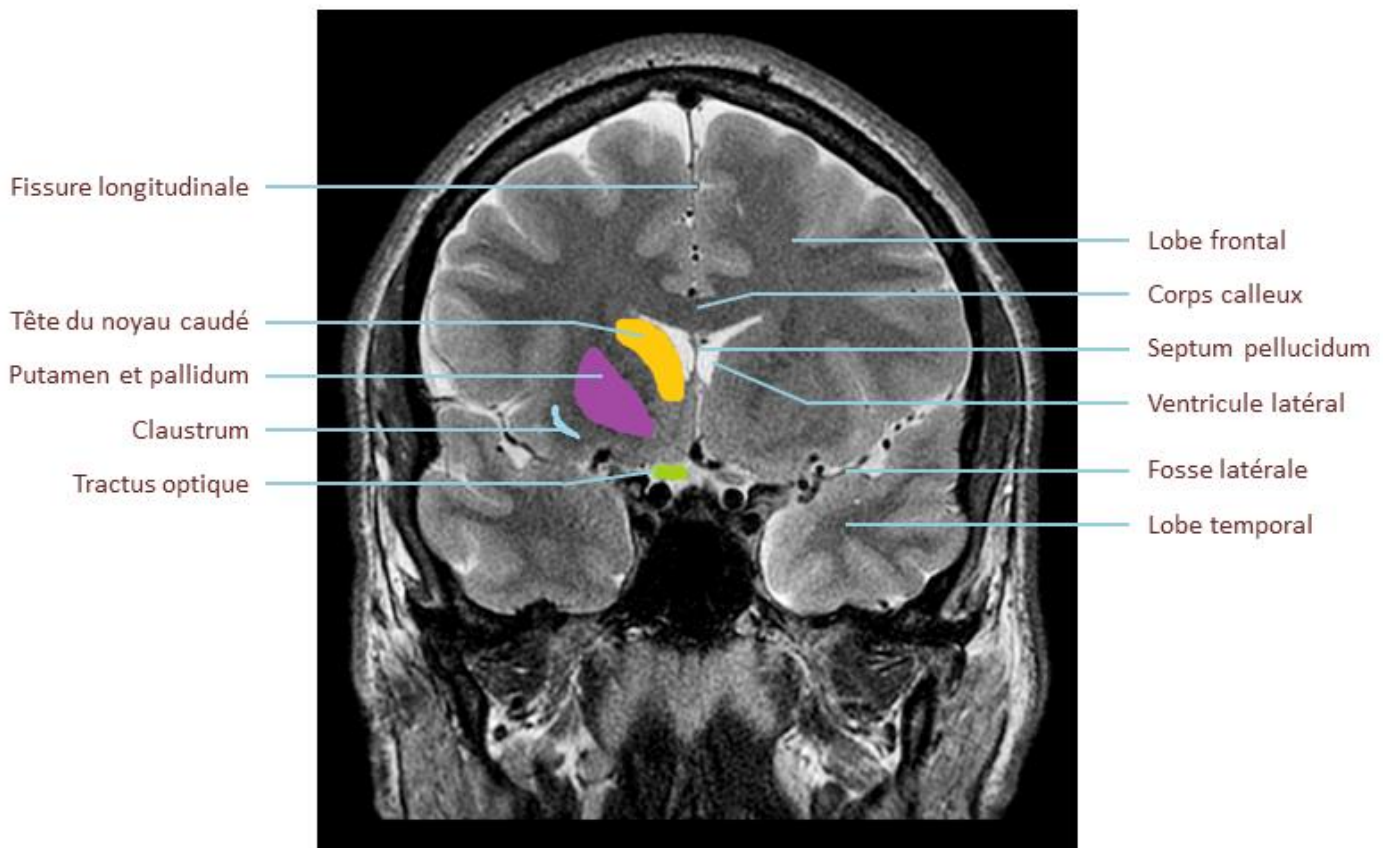
1. La coupe de Charcot

C'est une coupe frontale des hémisphères cérébraux qui permet de mettre en évidence :

- La fissure longitudinale qui sépare les deux hémisphères, et le corps calleux qui les réunit.
- Les ventricules latéraux, séparés par le septum pellucidum qui contient le fornix réunissant le corps mamillaire et l'hippocampe.
- Les fosses latérales, entre les lobes frontaux et temporaux, dans lesquelles circulent les artères cérébrales moyennes.
- Le cortex insulaire, au fond de la fosse latérale.
- Les noyaux gris centraux : thalamus, noyau caudé et noyau lenticulaire, lui-même subdivisé en putamen, pallidum externe et pallidum interne.
- Le claustrum, ou avant-mur, situé entre le putamen et le cortex insulaire.

On peut ainsi définir plusieurs espaces :

- La capsule interne : entre le thalamus et le pallidum interne.

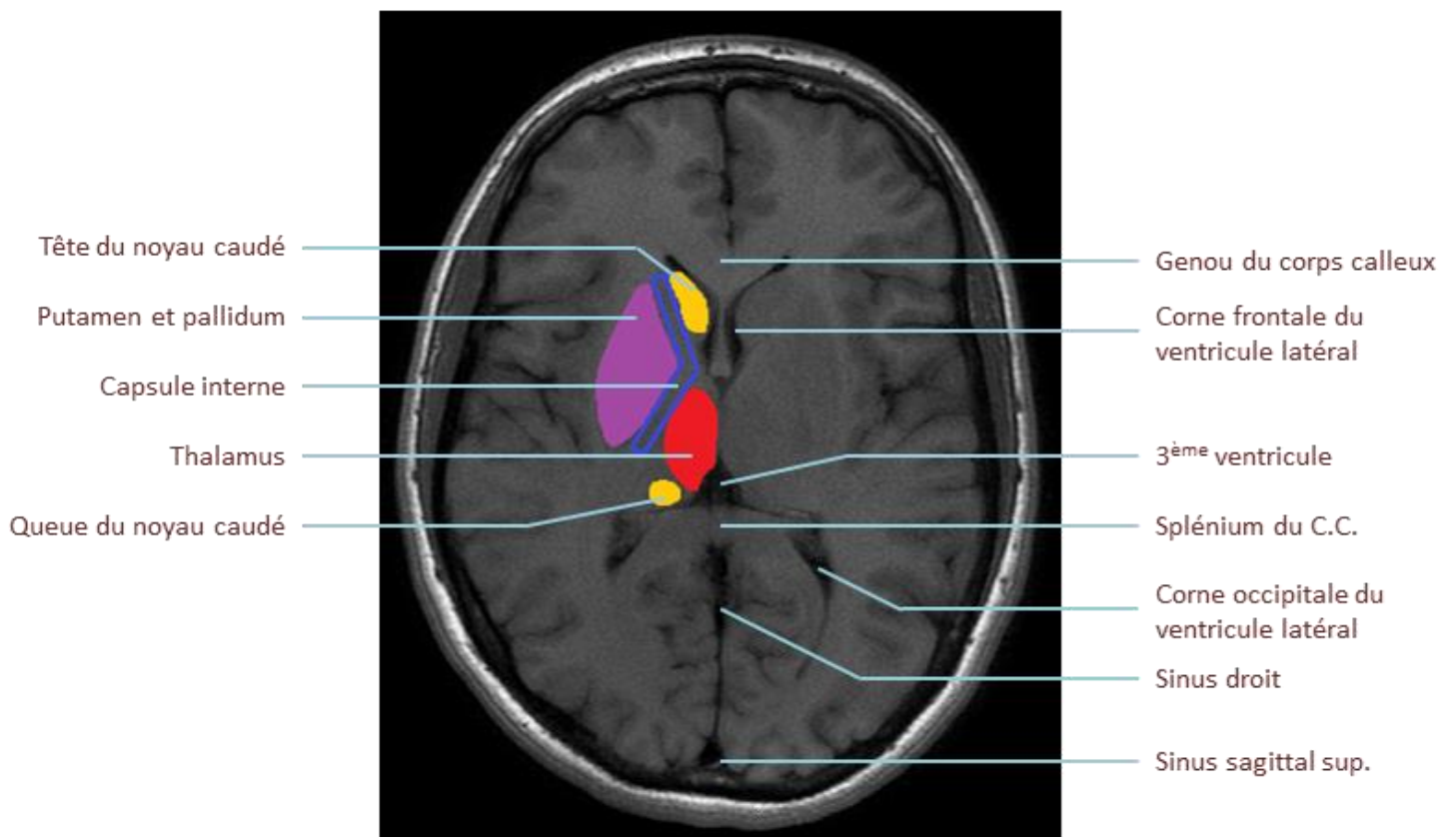


Ci-dessus : **coupe frontale du cerveau (IRM)**

Le plan de coupe est plus antérieur que celui de la traditionnelle coupe de Charcot : on ne voit donc que la tête du noyau caudé et pas le thalamus. Sur cette séquence, le liquide cérébro-spinal apparaît en blanc et la substance grise apparaît plus claire que la substance blanche.

Ci-dessous : **coupe transversale du cerveau (IRM)**

C'est la coupe dite de Fleichsig. Sur cette séquence, le liquide apparaît en noir (le liquide cérébro-spinal mais aussi le sang) et la substance grise apparaît plus foncée que la substance blanche.



- La capsule externe : entre le putamen et le claustrum.
- La capsule extrême : latéralement au claustrum.

2. La coupe de Fleichsig

C'est une coupe transversale des hémisphères cérébraux passant par le genou et le splénium du corps calleux, sur laquelle on peut voir :

- Les ventricules latéraux, en particulier leurs cornes frontale et occipitale.
- Le 3^{ème} ventricule, dont la paroi latérale est formée en grande partie par le thalamus.
- De part et d'autre du thalamus, la tête et la queue du noyau caudé.
- Latéralement, le putamen et le pallidum.

Entre le thalamus et le pallidum, on retrouve la **capsule interne** qui adopte globalement une forme de boomerang avec un bras antérieur, un genou et un bras postérieur. C'est le lieu de passage de faisceaux descendants et ascendants :

- Tractus pyramidal ou cortico-spinal : situé dans le bras postérieur de la capsule interne, il véhicule la motricité volontaire des membres controlatéraux.
- Tractus géniculé ou cortico-nucléaire : situé dans le genou, il véhicule les informations destinées aux nerfs crâniens pour la motricité volontaire de la face.
- Tractus cortico-pontiques, parmi lesquels on distingue :
 - . Le faisceau fronto-pontique d'Arnold, dans le bras antérieur.
 - . Le faisceau temporo-pariéto-occipito-pontique de Turk-Meynert, dans le bras postérieur.

III. Les noyaux gris centraux

Aussi appelés ganglions de la base (*stricto sensu* à l'exception du thalamus), ce sont des amas de substance grise situés dans la profondeur les hémisphères cérébraux :

- Noyaux gris centraux diencephaliques :
 - . Thalamus.
 - . Hypothalamus.
 - . Noyau subthalamique (ou corps de Luys).
- Noyaux gris centraux télencéphaliques :
 - . Noyau caudé.
 - . Noyau lenticulaire, lui-même divisé en trois :
 - Putamen.
 - Pallidum externe (globe pâle externe, GPE).
 - Pallidum interne (globe pâle interne, GPI).

Le noyau caudé et le putamen forment le néostriatum.

Le pallidum (GPE et GPI) forme le paléostriatum.

Nous approfondirons ici la description du **thalamus** :

Le thalamus est le plus volumineux des noyaux gris centraux. C'est une masse appliquée contre le bord latéral du 3^{ème} ventricule et qui adopte grossièrement la forme d'un œuf dont la partie la plus effilée, le pulvinar, est orientée vers l'arrière. Cette partie postérieure est flanquée de deux noyaux : les corps genouillés.

Il est divisé en trois parties par la lame médullaire interne : une partie latérale où l'on trouve les noyaux latéraux, une partie médiale où l'on trouve les noyaux médiaux, et une partie antérieure où l'on trouve le noyau antérieur. On trouve également des noyaux au sein de la lame médullaire interne : les noyaux intralaminaires.

- Les noyaux latéraux du thalamus :

- . Le noyau ventro-postéro-latéral (sensitif) :
 - Afférences : voies lemniscale (Reil médian) et extra-lemniscale (faisceau néo-spino-thalamique).
 - Efférences : cortex somesthésique S1 et S2.
- . Le noyau ventro-postéro-médial (sensitif) :
 - Afférences : afférences somesthésiques de la région céphalique via le lemniscus trigéminal, et voies gustatives.
 - Efférences : partie inférieure du cortex somesthésique primaire.



Le syndrome de Déjerine-Roussy est lié à une lésion du noyau ventro-postéro-latéral. On observe les symptômes suivants :

- *Hypoesthésie et paresthésies de l'hémicorps controlatéral.*
- *Perte de la sensibilité lemniscale (épicritique, proprioceptive, pallesthésie).*
- *Hyperpathies : intégration douloureuse de stimuli qui normalement ne le sont pas.*
- *Algies thalamiques : sensations de brûlure.*

- . Le noyau ventral latéral (moteur) :
 - Afférences : noyau dentelé du cervelet.
 - Efférences : cortex moteur
- . Le noyau ventral antérieur (moteur) :
 - Afférences : pallidum interne et locus niger.
 - Efférences : cortex pré-moteur.
- . Les noyaux latéro-dorsaux : noyau latéro-dorsal, noyau latéral postérieur, pulvinar (ce dernier est un centre intégrateur sensitivo-sensoriel qui se projette au niveau du carrefour temporo-pariéto-occipital).

- Le noyau antérieur :

Il fait partie intégrante du circuit de Papez (circuit hippocampo-mamillaro-thalamo-cingulo-hippocampique, circuit de la mémoire à court terme.

- . Afférences : corps mamillaire par le biais du faisceau de Vicq d'Azyr.

- . Efférences : cingulum.
- Les noyaux médiaux :
 - . Le noyau centro-médial para-fasciculaire (associatif) :
 - Afférences : tractus paléo-spino-thalamique.
 - Efférences : noyau ventro-postéro-latéral.
 - . Le noyau dorso-médial (associatif, neuro-végétatif) :
 - Afférences : hypothalamus, amygdale, noyaux intralaminaires du thalamus.
 - Efférences : cortex préfrontal.
- Les corps genouillés :
 - . Le corps genouillé latéral (sensoriel) : c'est le relais thalamique visuel de la voie rétinogéniculostriée.
 - Afférences : voies rétinogéniculées.
 - Efférences : radiations optiques qui gagnent le cortex occipital primaire (aire 17 de Brodmann ou aire striée).
 - . Le corps genouillé médial (sensoriel) : c'est le relais thalamique auditif.
 - Afférences : voies cochléo-géniculées.
 - Efférences : cortex temporal primaire (aires 41 et 42 de Brodmann).
- Les noyaux intralaminaires :

Ce sont des noyaux associatifs non spécifiques qui reçoivent des afférences diffuses (entre autres de la formation réticulaire) et dont les efférences principales vont vers le striatum et le cortex frontal. Les deux principaux noyaux intralaminaires sont le noyau centro-médian et le noyau para-fasciculaire, qui constituent le complexe centro-médian-parafasciculaire.

IV. Généralités sur le cortex cérébral

Très étendu chez l'Homme, c'est une couche superficielle épaisse de 1,5 à 4,5 mm dont la surface totale est proche de 2000 cm², parmi lesquels $\frac{2}{3}$ sont cachés dans les sillons.

On peut diviser le cortex de différentes manières :

- Anatomiquement, il est divisé en gyrus ou circonvolutions.
- Physiologiquement, il est divisé en aires cytoarchitectoniques selon la classification de Brodmann.
- Sur le plan phylogénique, on distingue l'archicortex, le paléocortex et le néocortex.

Le néocortex est la structure la plus étendue : il représente à lui seul 90% de la totalité du cortex. Il est très bien systématisé avec six couches cellulaires distinctes, de la superficie à la profondeur :

- Couche moléculaire.
- Couche granulaire externe.
- Couche pyramidale.
- Couche granulaire interne.
- Couche ganglionnaire.
- Couche des cellules fusiformes.

V. Le cortex frontal

Au niveau du cortex frontal on distingue :

- Le cortex frontal primaire ou cortex moteur primaire, constitué par l'aire 4 de Brodmann. Il est responsable de l'exécution du mouvement.
- Le cortex frontal secondaire ou cortex moteur secondaire, lui-même décomposé en :
 - . Cortex pré-moteur : constitué des aires 6 et 8 (AMS ou aire motrice supplémentaire sur la face médiale) et de l'aire de Broca, il est responsable de la programmation motrice.
 - . Cortex pré-frontal : constitué du pôle frontal, il prend en charge le comportement moteur.

1. Le cortex moteur primaire

Il est uniquement formé par l'aire 4 qui occupe la totalité de la circonvolution frontale ascendante. Celle-ci est en partie à l'origine des tractus pyramidal (cortico-spinal) et géniculé (cortico-nucléaire) :

- 30% des fibres de ces tractus naissent dans l'aire 4.
- 30% naissent dans l'aire 6.
- 40% naissent dans le cortex pariétal.

Le cortex moteur primaire ne fait qu'exécuter un mouvement programmé par le cortex pré-moteur et le cortex pariétal.

La représentation somatotopique est une correspondance entre le mouvement d'une partie du corps et la cellule qui en est responsable. La représentation somatotopique motrice de l'Homme est un peu particulière puisqu'il y a une hypertrophie des zones responsables de la motricité des doigts, de la langue, ... : c'est l'**homunculus de Penfield** :

- A la face latérale de l'aire 4, on trouve :
 - . Dans la partie inférieure, les neurones responsables de la motricité de la face.
 - . Dans la partie moyenne, les neurones responsables de la motricité de la main.
- A la face médiale de l'aire 4, on trouve essentiellement les neurones responsables de la motricité du membre inférieur.

2. L'opercule rolandique

Situé au-dessus du sillon latéral, il est responsable de la déglutition et de la motricité des cordes vocales.

3. Le cortex pré-moteur

Il est constitué de l'aire 6, de l'aire 8 et de l'aire de Broca.

- L'aire 6 : encore qualifiée d'aire motrice supplémentaire (AMS), elle occupe le gyrus frontal supérieur (F1) et est à l'origine des voies cortico-pontiques et cortico-striatales.
- L'aire 8 : elle occupe le gyrus frontal moyen (F2) et représente la commande corticale de l'oculomotricité.



Une stimulation de l'aire 8 gauche provoque une déviation des yeux vers la droite. Ceci explique pourquoi un patient hémiplégique « regarde sa lésion » ou « regarde du côté opposé à son hémiplégie ».

- L'aire de Broca : elle occupe le pied du gyrus frontal inférieur (F3). C'est la zone d'expression du langage, elle contrôle le système bucco-phonatoire qui permet l'articulation des phonèmes.

La zone du langage est majoritairement située dans l'hémisphère gauche :

- . Chez les droitiers, elle est à 90% dans l'hémisphère gauche.
- . Chez les gauchers la répartition est moins inégale : 70% à gauche et 30% à droite.



Une destruction de l'aire de Broca provoque une aphasie de Broca, c'est-à-dire une impossibilité d'articuler. C'est une aphasie dite non fluente. Elle est moins fréquente chez les gauchers en raison de la répartition moins inégale de la zone du langage.



Mise en application clinique :

Un sujet droitier présente une hémiplégie droite mais pas d'aphasie. La lésion se situe donc vraisemblablement dans l'hémisphère gauche compte-tenu de l'hémiplégie droite. Le sujet étant droitier, la zone du langage se situe très majoritairement à gauche. Cependant il n'est pas aphasique : la lésion a donc épargné l'aire de Broca et vraisemblablement les autres aires motrices. On conclut donc à une lésion de la capsule interne où passe, entre autres, le faisceau pyramidal.

4. Le cortex pré-frontal

Le cortex pré-frontal est situé en avant du cortex pré-moteur : il occupe le pôle frontal.

Il a des fonctions cognitives élevées : le jugement, la prévision, l'intellect, la planification du comportement, ... L'éducation, les convenances sociales sont intégrés par le cortex pré-frontal.



Une lésion du pôle frontal provoque une moria (du latin morio = bouffon) qui se caractérise par des troubles moteurs et comportementaux à type de désinhibition, une apathie, une raréfaction des mouvements et une relative indifférence affective.

VI. Le cortex pariétal

Le cortex pariétal est limité en avant par le sillon central, et en arrière par le sillon pariéto-occipital. On distingue, comme pour chaque cortex, un cortex pariétal primaire et un cortex pariétal secondaire.

1. Le cortex pariétal primaire

C'est le cortex somesthésique. Il est constitué des aires 1, 2 et 3 et correspond *grosso modo* à la circonvolution pariétale ascendante, limitée en avant par le sillon central et en arrière par le sillon post-central.

C'est dans le cortex somesthésique S1 que se terminent les fibres de la voie lemniscale, relayée par le noyau ventro-postéro-latéral du thalamus. La somatotopie est toujours identique :

- La partie inférieure (face latérale) de la circonvolution pariétale ascendante correspond à la face.
- La partie moyenne (face latérale) correspond au membre supérieur.
- La partie située à la face médiale correspond au membre inférieur.

Outre la voie lemniscale, se termine également une partie de la voie extra-lemnisciale. En effet, celle-ci est représentée par deux faisceaux : le tractus paléo-spino-thalamique relayé par le noyau giganto-cellulaire qui se termine dans le cortex limbique et l'insula, et le tractus néo-spino-thalamique relayé par le noyau ventro-postéro-latéral du thalamus (comme la voie lemnisciale) qui se termine dans le cortex somesthésique S2.

Le cortex somesthésique S2 est aussi le point de départ des neurones qui se rendent au thalamus pour le contrôle du message nociceptif. Ces neurones viennent en effet stimuler les neurones enképhalinergiques.

2. Le cortex pariétal secondaire

Il ne s'agit plus d'un cortex somato-sensitif comme l'était le premier, mais d'un cortex d'association.

Il correspond à la zone située en arrière de la circonvolution pariétale ascendante et est constitué des aires 5, 7, 39 et 40.

Il est responsable de l'interprétation du message somesthésique. Il remplit également une fonction motrice.

- Les zones interprétatives :

Il s'agit essentiellement de l'aire 7.

Elles permettent notamment la stéréognosie, c'est-à-dire la reconnaissance des objets.

Les deux hémisphères cérébraux ne remplissent pas les mêmes fonctions :


- . A l'hémisphère gauche, on attribue la reconnaissance des objets ou des couleurs, le langage, le calcul, ...

- . A l'hémisphère droit, on attribue plutôt la reconnaissance des formes et des visages, l'appréhension de l'espace et du schéma corporel, ...

Par conséquent, la stéréognosie est plutôt dévolue à l'hémisphère gauche.

Dès lors, distingue deux types d'astéréognosie (incapacité à reconnaître les objets) :

- . Astéréognosie tactile : l'objet n'est même pas senti.
- . Astéréognosie pure : l'objet est senti, mais le sujet est incapable de le nommer.

 *Le syndrome de Babinski-Anton est une lésion pariétale postérieure souvent secondaire à un accident vasculaire cérébral dans laquelle on assiste à une héli-asomatognosie controlatérale (le sujet perd la conscience de l'hémicorps controlatéral), une négligence visuelle controlatérale et une anosognosie : le sujet est totalement inconscient de son trouble.*

- Les zones motrices :


Il s'agit essentiellement des aires 5, 39 et 40.

30 à 40% des fibres motrices (faisceaux pyramidal et géniculé) naissent dans l'aire 5.

Ces aires motrices sont responsables de la motricité volontaire : elles permettent d'effectuer un mouvement fin et délicat. On dit qu'elles sont responsables de la praxie, c'est-à-dire du comportement moteur finalisé.

En cas de lésion de ces zones, on peut observer deux types d'apraxies gestuelles :

- . Apraxie idéomotrice : le sujet est incapable d'effectuer un geste simple.
- . Apraxie idéatoire : le sujet est incapable d'effectuer une succession de gestes.

 *Les lésions du gyrus supra-marginalis (aire 40) sont responsables d'une apraxie gestuelle bilatérale. Les apraxies idéomotrices et idéatoires sont le plus souvent secondaires à une lésion gauche, les zones praxiques gestuelles étant majoritairement latéralisées à gauche. Certaines apraxies peuvent être secondaires à des lésions à droite : c'est le cas de l'apraxie de l'habillage.*

Les zones praxiques ne sont pas exclusivement situées dans le cortex pariétal secondaire : certaines sont frontales, responsables de la marche notamment.

VII. Le cortex occipital

Le lobe occipital est séparé du lobe pariétal par le sillon pariéto-occipital. En revanche, la limite qui le sépare du lobe temporal est totalement virtuelle.

La majorité des fonctions dévolues au cortex occipital sont situées à sa face interne. On divise souvent le cortex occipital en deux parties :

- Le cortex occipital primaire, représenté par l'aire 17.

- Le cortex occipital secondaire ou associatif, représenté par les aires 18 et 19.


1. Le cortex occipital primaire

Il correspond aux berges du sillon calcarin et est constitué uniquement de l'aire 17, ou aire striée.

Le cortex occipital est l'aboutissement de la voie rétino-géniculo-striée.

Chaque moitié latérale du champ visuel est représentée dans le cortex occipital primaire de l'hémisphère controlatéral.

A cette première inversion s'en ajoute une seconde : la berge supérieure de l'aire 17 correspond au champ visuel inférieur, et la berge inférieure au champ visuel supérieur.


 *Deux exemples de pathologies pouvant toucher le lobe occipital :*

- L'hémianopsie homonyme controlatérale : elle est liée à une atteinte d'une des deux aires 17. Par exemple, une atteinte de l'aire 17 gauche provoque une hémianopsie homonyme controlatérale droite.
- La cécité corticale : elle est liée à une destruction des deux aires 17. Cette lésion se manifeste par des hallucinations (perceptions sans objet) ainsi que par une anosognosie, ce qui signifie que le patient est inconscient de son trouble.

2. Le cortex occipital secondaire

Chargé d'interpréter les impressions visuelles, il est constitué des aires 18 et 19.

Le cortex occipital secondaire gauche assure la reconnaissance des objets, des couleurs, des chiffres et des lettres, tandis que le cortex occipital secondaire droit assure la reconnaissance des formes, des visages ainsi que l'appréhension de l'espace et du schéma corporel.

 *Alors qu'une lésion du cortex occipital primaire provoque une cécité dans la partie correspondante du champ visuel, une lésion du cortex occipital secondaire provoque un déficit de l'interprétation et de la reconnaissance visuelle :*

- Alexie agnosique : elle se manifeste par l'impossibilité à reconnaître les chiffres, les lettres, les couleurs et les objets. Elle est liée à une atteinte du cortex occipital secondaire gauche.
- Prosopagnosie : elle se manifeste par une incapacité à reconnaître les visages et les formes. La reconnaissance des autres personnes se fait alors par un détail vestimentaire, par le son de la voix, ... Elle est liée à une atteinte du cortex occipital secondaire droit.
- Agnosie visuelle droite : le sujet présente des difficultés à percevoir le temps (les images vont défiler plus rapidement) et l'espace (les images vont se superposer). La lésion est là aussi située au niveau du cortex occipital secondaire droit.

VIII. Le cortex temporal externe

Il est séparé du lobe frontal par la fissure latérale. En revanche, la limite qui le sépare du lobe occipital est purement virtuelle.

Il est surtout responsable de l'audition.
On distingue encore une fois un cortex auditif primaire et un cortex auditif secondaire.

1. Le cortex auditif primaire

Le lobe temporal est divisé en circonvolutions temporales supérieure (T1 ou aires 41 et 42), moyenne (T2 ou aire 22) et inférieure (T3 ou aire 21).


Le cortex auditif correspond aux aires 41 et 42 de Brodmann. Plus exactement, il correspond à la berge supérieure de la circonvolution temporale supérieure : le gyrus de Heschl.

C'est ce cortex qui est responsable de la perception des sons. Il reçoit des fibres provenant du corps genouillé interne, relais thalamique du Reil latéral.

Les informations auditives sont ensuite traitées et interprétées par le cortex auditif secondaire.

2. Le cortex auditif secondaire

Il est situé immédiatement en arrière et en dessous du cortex auditif primaire. Dans l'hémisphère dominant (à gauche pour le droitier, à droite pour le gaucher), cette région prend également le nom d'aire de Wernicke ou planum terminale. Celle-ci est le centre des images auditives du langage : elle permet son décodage et sa compréhension.

 Une lésion de cette aire de Wernicke entraîne une aphasie de Wernicke, caractérisée par une logorrhée. Le sujet présente une profonde altération de la compréhension et s'exprime dans un jargon incompréhensible. Il est également anosognosique.

Les deux hémisphères ne remplissant pas les mêmes fonctions, le cortex auditif gauche permettra la reconnaissance des bruits et des mots, tandis que le cortex auditif droit sera davantage sensible à la mélodie du langage et à la musique.

IX. Le lobe insulaire

L'insula, grossièrement triangulaire, est située dans le fond de la fosse latérale (vallée sylvienne) : pour voir le lobe insulaire, il faut écarter les opercules frontal et temporal. En profondeur, elle est en rapport avec la capsule extrême.

Un sillon central la divise en deux parties : l'une antérieure subdivisée en trois gyrus insulaires courts, l'autre postérieure formée de deux gyrus insulaires longs.

X. Le système limbique

Il adopte grossièrement la forme d'une raquette dont le manche serait formé par le bulbe olfactif. Découvert en 1878, il aura fallu attendre 1937 et Papez pour une description plus précise.

Sa partie la plus ancienne constitue le rhinencéphale, relativement réduit chez l'Homme : c'est la portion olfactive. Sa portion non-olfactive intervient quant à elle dans les conduites affectives, émotionnelles, mnésiques et comportementales.

Selon Mac Lean, le système limbique est le « cerveau de l'instinct de conservation de l'individu et de l'espèce ».

1. Les voies olfactives

Appliqué contre la lame criblée de l'éthmoïde, le bulbe olfactif se prolonge par le tractus olfactif puis par les stries olfactives (cf chapitre « nerfs crâniens »).

2. Le cortex olfactif

L'aire olfactive latérale correspond au cortex olfactif primaire ou cortex entorhinal.

L'aire olfactive intermédiaire correspond à la substance perforée antérieure.

L'aire olfactive médiale correspond à l'aire 25 de Brodmann, ou aire septale. Elle est constituée du gyrus subcallosus (situé sous le bec du corps calleux) et du gyrus paraterminal.

3. L'hippocampe


Il est situé à la face médiale du lobe temporal, au-dessus de la circonvolution T4, à l'extrémité de la corne d'Ammon (T5) et médialement à la corne temporale du ventricule latéral.

Il est constitué de 4 régions hippocampales propres numérotées de CA 1 à CA 4 (CA pour « corne d'Ammon »), du gyrus dentelé et du subiculum. Ce dernier est le lieu de passage des fibres perforantes provenant du cortex parahippocampique et se projetant sur les CA de l'hippocampe.

Il fait partie du circuit de Papez, ou circuit hippocampo-mamillo-thalamo-cingulo-hippocampique, qui joue un rôle dans la mémorisation à court terme.

4. Le corps amygdaloïde

L'amygdale est un complexe de noyaux gris centraux localisé au niveau l'extrémité antérieure du lobe temporal, entre le noyau lenticulaire et le ventricule latéral

 Le syndrome de Kluver-Bucy est lié à une destruction du noyau amygdalien et du cortex péri-amygdalien. Il se manifeste par une perte de l'agressivité ainsi que par un comportement sexuel totalement désinhibé. Il est souvent secondaire à une infection par le virus de l'herpès : niché dans le ganglion de Gasser, celui-ci peut profiter d'une faiblesse immunitaire pour en sortir et suivre le trajet du nerf trijumeau ; il peut ainsi provoquer l'apparition d'un bouton de fièvre, mais il peut aussi dans certains cas provoquer une encéphalite aiguë qui s'accompagne du syndrome de Kluver-Bucy. Plus rarement, il peut être lié à une calcification du noyau amygdalien.

- Afférences :
 - . Septum.
 - . Strie olfactive latérale.
- Efférences : l'hypothalamus, via la strie terminale (relai du 2^{ème} circuit mnésique de Mishkin).

Elle joue un rôle dans la modulation de l'agressivité en stimulant l'hypothalamus, dans l'alimentation, dans le plaisir sexuel et dans la mémoire.

5. Le cingulum

Le cingulum est un faisceau d'association constitué de substance blanche. Le gyrus cingulaire, quant à lui, est une formation corticale du lobe limbique non-olfactif.

6. Le septum ou aire septale

Déjà citée, elle correspond en fait à l'aire olfactive médiale. Elle joue un rôle dans l'interprétation subjective des odeurs et est intimement liée aux autres structures limbiques intervenant dans les phénomènes émotifs. Elle jouerait ainsi un rôle neuromodulateur inhibiteur de l'agressivité et serait une zone « gâchette » de l'orgasme.

- Afférences :
 - . Strie olfactive médiale.
 - . Corps amygdaloïde.
 - . Noyau basal de Meynert (cholinergique).
 - . Noyaux du raphé (sérotoninergiques).
 - . Locus coeruleus (noradrénergique).
 - . Locus niger (dopaminergique).
- Efférences : principalement l'hippocampe.

LE CERVELET

I. Généralités

Il est situé dans la fosse postérieure, en arrière du tronc cérébral auquel il est relié par les pédoncules cérébelleux. Il est recouvert par la tente du cervelet qui le sépare des hémisphères cérébraux.

Avec la protubérance et le bulbe, il forme le rhombencéphale.

On lui distingue une portion médiane : le vermis, et deux hémisphères cérébelleux.

- Poids : 130 g (encéphale entier = environ 1,5 kg).
- Dimensions :
 - . Hauteur : 5 cm
 - . Largeur : 10 cm
 - . Diamètre antéro-postérieur : 6 cm

Il joue un rôle majeur dans la motricité :

- Supervision des activités motrices déclenchées par d'autres régions cérébrales, notamment le cortex : programmation d'un mouvement automatisé.
- Régulation de la motricité en cours : il effectue les corrections nécessaires au bon déroulement du mouvement à partir des afférences proprioceptives, vestibulaires ou visuelles.
- Régulation du tonus musculaire, de l'équilibre et de la station debout.
- Participation à l'oculomotricité.
- Il joue aussi un rôle dans la mémoire motrice.

Il est composé de substance grise et de substance blanche :

- La substance grise forme le cortex cérébelleux. Histologiquement, on lui distingue trois couches :
 - . La couche moléculaire, la plus externe, contenant les fibres parallèles ou axones bifurqués des cellules granulaires, et des interneurons (cellules étoilées et cellules à corbeille), dispositifs modulateurs.
 - . La couche des cellules de Purkinje recevant deux types d'afférences :
 - Les fibres grimpantes ou afférences directes provenant de l'olive bulbaire.
 - Les fibres moussues ou afférences indirectes faisant intervenir une cellule intermédiaire : les cellules des grains, dont l'axone bifurqué donne les fibres parallèles. Les fibres moussues représentent le contingent le plus important des afférences et proviennent notamment de la rétículo.

Les afférences des cellules de Purkinje se font vers les noyaux gris du cervelet.

- . La couche granulaire, la plus profonde, où siègent les cellules des grains et les cellules de Golgi (interneurones modulateurs).
- La substance blanche est sous-corticale. Elle comprend des noyaux gris cérébelleux.

II. Situation anatomique et description morphologique

Situé dans la fosse postérieure, le cervelet ferme par sa face antérieure la cavité du 4^{ème} ventricule et communique avec le tronc cérébral par les pédoncules cérébelleux.

Le cervelet est parcouru par plusieurs fissures :

- Le sillon de Vicq d'Azyr, en position équatoriale.
- La fissure primaire qui le divise en deux parties :
 - . En avant, le lobe antérieur du cervelet appartenant au paléocervelet.
 - . En arrière, le lobe postérieur du cervelet qui appartient au néocervelet.
- Les fissures secondaires supérieures et inférieures : elles divisent le lobe postérieur en lobules de plus petite taille.

A la partie inférieure du cervelet sont visibles l'amygdale cérébelleuse (ou tonsille, ou paraflocculus ventral) et le lobule nodulo-flocculaire, partie du vermis inférieur appartenant à l'archicervelet. Juste en dessous se trouve le foramen magnum.

La fissure secondaire inférieure sépare le lobe postérieur de l'amygdale, et la fissure postéro-latérale sépare le lobe postérieur du lobe flocculo-nodulaire.

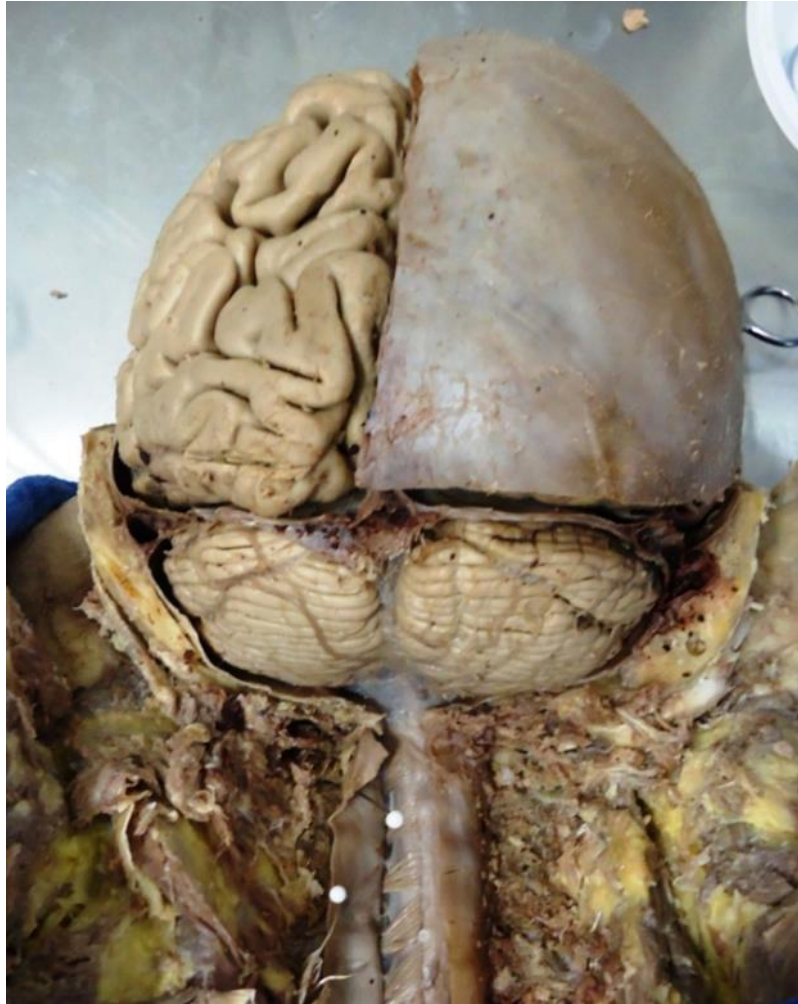
La partie centrale du cervelet est occupée par le vermis : il s'étend de haut en bas par le vermis supérieur (lingula, centralis et culmen) qui appartient au paléocervelet puis le vermis moyen (déclive, folium, tuber) et le vermis inférieur (pyramide, uvula, nodulus) qui appartiennent à l'archicervelet.

Le lobule nodulo-flocculaire est lié au système vestibulaire et joue un rôle dans l'oculomotricité : il est constitué d'une partie verticale : le nodulus, qui se prolonge par une partie horizontale : le flocculus.

Le paléocervelet est formé du lobe antérieur, du vermis supérieur et de l'amygdale.

Le reste constitue le néocervelet subdivisé en lobules par le sillon de Vicq d'Azyr et les fissures secondaires :

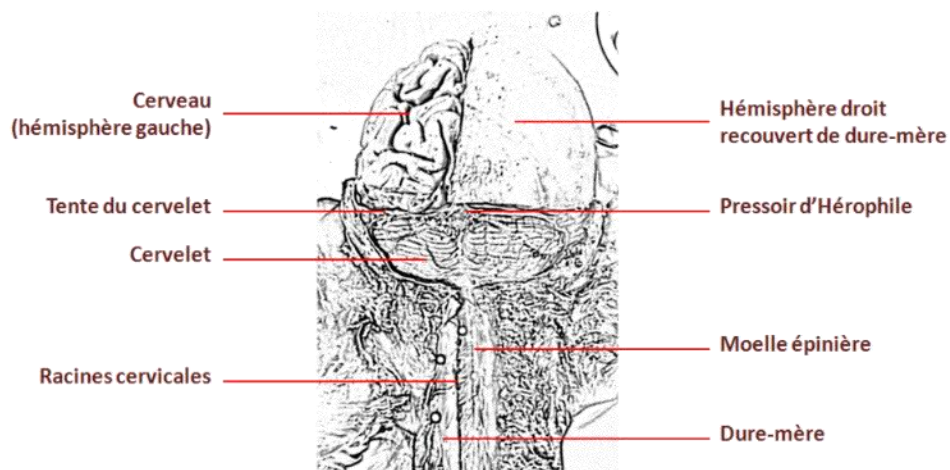
- Au-dessus de la fissure primaire : l'aire du lobule central et le lobule quadrangulaire.
- Entre la fissure primaire et la fissure secondaire supérieure : le lobule simplex.



VUE POSTERIEURE DE L'ENCEPHALE

Sur l'hémisphère gauche, toutes les méninges ont été retirées tandis qu'elles ont été laissées en place sur l'hémisphère droit (on voit donc ici la plus superficielle : la dure-mère). Entre le cerveau et le cervelet on devine la tente du cervelet et, sur la ligne médiane, le confluent veineux appelé pressoir d'Hérophile. On voit également la naissance des premières racines postérieures de la moelle cervicale. Cette dernière est ici uniquement recouverte de pie-mère, l'enveloppe de dure-mère ayant été ouverte (fixée par les épingles blanches).

Dissection réalisée en 2014, Laboratoire d'Anatomie FMM



- Sous la fissure secondaire supérieure et au-dessus du sillon de Vicq d'Azyr : le lobule semi-lunaire supérieur.
- Au-dessus de la fissure secondaire inférieure et sous le sillon de Vicq d'Azyr : le lobule semi-lunaire inférieur.
- Sous la fissure secondaire inférieure et à côté de l'amygdale : le lobule digastrique (ou biventer).

III. Systematisation

D'un point de vue phylogénique, on distingue trois portions :

- L'archicervelet, ou cervelet médian ou vestibulocerebellum, constitué par :
 - . Le vermis inférieur, et notamment le lobe nodulo-flocculaire.
 - . Le vermis moyen

Il intervient dans la station debout et l'équilibre.

- Le paléocervelet, ou cervelet intermédiaire ou spinocerebellum, constitué par :
 - . Le vermis supérieur.
 - . Le lobe antérieur du cervelet.
 - . L'amygdale ou tonsille

Il intervient dans la régulation du mouvement en cours.

- Le néocervelet, ou cervelet latéral ou cerebrocerebellum, constitué par les deux hémisphères cérébelleux.

Il intervient dans la programmation de la motricité automatisée.

Pour chacun de ces territoires corticaux du cervelet il y a un noyau gris central situé dans la substance blanche, porte de sortie obligatoire des neurones provenant du cortex cérébelleux :

- Pour l'archicervelet : le noyau fastigial (ou noyau du toit), le plus médial, au contact du toit du 4^{ème} ventricule
- Pour le paléocervelet : le noyau interposé (ou noyau interpositus), qui regroupe les noyaux globuleux (globosus) et emboliforme (emboliformis).
- Pour le néocervelet : le noyau denté (ou noyau dentelé, ou olive cérébelleuse), latéral et plus volumineux.

1. Le cervelet médian

a. Afférences

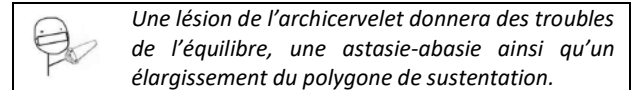
Les influx démarrent au niveau de la portion vestibulaire de l'oreille interne : à partir des canaux semi-circulaires et de l'utricule, ils se dirigent vers le noyau vestibulaire en passant par le nerf vestibulaire, puis empruntent le pédoncule cérébelleux inférieur pour gagner le lobe nodulo-flocculaire.

Les cellules de Purkinje du cortex vermien reçoivent ces influx nerveux.

b. Efférences

Les axones des cellules de Purkinje du cortex vermien gagnent le noyau vestibulaire via le pédoncule cérébelleux inférieur sans faire synapse dans le noyau fastigial. Les efférences depuis les noyaux vestibulaires se font ensuite soit par le tractus vestibulo-spinal, soit par la formation réticulée (tractus réticulo-spinaux), soit par le faisceau longitudinal médial (FLM).

Le reste du cervelet médian (soit le vermis moyen) a les mêmes afférences et efférences que le cervelet intermédiaire.



2. Le cervelet intermédiaire

Il régule le tonus musculaire nécessaire au mouvement en cours et au maintien de l'équilibre.

a. Afférences

Il reçoit ses afférences des faisceaux de Fleichsig (ou du tractus cunéo-cérébelleux pour les membres supérieurs) et de Gowers :

- Le tractus spino-cérébelleux dorsal direct de Fleichsig :

Le faisceau de Fleichsig agit surtout dans la coordination fine du mouvement des membres inférieurs, c'est-à-dire un muscle par rapport à un autre muscle dans un même membre inférieur. Son équivalent pour les membres supérieurs est le faisceau cunéo-cérébelleux, qui naît dans le bulbe au niveau du noyau cunéiforme latéral détaché de la voie proprioceptive de Goll et Burdach.

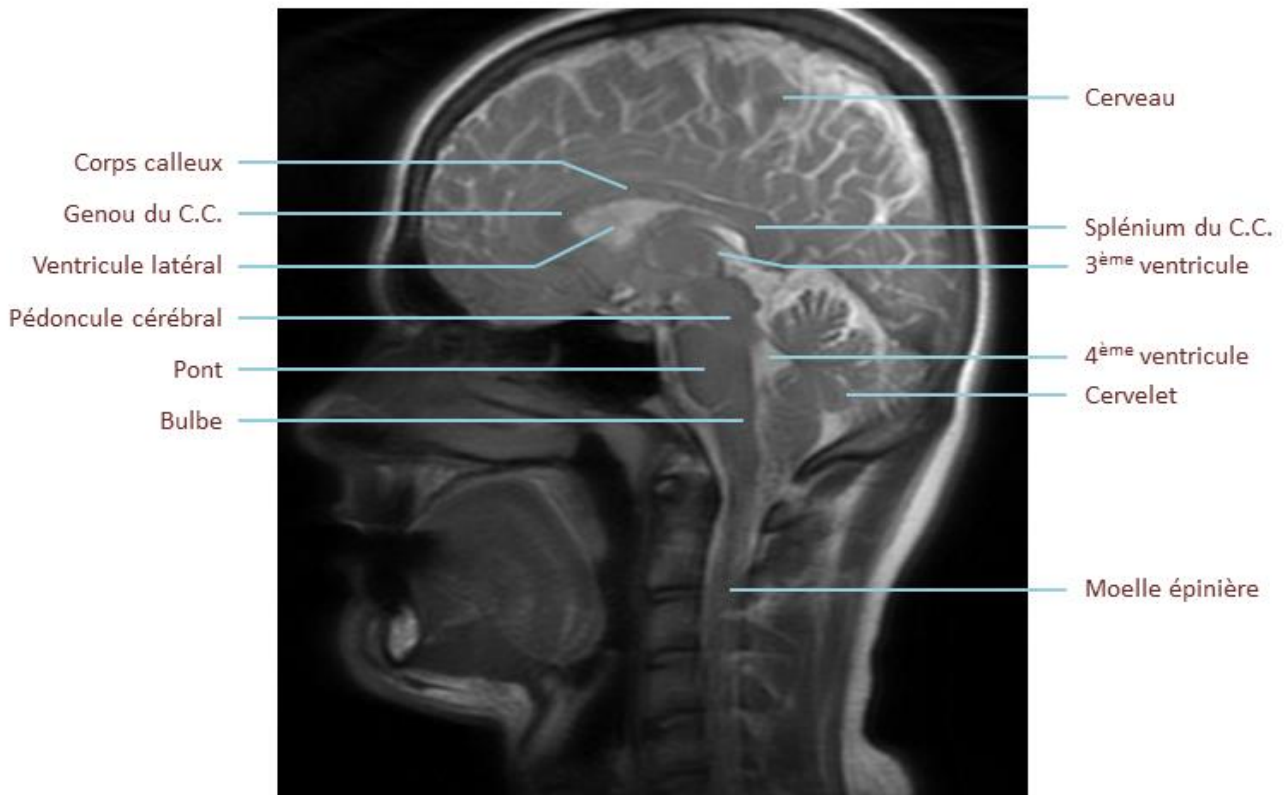
Le Fleichsig naît du noyau de Clarke (couche VII), remonte la moelle puis le tronc cérébral, emprunte le pédoncule cérébelleux inférieur et se rend au cortex du cervelet intermédiaire ipsilatéral.

- Le tractus spino-cérébelleux ventral croisé de Gowers :

Le Gowers agit dans la coordination globale, soit un membre par rapport à un autre membre. En fait l'information ne prend pas naissance en périphérie au niveau du muscle, mais renseigne plus sur l'activité des systèmes de programmation contenus dans les interneurons de la moelle.

Ce tractus prend son origine dans le noyau de Betcherew. Il croise la ligne médiane et remonte la moelle puis le tronc cérébral. On le retrouve dans le bulbe derrière l'olive bulbaire, puis dans la protubérance et le mésencéphale, puis il rejoint le paléocerebellum controlatéral via le pédoncule cérébelleux supérieur.

b. Efférences

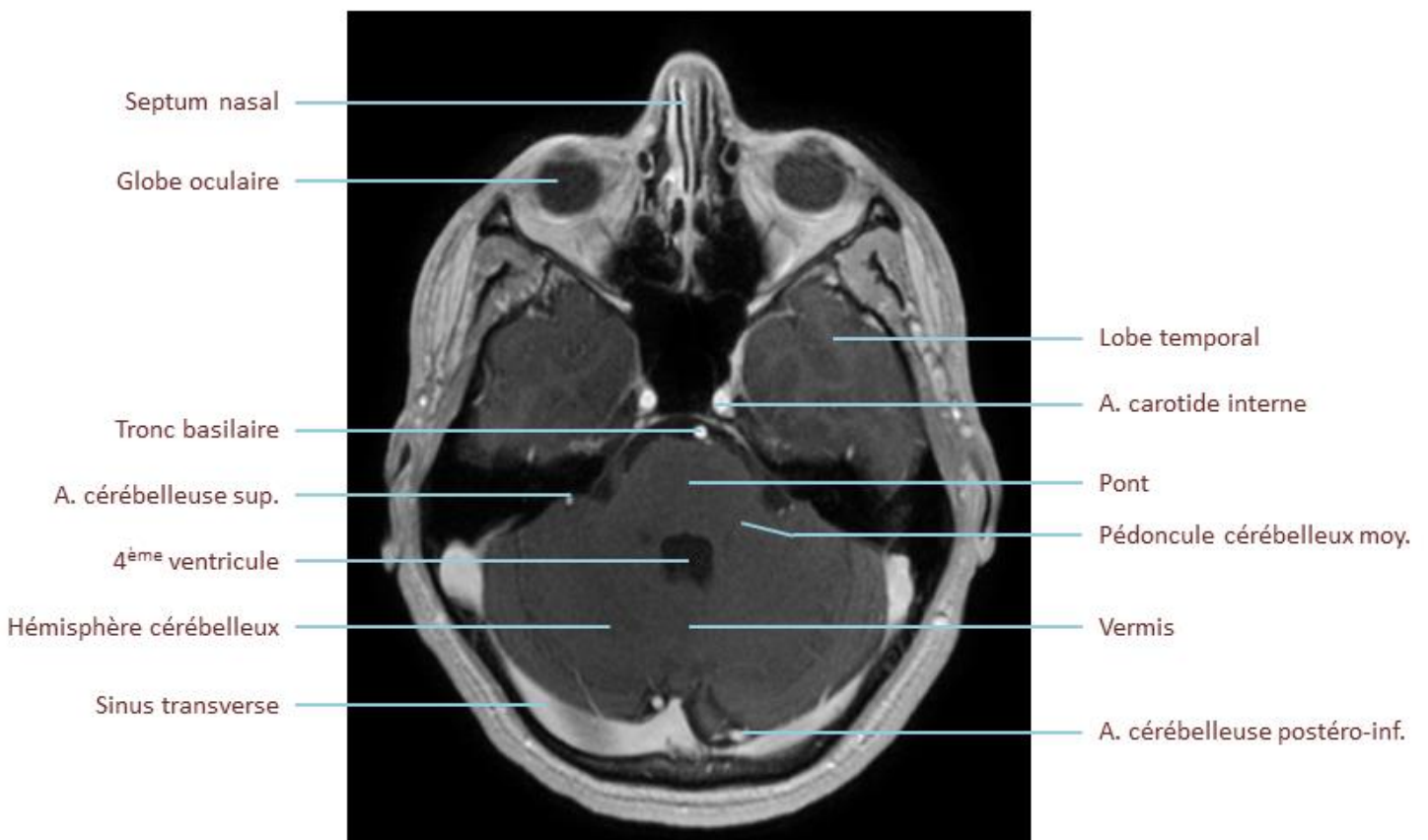


Ci-dessus : **coupe sagittale de l'encéphale (IRM)**

Le plan de coupe est légèrement paramédian (c'est pour cela qu'on ne voit pas bien le 3^{ème} ventricule qui, lui, est parfaitement médian). Cette coupe permet de visualiser l'ensemble de l'encéphale, la moelle cervicale et le liquide cérébro-spinal qui apparaît en blanc à la fois dans le système ventriculaire et dans les espaces subarachnoïdiens.

Ci-dessous : **coupe transversale de la fosse postérieure (IRM)**

L'IRM est l'examen d'imagerie médicale de choix pour explorer la fosse postérieure. Sur cette séquence, le sang apparaît en blanc et le liquide cérébro-spinal en noir.



A partir des cellules de Purkinje du paléocortex, les afférences se font vers le noyau interposé puis empruntent le pédoncule cérébelleux supérieur et décussent pour gagner :

- Soit le noyau rouge (paléorubrum) controlatéral pour ensuite former le faisceau rubro-spinal qui croise à nouveau la ligne médiane et se projette sur la corne antérieure ou les interneurons de la moelle.
- Soit les noyaux ventraux latéral et antérieur du thalamus pour ensuite se projeter sur les aires correspondant aux membres supérieur et inférieur du cortex moteur cérébral.

3. Le cervelet latéral

Le cervelet latéral programme la motricité automatisée et reçoit des afférences du cortex frontal mais aussi des cortex pariétal, temporal et occipital véhiculant des informations extra-personnelles déjà intégrées au niveau des aires associatives.

a. Afférences

Les afférences corticales (issues notamment des aires pré-motrices et sensitives) forment les tractus cortico-pontiques qui font relais dans les noyaux du pont. De là, le tractus ponto-cérébelleux croise la ligne médiane, passe par le pédoncule cérébelleux moyen et se termine sur le cortex du lobe postérieur du cervelet.

b. Efférences

Les projections se font vers le noyau denté, ou olive cérébelleuse, puis la sortie du cervelet se fait par le pédoncule cérébelleux supérieur pour se terminer dans le noyau ventral latéral du thalamus controlatéral.

Ce faisceau ascendant donne des collatérales au noyau rouge controlatéral (décussation de Werneking) dans sa portion parvocellulaire ou néorubrum.

Au niveau du thalamus, le dernier contingent partant du noyau ventral antérieur et ventral latéral se projette sur le cortex moteur.

Du noyau rouge, des efférences se font via le faisceau central de la calotte (faisceau central du tegmentum) vers l'olive bulbaire, formant une boucle de rétroaction modulatrice pour le cervelet.

L'olive bulbaire joue un rôle majeur en recevant des afférences du noyau rouge (faisceau central de la calotte ou tractus rubro-bulbaire) et de la moelle (tractus spino-olivaire). Elle agit comme un comparateur entre le mouvement attendu et le mouvement réellement produit, et envoie des informations correctrices au cervelet latéral controlatéral par le pédoncule cérébelleux inférieur (fibres grimpantes). Le tractus olivo-cérébelleux se projette sur l'ensemble du cervelet (vermis, para-vermis et hémisphère) puis sur les différents noyaux gris cérébelleux.

A noter que l'olive reçoit aussi des informations provenant directement du cortex cérébral par l'intermédiaire de fibres cortico-olivaires.



En conclusion :

- Le cerebro-cerebellum, avec ses afférences corticales, joue un rôle dans la programmation des mouvements rapides. Par exemple :

- . Programmation de la durée de l'activité des muscles agonistes et du moment de l'intervention frénatrice des muscles antagonistes.*
- . Mouvement automatisé qui devient de moins en moins corticalisé comme l'utilisation d'un digicode, d'un vélo,... (mémoire motrice).*
- . Initiation du mouvement (si stimulation du noyau dentelé chez le singe : mouvements synergiques de l'hémicorps ipsilatéral ; en pathologie, si il est détruit : retard à l'initiation du mouvement).*

- Le spino-cerebellum, ou cervelet intermédiaire et médian avec ses afférences spinales, peut à tout moment comparer le mouvement en cours à celui que réclamait la commande centrale corticale et envoyer un signal correcteur au cortex moteur.

- Le vestibulo-cerebellum intervient dans l'équilibre de la posture de la musculature axiale et dans l'oculomotricité grâce aux noyaux et voies vestibulaires, nerfs crâniens oculomoteurs et lobe nodulo-flocculaire.

VASCULARISATION DE L'ENCEPHALE

*Ce chapitre est encore en cours de rédaction.
En attendant, vous trouverez quelques éléments dans la partie « Tête et cou » de ce polycopié.*

LES VENTRICULES ENCEPHALIQUES

I. Généralités

Les ventricules sont un ensemble de canaux et cavités creusant l'encéphale, au sein desquels circule le liquide cérébro-spinal (LCS ; *syn* : liquide céphalo-rachidien) :

- Deux ventricules latéraux, droit et gauche.
- Le 3^{ème} ventricule (V3).
- Le 4^{ème} ventricule (V4).

L'épithélium tapissant leur surface est appelé épendyme.

II. Les ventricules latéraux

Les ventricules latéraux sont une structure paire et symétrique, chacun étant situé dans la partie inféro-médiale d'un hémisphère cérébral.

Chaque ventricule latéral est arciforme, à concavité antéro-inférieure, et comprend un corps duquel émanent trois invaginations borgnes : les cornes frontale, temporale et occipitale.

- Corps du ventricule latéral :
C'est la partie moyenne du ventricule, d'où émergent les trois cornes. Il comprend à sa face médiale le foramen interventriculaire et contient une partie des plexus choroïdes. Il est en rapport avec le thalamus médialement et le noyau caudé latéralement.
- Corne frontale :
Antérieure, elle se prolonge dans le lobe frontal. Située en avant du foramen interventriculaire, elle se dirige en bas, en avant et latéralement. Elle est séparée médialement de la corne antérieure du ventricule controlatéral par le septum pellucidum. Sa paroi supérieure entre en rapport avec la face inférieure du genou du corps calleux.
- Corne temporale :
Inférieure, elle se prolonge dans le lobe temporal, vers le bas et l'avant, en contournant la partie postérieure du thalamus
- Corne occipitale :
Postérieure, elle se prolonge dans le lobe occipital. Ses dimensions sont variables, la rendant asymétrique voire inconstante d'un individu à l'autre.

Les ventricules latéraux sont séparés par le septum pellucidum et communiquent avec le V3 via les foramens interventriculaires. Ces foramens interventriculaires, aussi appelés trous de Monroe, sont deux courts canaux obliques en bas et médialement, naissant entre la corne frontale et le corps des ventricules latéraux et se terminant à la jonction du bord antérieur et de la face supérieure du V3.

III. Le 3^{ème} ventricule

Il s'agit d'une cavité impaire, de forme conique et aplatie, située en avant des corps des ventricules latéraux et entre chaque corne frontale et occipitale. Ses parois latérales, en rapport avec la face médiale des deux thalami, sont souvent unies entre elles par l'adhérence inter-thalamique.

Il communique avec les ventricules latéraux via les foramens interventriculaires (trous de Monroe) et avec le 4^{ème} ventricule via l'aqueduc de mésencéphale, ou aqueduc de Sylvius.

Ce dernier naît à la jonction du bord postérieur et de la face inférieure du V3 et se dirige vers le bas et l'arrière, en suivant un trajet concave vers l'avant sur 15 à 20 mm. Son calibre est d'environ 1,5 mm. Il s'abouche au niveau de l'angle supérieur du V4.

IV. Le 4^{ème} ventricule

Il s'agit d'une cavité impaire et médiane. De forme allongée (oblongue) de haut en bas, il mesure 35 mm de hauteur et 16 mm de largeur. Il présente :

- Une paroi antérieure : la fosse rhomboïde.
- Une paroi postérieure : le toit (tegmen) du V4.
- Deux récessus latéraux droit et gauche, qui communiquent avec la citerne cérébro-médullaire latérale via des foramens latéraux (trous de Luschka et médian (trou de Magendie).

Le V4 comprend des plexus choroïdes. Son angle inférieur se prolonge par l'origine (souvent virtuelle) de l'épendyme.

a. Fosse rhomboïde

Elle est formée par les faces postérieures du pont et du bulbe. Le sillon médian scinde la fosse rhomboïde en deux parties symétriques. On y remarque plusieurs structures :

- L'éminence médiale : saillie longitudinale limitée médialement par le sillon médian et latéralement par le sillon limitant, cette éminence se subdivise en deux portions : le colliculus facial (VII) au-dessus des stries médullaires, et le trigone du nerf hypoglosse (XII) en dessous.
- La fossette supérieure (V).
- Le trigone du nerf vague (X)
- L'aire vestibulaire (VIII).
- L'area postrema : située au niveau inférieur de la fosse rhomboïde, c'est un organe pair richement vascularisé qui permet des échanges hémato-encéphalique en dehors de la BHE conventionnelle,

et intimement lié au tractus solitaire. Il représente chez l'Homme le centre du vomissement.

- L'obex : il s'agit de l'extrémité inférieure de la fosse rhomboïde.

b. Toit du V4

Il se subdivise en :

- Un voile médullaire supérieur (valvule de Vieussens), fine lame de substance blanche

triangulaire, à base caudale et à sommet crânial tendue entre les deux pédoncules cérébelleux supérieurs. Son sommet se prolonge par un frein qui sépare l'émergence des nerfs trochléaires (IV)

- Un voile médullaire inférieur (Valvule de Tarin), fine lame épithéliale tendue entre les deux pédoncules cérébelleux inférieurs. Il est percé par l'ouverture médiane du V4 (Trou de Magendie), permettant la communication de ce ventricule avec la citerne cérébro-médullaire postérieure.

LES MENINGES

I. Généralités

Les méninges sont l'enveloppe non osseuse du système nerveux central, de la portion intracrânienne des nerfs crâniens et des racines des nerfs spinaux. Elles assurent un rôle de protection et interviennent dans la sécrétion, la circulation et le renouvellement du LCS.

Les méninges se structurent en trois portions :

- La dure-mère (*syn* : pachyméninge) :
Il s'agit d'un tissu fibreux très solide et résistant, qui se fixe sur l'os.
- L'arachnoïde :
C'est une fine membrane conjonctive qui adhère à la face interne de la dure-mère et envoie des émanations vers la pie-mère, formant ainsi l'espace subarachnoïdien.
- La pie-mère :
Cette fine enveloppe est intimement liée à la face externe du tissu nerveux. Elle assure une fonction d'interface entre le système vasculaire et le SNC, constituant ainsi la barrière hématoencéphalique.

Arachnoïde et pie mère constituent la leptoméninge.

Ces trois éléments délimitent des espaces :

- Espace épidural (*syn* : péri-, extra-dural) :
Virtuel, il est compris entre la dure mère et l'os sur lequel elle se fixe.
- Espace subdural (*syn* : sous-dural) :
Virtuel, il est compris entre la dure mère et le versant externe de l'arachnoïde. Des veines y cheminent.
- Espace subarachnoïdien (*syn* : sous-arachnoïdien) :
Il est compris entre le versant interne de l'arachnoïde et la pie mère. C'est dans ce compartiment que circule le LCS et que cheminent les artères à destinée cérébrale.



Un hématome extra-dural est une collection de sang localisée dans l'espace épidural, survenant après un intervalle libre de quelques heures dans les suites d'un traumatisme. Le risque est la compression des structures nerveuses, c'est une urgence neurochirurgicale. L'hématome sous-dural aigu se localise dans l'espace du même nom, son traitement est aussi une urgence chirurgicale. On peut observer des hématomas sous-duraux chroniques se manifestant par une symptomatologie atypique plusieurs semaines après un traumatisme minime, souvent chez des sujets âgés sous traitement anticoagulant. L'espace subarachnoïdien est le siège des hémorragies méningées qui peuvent être soit liées à une rupture d'anévrisme (céphalée brutale sans traumatisme, urgence diagnostique et thérapeutique), soit survenir dans un contexte traumatique).

II. Méninges encéphaliques

1. La dure-mère encéphalique

Elle se divise en deux couches séparées par un espace comprenant les sinus veineux :

- La couche externe, épaisse, adhère à la face interne des os du crâne, plus particulièrement au niveau des sutures et de la base du crâne. Elle se prolonge dans les forams du crâne.
- La couche interne, plus mince, envoie des émanations qui forment des cloisons et délimitent des espaces au sein de la boîte crânienne :

. La faux du cerveau :

C'est une cloison sagittale médiane verticale de la loge cérébrale qui descend dans la scissure longitudinale, séparant ainsi les deux hémisphères cérébraux.

Son bord supérieur, convexe, se fixe à la calvaria et comprend le sinus sagittal supérieur. Son bord inférieur, concave et libre, peut être divisé en trois segments :

- Le 1^{er} s'attache en avant à la jonction fronto-ethmoïdale et sur la crista galli.
- Le 2^{ème} segment est libre, très concave vers le bas, surplombant le corps calleux. Il comprend le sinus sagittal inférieur.
- Enfin, le 3^{ème} segment rejoint la faux du cervelet et contient le sinus droit.

. La tente du cervelet :

Elle forme le toit de la fosse postérieure et sépare donc le cerveau du cervelet. Le tronc cérébral passe la tente du cervelet via le foramen ovale de Pacchioni.

On lui décrit deux circonférences :

- La grande circonférence s'insère sur l'os occipital en enserrant le sinus transverse, puis sur le bord supérieur du rocher en formant le sinus pétreux supérieur. Enfin, elle se fixe sur le processus clinéoïde postérieur.
- La petite circonférence (ou incisive tentorielle) constitue le bord libre de la tente. Elle se fixe en avant sur les processus clinéoïdes antérieurs.

. La faux du cervelet :

Il s'agit d'une cloison médiane entre les deux hémisphères cérébelleux, tendue entre la face inférieure de la tente du cervelet et le pourtour du foramen magnum.

• Le diaphragme sellaire :

Il s'agit d'une cloison horizontale tendue au-dessus de la selle turcique, isolant ainsi l'hypophyse. Il est percé en son centre d'un pertuis traversé par la tige pituitaire.

Elle est vascularisée par les artères méningées antérieures, moyennes et postérieures

2. L'arachnoïde encéphalique

Elle enveloppe l'encéphale dans la continuité de la dure mère. Elle envoie des excroissances dans les sinus veineux du cerveau : les granulations arachnoïdiennes de Pacchioni. Ces dernières ont un rôle essentiel dans la résorption du LCS depuis l'espace subarachnoïdien vers les sinus veineux.

3. La pie-mère encéphalique

Elle recouvre toute la surface de l'encéphale et se prolonge dans les ventricules sous la forme de bouquets vasculaires sécrétant le LCS : les plexus choroïdes.

Sont décrits :

- Les plexus choroïde du V4, pairs et symétriques.
- Les plexus choroïde du V3, pairs et symétriques, qui se prolongent dans les foramens interventriculaires.
- Le plexus choroïdes des ventricules latéraux.

4. Les citernes de la base du crâne

Ce sont des portions élargies de l'espace subarachnoïdien :

- Les citernes de la fosse latérale du cerveau : paires et symétriques, elles plongent dans le sillon latéral du cerveau jusqu'à l'insula. Elles contiennent l'artère sylvienne.
- La citerne péricalléuse : elle se situe en regard de la face supérieure du corps calleux.
- La citerne de la lame terminale.
- La citerne chiasmatique : située en avant du chiasma optique, elle contient les artères cérébrales antérieures et l'artère communicante antérieure.
- La citerne interpédonculaire (confluent inférieur) : elle est comprise entre le chiasma optique en avant et la face antérieure du pont et du mésencéphale en arrière. Elle contient les artères carotides internes au niveau de leur portion terminale et les artères communicantes postérieures.
- La citerne du mésencéphale (citerne ambiante) : elle est située autour du mésencéphale.

- La citerne quadrigémale (citerne ambiante) : située entre le cerveau et l'encéphale, elle est limitée par le splénium du corps calleux en haut, la face supérieure des péduncules cérébelleux en bas et la lame quadrijumelle en avant.
- La citerne pontique (basilaire) : elle est située entre le pont en arrière et l'os occipital en avant.
- Les citernes cérébro-médullaires latérales : elles se situent en regard des olives bulbaires.
- La citerne cérébro-médullaire postérieure (grande citerne) : impaire, c'est la plus vaste des citernes. Elle contient les vaisseaux cérébelleux inférieurs. Elle est limitée par le vermis cérébelleux en haut et par la face postérieure du bulbe en antéro-inférieur.

III. Méninges spinales

1. La dure-mère spinale

De forme cylindrique, elle s'étend du foramen magnum, dans le prolongement de la dure-mère encéphalique, jusqu'en S2 où elle se termine en un cul-de-sac.

Elle enveloppe la moelle spinale ainsi que les racines des nerfs spinaux (jusqu'aux foramens intervertébraux).

Elle est séparée de la paroi du canal vertébral par un espace : l'espace épidual (*syn* : péri-dural) qui comprend du tissu cellulo-graisseux ainsi que des artères, veines, lymphatiques et rameaux nerveux méningés.

2. L'arachnoïde spinale

Elle tapisse la face interne de la dure-mère spinale. Dans le prolongement de l'arachnoïde encéphalique, elle chemine le long du cordon médullaire jusqu'au cul-de-sac du fourreau dural en S2, où se forme la citerne lombaire.

3. La pie-mère spinale

Elle tapisse le cordon médullaire ainsi que la partie piale du filum terminal.

Elle présente deux prolongements latéraux, les ligaments dentelés. Ce sont des lames conjonctives, aplaties d'avant en arrière qui forment un pont entre la pie-mère et l'arachnoïde spinale, participant ainsi à la fixation de la moelle.

L'AXE HYPOTHALAMO-HYPOPHYSAIRE

I. L'hypothalamus

1. Généralités

L'hypothalamus est un ensemble de noyaux situés à l'étage diencephalique. Il représente l'étage fonctionnel le plus élevé du système nerveux autonome et joue un rôle capital dans la régulation de nombreuses fonctions endocriniennes, métaboliques et comportementales.

2. Description

a. Localisation

L'hypothalamus se situe à la partie antéro-inférieure du diencephale. Il est localisé sous et autour de la partie antérieure du 3^{ème} ventricule, médialement au thalamus et à l'aire subthalamique.

b. Rapports

- Médialement : paroi latérale du V3.
- Crânialement : le thalamus.
- Caudalement : le récessus infundibulaire.

3. Systématisation et principaux noyaux

L'hypothalamus est divisé en plusieurs aires fonctionnelles, chacune contenant plusieurs noyaux. Le champ d'action d'un de ces noyaux n'est pas limité à une seule des fonctions hypothalamiques, mais à plusieurs. Ils ont ainsi une action complémentaire les uns sur les autres.

- L'aire rostrale :
Elle est située au-dessus du chiasma optique et comprend :
 - . Le noyau pré-optique latéral.
 - . Le noyau pré-optique médial.
 - . Le noyau supra-optique.
 - . Le noyau supra-chiasmatique.
 - . Le noyau hypothalamique antérieur.
 - . Le noyau paraventriculaire.
- L'aire latérale :
 - . Le noyau périfornical.
 - . Le noyau tubéro-mamillaire.
 - . Les noyaux tubéraux latéraux.
- L'aire intermédiaire :
Elle est située entre les aires antérieure, latérale et postérieure et comprend :
 - . Le noyau dorsomédial.
 - . Le noyau ventromédial.
 - . Le noyau hypothalamique dorsal.
 - . Le noyau arqué.
 - . Le noyau infundibulaire.

- L'aire postérieure :

Il s'agit de la plus volumineuse des aires hypothalamiques. Elle comprend :

- . Le noyau hypothalamique postérieur.
- . Les noyaux mamillaires latéral et médial, qui ensemble forment le corps mamillaire.

4. Fonctions

L'hypothalamus est un organe régulateur essentiel des grandes fonctions du corps humain :

- Régulation du métabolisme hydrique :
L'homéostasie hydrique est assurée en partie par l'hypothalamus via la sécrétion d'hormone antidiurétique (ADH). L'hypothalamus est équipé de chémorécepteurs sensibles aux variations de la concentration sodique dans le sang. Lorsque l'organisme se déshydrate par perte d'eau pure, la concentration en sel augmente. L'hypothalamus sécrète de l'ADH pour diminuer la production d'urine par les reins et ainsi conserver de l'eau.
- Régulation de la prise alimentaire :
 - . La sensation de faim est activée par le noyau latéral.
 - . Elle est inhibée par le noyau ventromédial.
- Régulation thermique :
 - . La température corporelle est abaissée par stimulation de l'hypothalamus antérieur, qui entraîne une vasodilatation cutanée et donc un phénomène de transpiration.
 - . Elle est maintenue voire élevée par stimulation de l'hypothalamus postérieur, qui entraîne une vasoconstriction cutanée.
- Régulation de la production hormonale hypophysaire (cf. Hypophyse).
- Régulation du système nerveux autonome :
 - . Le système sympathique est excité par les aires hypothalamiques postérolatérales.
 - . Le système parasympathique est excité par l'aire hypothalamique rostrale.
- Régulation des fonctions et comportement sexuels.
- Régulation des affects, du comportement et de la motivation (avec le cortex préfrontal et le système limbique auxquels l'hypothalamus est lié).
- Régulation du cycle veille/sommeil : le noyau supra-chiasmatique, relié à la rétine, joue un rôle dans nos rythmes circadiens.



ECNi – item 251 : Obésité de l'enfant et de l'adulte

Diagnostiquer une obésité de l'enfant et de l'adulte. Argumenter l'attitude thérapeutique et planifier le suivi du patient.

L'obésité hypothalamique est une cause rare d'obésité liée à une atteinte tumorale ou iatrogène de l'hypothalamus ventromédial et/ou paraventriculaire. La destruction de ces régions, qui physiologiquement inhibent la prise alimentaire, entraîne une augmentation des ingesta et donc une prise pondérale.

II. L'hypophyse

1. Généralités

L'hypophyse (*syn* : glande pituitaire) est une petite glande endocrine logée sous l'hypothalamus, auquel elle est reliée par le pédoncule infundibulaire (*syn* : tige pituitaire). Elle est formée par l'union de deux lobes, d'embryogénèse et de rôles différents :

- L'antéhypophyse (*syn* : adénohypophyse).
- La posthypophyse (*syn* : neurohypophyse).

L'hypophyse est un acteur majeur de la régulation des sécrétions hormonales thyroïdiennes, somatotropes, lactotropes, gonadiques et surrénaliennes.

2. Description

a. Dimension

- Forme : ovoïde
- Hauteur : 6 cm
- Largeur : 1,5 cm
- Epaisseur : 1 cm
- Poids : 0,4 g

b. Localisation

L'hypophyse est logée dans un diverticule dure-mérien dans la fosse hypophysaire de la selle turcique de l'os sphénoïde. Elle est recouverte par le diaphragme sellaire (cf. chapitre sur les méninges), qui est percé en son centre d'un pertuis qu'emprunte la tige pituitaire.

c. Rapports

- Face supérieure : chiasma optique (par l'intermédiaire du diaphragme sellaire).
- Face latérales : sinus caverneux et leur contenu, artère carotide interne, nerfs III, IV, V et VI.
- Faces antérieure, postérieure et inférieure : parois de la fosse hypophysaire.

d. Adénohypophyse

L'adénohypophyse constitue le lobe antérieur de l'hypophyse. Elle est formée de trois lobes : médian, tubéral et antérieur.

Elle dérive embryologiquement de l'épithélium ectodermique provenant de la cavité buccale primitive, le stomodeum. L'ébauche initialement plane s'invagine, formant un diverticule : la poche de Rathke. Celle-ci s'enfonce dans le mésenchyme situé juste en avant de l'ébauche nerveuse. Les cellules de la face antérieure de

la poche prolifèrent ensuite pour former le lobe antérieur de l'hypophyse.

L'adénohypophyse est formé par un tissu de soutien associé à des ensembles de cellules endocriniennes :

- Les cellules thyrotropes (secrètent la TSH).
- Les cellules lactotropes (secrètent la prolactine).
- Les cellules gonadotropes (secrètent FSH et LH).
- Les cellules somatotropes (qui secrètent la GH).
- Les cellules corticotropes (secrètent l'ACTH).

Les sécrétions de ces cellules sont régulées par des neurohormones en provenance de la neurohypophyse et acheminées via la tige pituitaire.

e. Neurohypophyse

La neurohypophyse constitue le lobe postérieur de l'hypophyse. Elle comprend l'éminence médiane, la tige pituitaire et la posthypophyse.

Elle dérive embryologiquement d'une évagination ventrale du plancher du neuroépithélium du diencephale. Cette dépression, appelée l'infundibulum, s'enfonce dans le mésenchyme sous-jacent à la rencontre de la poche de Rathke. L'infundibulum va former un diverticule qui s'épaissit, formant ainsi le lobe postérieur de l'hypophyse, qui s'accroche ensuite à la face postérieure de la poche de Rathke. Ce lobe reste rattaché au diencephale par la tige pituitaire. Au début de la période fœtale, la neurohypophyse est colonisée par les axones en provenance de l'hypothalamus, formant ainsi l'axe hypothalamo-hypophysaire, vecteur d'une neurosécrétion d'hormones dans le sang.

La neurohypophyse possède une double fonction :

- La tige pituitaire permet la communication entre les neurones parvocellulaires hypothalamiques et les cellules endocriniennes de l'adénohypophyse. Les cellules hypothalamiques synthétisent des neuropeptides ayant la capacité de moduler les sécrétions antéhypophysaires :
 - . La TRH régule la sécrétion de TSH.
 - . La CRH régule la sécrétion d'ACTH.
 - . La GnRH régule la sécrétion de FSH/LH.
 - . La GHRH régule la sécrétion de GH.
- La posthypophyse est le lieu de stockage de deux neuropeptides, l'ocytocine et l'hormone anti-diurétique (*syn* : ADH, vasopressine). Ces derniers sont produits par les cellules du système magnocellulaire hypothalamique, localisées au niveau des noyaux supraoptiques et paraventriculaires, cheminant via la tige pituitaire puis

sont stockés dans la posthypophyse avant d'être relargués dans la circulation systémique selon les besoins.

3. Vascularisation

a. Artérielle

- Artère hypophysaire inférieure :

- . *Origine* : portion caverneuse de l'artère carotide interne.
- . *Trajet* : elle se dirige vers l'arrière vers la neurohypophyse, autour de laquelle elle forme une boucle.
- . *Terminaison* : anastomose de la boucle avec le réseau capillaire puis veineux de la posthypophyse.

- Artères hypophysaires supérieures :

- . *Origine* : portion supra clinoidienne de l'artère carotide interne.
- . *Trajet* : elles se dirigent vers la tige pituitaire et l'adénohypophyse.
- . *Terminaison* : anastomose avec les plexus capillaires et veineux.

b. Veineuse

Selon le lobe hypophysaire, le drainage veineux est différent :

- Pour l'adénohypophyse : le drainage veineux forme le système porte hypophysaire. Celui-ci est formé par un ensemble veineux portal prenant son origine au niveau de l'hypothalamus, qui chemine ensuite dans la tige pituitaire pour arriver dans l'adénohypophyse où il se ramifie en un plexus veineux sinusoidal. Ce système porte permet de collecter les hormones libératrices produites par l'hypothalamus et de les acheminer jusqu'à l'hypophyse.
Les sinusoides collectent ensuite les hormones secrétées par les cellules adénohypophysaires et les libèrent dans la circulation générale en se drainant dans les veines hypophysaires, qui se jettent dans les sinus veineux du crâne.
- Pour la neurohypophyse : le drainage veineux se fait directement dans les sinus veineux du crâne, dont celui de la selle turcique (*syn* : plexus de Trolard).



ECNi – item 40 : Aménorrhée

Devant une aménorrhée, argumenter les principales hypothèses diagnostiques et justifier les examens complémentaires pertinents.

Les pathologies hypophysaires sont impliquées dans la survenue d'aménorrhées secondaires :

- Syndrome de Sheehan : insuffisance panhypophysaire par nécrose ischémique du lobe antérieur, secondaire à un accouchement hémorragique. Signé par l'absence de montée laiteuse et de retour de couches dans le post-partum.
- Les hypophysite auto-immunes : par sécrétion pathologique d'auto anticorps anti-hypophyse.
- Les tumeurs de fosse postérieure : les adénomes hypophysaires et les craniopharyngiomes altèrent la sécrétion hormonale sexuelle par compression ou destruction.
- Les hyperprolactinémies :
 - Les adénomes à prolactine : en cas d'adénome vrai ou macroadénome, l'aménorrhée est souvent associée à une galactorrhée, des céphalées et des troubles visuels. Biologiquement : élévation importante de la prolactine. Une IRM de l'antéhypophyse est essentielle pour détecter les adénomes à prolactine souvent de petit volume. Le traitement des adénomes à prolactine vrais est chirurgical. Le plus souvent il s'agit d'un microadénome mesurant moins de 10 mm de diamètre. Le traitement est médical, le pronostic bon et la fécondité ultérieure non modifiée. Le microadénome disparaît le plus souvent après une grossesse.
 - Les hyperprolactinémies non tumorales : elles entraînent une aménorrhée galactorrhée isolée. Le taux de prolactine est modérément élevée < 100 ng/ml. La selle turcique est normale.



ECNi – item 251 : Adénome hypophysaire

Diagnostiquer un adénome hypophysaire.

C'est une tumeur bénigne de un ou plusieurs contingents cellulaires de l'antéhypophyse, pouvant s'intégrer dans le cas de néoplasies endocriniennes multiples de type 1 (NEM 1). Il se manifeste par le trépied suivant :

- Syndrome tumoral hypophysaire, qui associe :
 - Céphalées frontales ou rétro-orbitaires.
 - Compression médiane du chiasma optique, sus-jacent à l'hypophyse, donnant initialement une quadranopsie bitemporale supérieure puis une hémianopsie bitemporale.
 - Un syndrome d'hypertension intra-crânienne.
- Syndrome d'hypersecretion hormonale : selon la lignée cellulaire proliférante, il peut se manifester par une hyperthyroïdie, un hypercorticisme, une hyperprolactinémie ou une acromégalie.
- Syndrome d'insuffisance antéhypophysaire : par hyposécrétion des lignées cellulaires dominées par la tumeur.

A ce trépied s'ajoute un syndrome polyuro-polydipsique, conséquence de la compression de la posthypophyse, et qui induit une perte de la sécrétion en ADH.

Parfois extension dans les sinus caverneux / sinus sphénoïdal (rhinoliqorrhée).

Le traitement des adénomes hypophysaire est neurochirurgical (adénoïdectomie transphénoïdale par voie endonasale).

LES NERFS RACHIDIENS

I. Généralités

1. Définition

Les nerfs rachidiens (*syn* : nerfs spinaux) appartiennent au système nerveux périphérique. Ce sont des nerfs mixtes, tous issus de la moelle épinière. Ils assurent l'innervation motrice des muscles et des téguments du corps (excepté ceux innervés par les nerfs crâniens), et portent également un contingent neurovégétatif.

2. Nomenclature

On en compte 31 paires, avec de chaque côté :

- 8 nerfs cervicaux (C) : de C1 à C8, ils portent le numéro de la vertèbre sous-jacente.
- 12 nerfs thoraciques (T) : à partir de T1, ils portent le numéro de la vertèbre sus-jacente.
- 5 nerfs lombaires (L).
- 5 nerfs sacraux (S).
- 1 nerf coccygien (Co).



La polyradiculonévrite ou syndrome de Guillain-Barré : il s'agit d'une maladie inflammatoire et démyélinisante segmentaire et multifocale du système nerveux périphérique débouchant sur des formes sévères de paralysie (les complications sont d'ailleurs liées à une atteinte de la déglutition ou de la respiration), associées à des manifestations sensitives. L'affection atteint la racine des nerfs, le LCS sera donc inflammatoire à la ponction lombaire (hyperprotéinorachie).

La polynévrite : elle peut, entre autres, être d'origine alcoolique ou médicamenteuse. Bien que de processus physiopathologiquement similaire à la PRN, la ponction lombaire est dans ce cas inutile (LCS normal) car seuls les nerfs périphériques sont atteints, et pas les racines.

II. Morphologie

1. Racines

Un nerf rachidien est issu de la fusion de deux racines :

- La racine antérieure est motrice. Elle émerge de la moelle épinière au niveau du sillon antérolatéral, en avant de la corne grise antérieure.
- La racine postérieure est sensitive. Elle pénètre dans la moelle au niveau du sillon postéro-latéral, en arrière de la corne grise postérieure. Elle porte sur son trajet le ganglion rachidien, constitué des noyaux des neurones sensitifs.

Selon l'étage médullaire, la fusion des racines n'a pas lieu exactement au même endroit :

- Au niveau cervico-thoracique, les racines s'unissent dans le foramen intervertébral (*syn* : trou de conjugaison).
- Au niveau lombo-sacral, les racines s'unissent dans le canal vertébral.

Ces racines sont jusqu'à leur union tapissée de pie mère et séparée par les ligaments dentelés.

2. Troncs

- Origine : Les troncs des nerfs spinaux sont issus de la fusion des racines antérieure et postérieure au niveau des trous de conjugaison.
- Trajet : Au niveau du trou de conjugaison, les nerfs rachidiens se déportent latéralement à l'horizontale et sont tapissés de dure-mère, qui se prolongera par l'épinèvre.
- Terminaison : Chaque nerf rachidien diverge, après un court trajet d'environ 1 cm, en deux branches :
 - . Une branche postérieure, grêle, qui dessert les muscles et la peau du dos.
 - . Une branche antérieure, volumineuse, qui se destine aux membres et à la paroi antérieure du tronc. Sa distribution varie selon l'étage rachidien :
 - Cervical : plexus cervical et plexus brachial.
 - Thoracique : nerfs intercostaux et subcostal.
 - Lombar et sacraux : plexus lombaire, sacral, pudendal et coccygien.
- Collatérales :
 - . Un rameau méningé rachidien : il naît en dehors du trou de conjugaison, y chemine à contre sens et s'épanouit sur la méninge spinale qu'il innerve.
 - . Un rameau communicant gris : il unit un ganglion sympathique para-rachidien à une racine antérieure.
 - . Un rameau communicant blanc.

III. Fonctions

1. Innervation motrice

La distribution des fibres nerveuses aux différents muscles du tronc et des membres n'est pas aussi nette que la distribution sensitive. Les fibres nerveuses atteignant un muscle peuvent ainsi prendre origine dans plusieurs racines distinctes.

2. Innervation sensitive

La répartition des fibres nerveuses sensitives à l'ensemble des téguments (excepté la face) se fait selon une distribution radiculaire. Cette distribution permet de distinguer des dermatomes, qui correspondent à un territoire cutané innervé par une racine dorsale d'un seul nerf rachidien.

Le schéma de Foerster est le plus utilisé dans la pratique clinique

3. Innervation neurovégétative

Les nerfs rachidiens véhiculent l'information nerveuse autonome jusqu'au glandes sudoripares, aux organes pilo-érecteurs, aux fibres musculaires lisses péri vasculaires...

Les neurofibres autonomes se détachent des ganglions sympathiques et gagnent les nerfs rachidiens via les rameaux communicants gris et les rameaux communicants blancs.

LES NERFS CRANIENS

Définition :

Les nerfs crâniens désignent douze paires de nerfs ayant pour la plupart leur origine au niveau du tronc cérébral, traversant le crâne par des foramens et fissures et se distribuant essentiellement à la face, à la tête et au cou.

Ils appartiennent au système nerveux périphérique.

Les nerfs crâniens peuvent être, selon leurs fonctions, moteurs, sensitifs/sensoriels ou mixtes. Pour certains s'ajoutent des fibres neurovégétatives.

Nomenclature :

I : nerf olfactif

Sensoriel, il transmet l'influx olfactif. Il emprunte les foramens de la lame criblée de l'ethmoïde.

II : nerf optique

Sensoriel, il transmet l'influx visuel. Il emprunte le canal optique.

III : nerf oculomoteur

(*syn* : nerf moteur oculaire commun)

Moteur, il innervent les muscles droit supérieur, droit médial, droit inférieur et oblique inférieur de l'œil. Il traverse le sinus caverneux puis emprunte la fissure orbitaire supérieure. Il possède un contingent de neurofibres autonomes parasympathiques.

IV : nerf trochléaire

(*syn* : nerf pathétique)

Moteur, il innervent le muscle oblique supérieur de l'œil. Il traverse le sinus caverneux puis emprunte la fissure orbitaire supérieure.

V : nerf trijumeau

Mixte, il est sensitif pour la face et innervent les muscles masticateurs. Il est décrit en trois contingents :

- V₁ : nerf ophtalmique (*syn* : nerf ophtalmique de Willis). Il traverse le sinus caverneux puis emprunte la fissure orbitaire supérieure.
- V₂ : nerf maxillaire (*syn* : nerf maxillaire supérieur ou dentaire supérieur). Il emprunte le foramen rond.
- V₃ : nerf mandibulaire (*syn* : nerf maxillaire inférieur ou dentaire inférieur). Il emprunte le foramen ovale.

VI : nerf Abducens

(*syn* : nerf moteur oculaire externe)

Moteur, il innervent le muscle droit latéral de l'œil. Il traverse le sinus caverneux puis emprunte la fissure orbitaire supérieure.

VII : nerf facial

et VII bis : nerf intermédiaire de Wisberg

Mixte, il innervent les muscles de la face, est sensitif pour le méat acoustique externe, sensoriel pour les deux tiers antérieurs de l'hémi-langue et intervient dans la sécrétion

des glandes muco-lacrymo-nasales via un contingent de neurofibres autonomes parasympathiques. Il emprunte le méat acoustique interne.

VIII : nerf cochléo-vestibulaire

(*syn* : nerf auditif ou stato-acoustique)

Sensoriel, il est formé de deux contingents :

- Le nerf cochléaire, qui transmet les informations relatives à l'audition.
- Le nerf vestibulaire, qui transmet les informations relatives à l'équilibre,

Il emprunte le méat acoustique interne.

IX : nerf glosso-pharyngien

Mixte, il innervent la musculature du pharynx, est sensoriel pour le tiers postérieur de l'hémi-langue et intervient dans la sécrétion parotidienne via un contingent de neurofibres autonomes parasympathiques. Il emprunte le foramen jugulaire.

X : nerf vague

Il devient le nerf pneumogastrique après son passage par l'orifice supérieur du thorax.

Mixte, il innervent la musculature de pharynx, du larynx, est sensitif pour la muqueuse pharyngolaryngée et le méat acoustique externe, et innervent par sa portion végétative parasympathique le cœur, l'arbre trachéo-bronchique, le tractus digestif et les gonades. Il emprunte le foramen jugulaire.

XI : nerf spinal

(*syn* : nerf accessoire)

Moteur, il innervent le pharynx, le larynx et les muscles trapèze et sterno-cléido-mastoïdien. Il emprunte le foramen jugulaire.

XII : nerf hypoglosse

(*syn* : nerf grand hypoglosse)

Moteur, il innervent tous les muscles de la langue à l'exception du palato-glosse. Il emprunte le canal de l'hypoglosse.

Anatomie descriptive :

- Origines d'un nerf crânien :

Pour chaque nerf crânien on peut décrire deux origines :

- . Une origine réelle : il s'agit des noyaux à l'origine du nerf au niveau du tronc cérébral (pédonculaires, pontiques ou bulbaires).
- . Une origine apparente : il s'agit de l'emplacement où le nerf sort du tronc cérébral. A noter que les nerfs crâniens ont tous leur origine apparente en avant du tronc cérébral à l'exception du IV qui naît en arrière.

- Trajet d'un nerf crânien :
 - . Intracrânien : les nerfs cheminent en partie à l'intérieur du crâne, au sein des citernes de l'espace subarachnoïdien. Ils sont tapissés par la pie-mère.
 - . Crânien : les nerfs sortent du crâne et de la face via les orifices de la base du crâne.
 - . Extracrânien.
- Ganglions crâniens :

Les noyaux sensitifs ne sont que des noyaux relais, contrairement aux noyaux moteurs dont les corps cellulaires se trouvent dans le tronc cérébral. Les nerfs crâniens sensitifs et sensoriels voient le corps de leurs neurones siéger en dehors du tronc cérébral, au sein d'un ganglion intracrânien.

Sont décrits :

- . Le ganglion trigéminal (syn : ganglion de Gasser) pour le V.
- . Le ganglion géniculé pour le VII.
- . Les ganglions spiral et vestibulaire (syn : de Scarpa) pour le VIII.
- . Le ganglion supérieur (syn : d'Ehrenritter) et le ganglion inférieur (syn : d'Andersch) pour le IX.
- . Les ganglions supérieurs (syn : jugulaire) et inférieurs (syn : plexiforme) pour le X.

De la même façon, sont décrits pour les nerfs avec un contingent neurovégétatif parasympathique des ganglions neurovégétatifs :

- . Le ganglion ciliaire (syn : ganglion ophtalmique).
- . Les ganglions ptérygo-palatin, submandibulaire et sublingual.
- . Le ganglion otique.



Généralités sur la sémiologie des nerfs crâniens :

Un nerf crânien peut être atteint par un processus vasculaire, inflammatoire, infectieux, tumoral, traumatique... selon deux modalités distinctes :

- Une atteinte centrale : elle se localise au niveau du faisceau cortico-géniculé. Les manifestations cliniques sont controlatérales à la lésion.
- Une atteinte périphérique : elle se localise au niveau du noyau tronculaire du nerf (ce n'est pas une atteinte centrale !) ou de son tronc nerveux, le long de son trajet (portion intracrânienne, crânienne ou extracrânienne). Les manifestations cliniques sont homolatérales à la lésion puisque les nerfs crâniens (à l'exception du IV) ne décussent pas.

Les atteintes associées des voies longues du tronc cérébral se traduisent par des syndromes alternes : un syndrome alterne se définit par la présence, du côté de la lésion, des signes d'atteinte d'un ou plusieurs nerfs crâniens, et du côté controlatéral par des signes d'atteinte d'une voie longue, pyramidale, sensitive ou cérébelleuse (définition du Collège des Enseignants en Neurologie).



Les syndromes basilaires :

Correspondant à l'atteinte tronculaire de plusieurs nerfs crâniens, ils sont l'expression d'une lésion au voisinage de la base du crâne. Trois grandes étiologies sont responsables de la majorité des syndromes basilaires :

- Les traumatismes crâniens.
- Les tumeurs méningées (méningiomes).
- Les tumeurs des autres structures voisines de la base du crâne (cancer du cavum, tumeur osseuse...).

Syndrome basilaire	Nerfs crâniens atteints	Autres étiologies (en plus des trois sus-citées)
Syndrome de la fissure orbitaire supérieure	III, IV, VI et V ₁	Anévrisme carotidien interne
Syndrome de la paroi externe du sinus caverneux (syn : syndrome de Foix)	III, IV, VI, V ₁ et V ₂	Tumeurs hypophysaires Tumeurs vasculaires
Syndrome de l'apex orbitaire (syn : syndrome de Rollet)	III, IV, VI, V ₁ et II	Tumeurs vasculaires
Syndrome de la pointe du rocher (syn : syndrome de Gradenigo)	V ₁ , V ₂ , V ₃ et VI	Ostéite de la pointe du rocher
Syndrome acoustico-facial	VII et VIII	Neurinome du VIII
Syndrome de l'angle ponto-cérébelleux	V, VII et VIII	Neurinome du VIII
Syndrome du foramen jugulaire (syn : syndrome de Vernet)	IX, X et XI	Thrombophlébite du sinus veineux latéral
Syndrome condylo-déchiré postérieur (syn : syndrome de Collet)	IX, X, XI et XII	Tumeurs nerveuses Tumeurs du glomus jugulaire
Syndrome rétro stylien (syn : syndrome de Villaret)	IX, X, XI, XII et sympathique	Adénopathies compressives Tumeurs nerveuses
Syndrome de Garcin	Ensemble des nerfs homolatéraux	

I. Le nerf olfactif

1. Définition

Le nerf olfactif (I) est un nerf sensoriel qui véhicule de façon centripète l'influx olfactif et est intimement lié au système limbique.

Le I présente plusieurs caractéristiques intéressantes :

- Les neurones qui le constituent sont capables de se régénérer.
- C'est un des deux nerfs crâniens, avec le II, ne naissant pas du tronc cérébral.
- C'est le seul nerf à relier directement l'extérieur du corps (l'air de la cavité nasale) au système nerveux central.

2. Description

a. Origine

Le I naît à la face inférieure des bulbes olfactifs (cf. infra).

b. Trajet

Les fibres issues des bulbes cheminent caudalement dans l'espace subarachnoïdien puis traversent les foramen de la lame criblée de l'ethmoïde.

c. Terminaison

Les neurofibres du I s'épanouissent en filet au sein de la muqueuse olfactive, au niveau du toit des fosses nasales, en deux ensembles :

- Les nerfs olfactifs latéraux, au niveau du cornet nasal supérieur.
- Les nerfs olfactifs médiaux, au niveau du septum nasal.

3. La muqueuse olfactive

La muqueuse olfactive occupe la portion moyenne du toit de la fosse nasale, une partie du cornet supérieur et la partie supérieure de la cloison nasale.

Elle s'étale sur environ 10 cm² chez l'Homme, et est macroscopiquement de couleur jaunâtre (syn : tâche jaune d'Eckardt).

Cette muqueuse est formée :

- D'un épithélium olfactif, superficiel, où sont disposées des cellules neurosensorielle olfactives (syn : cellules de Schultze). Les cellules olfactives se prolongent par des cils baignant dans un mucus où se déposent les particules odorantes.
- D'une lamina propria, profonde, qui forme le tissu de soutien.

4. Voies olfactives

a. Premier neurone

Il est formé par les cellules neurosensorielles olfactives. Elles réceptionnent les molécules odorifères au sein de la tache jaune, puis transmettent l'information nerveuse

jusqu'aux bulbes olfactifs. Un bulbe repose dans la gouttière olfactive de l'ethmoïde et est séparé de son homologue controlatéral par l'apophyse Crista Galli.

b. Deuxième neurone

Au sein des bulbes se trouve le second relais de la voie olfactive, formée par les cellules mitrales. Ces cellules quittent les bulbes en formant les bandelettes olfactives (syn : tractus olfactif). Les bandelettes, longues d'environ 35 mm, cheminent sous les lobes frontaux vers le rhinencéphale.

c. Centres encéphaliques

Le centre intégrateur de l'odorat est le rhinencéphale. Une fois atteint, chaque bandelette olfactive se divise en trois stries olfactives :

- Strie olfactive médiale : la plus importante, elle rejoint les aires subcallosale, pré-commissurale et le gyrus paraterminal.
- Strie olfactive intermédiaire : inconstante, elle rejoint la substance perforée antérieure (en avant de la commissure cérébrale).
- Strie olfactive latérale : elle rejoint les aires pré prépiriforme (51, localisée sous le corps calleux), entorhinale (28, à la base du lobe temporal) ainsi que le corps amygdaloïde.



Physiologie de l'olfaction :

Une odeur correspond à l'association d'une ou plusieurs molécules odorifères, qui doivent être volatiles pour pouvoir atteindre les récepteurs olfactifs. L'espèce humaine est capable de percevoir entre 4 000 à 10 000 (pour les odorats les plus exercés) odeurs différentes. L'olfaction est un sens chimique, le plus ancien et le plus primitif dans l'évolution des espèces. Cependant, il demeure peu évolué chez l'Homme comparé aux autres espèces du règne animal. Par exemple, les canidés perçoivent 100 fois plus d'odeurs que l'Homme.

Sémiologie des voies olfactives :

L'étude de la fonction olfactive est basée principalement sur l'olfactométrie subjective. Des substances odorantes standardisées, de différentes natures et de concentrations progressives, sont présentées au patient les yeux fermés et narine par narine, afin de déterminer son seuil olfactif, ses capacités discriminatives et tester sa mémoire olfactive. Attention, certaines substances irritantes (éther, ammoniac) sont à éviter car elles risquent de stimuler d'autres terminaisons nerveuses que celles du nerf olfactif, comme le V. Les troubles de l'odorat représentent plusieurs entités :

- Anosmie : perte complète de la perception des odeurs.
- Hyposmie : perte partielle de la perception des odeurs.
- Cacosmie : sensation de percevoir de mauvaises odeurs, réelles ou imaginaires.
- Parosmie : modification de la qualité des odeurs.
- Phantosmie : perception d'odeurs inexistantes.
- Hyperosmie : hyperréactivité aux odeurs, plutôt liée à des perceptions trigéminales.

Le patient se plaint également le plus souvent d'une altération du goût des aliments, seule étant préservée la sapidité (perception du sucré/salé/amer/acide).



ECNi – item 40 : Aménorrhée

Argumenter les principales hypothèses diagnostiques et justifier les examens complémentaires pertinents.

Le syndrome Kallmann de Morsier, ou dysplasie olfacto-génitale, est une maladie génétique du développement embryonnaire caractérisée par l'association d'un hypogonadisme hypogonadotrope et d'une anosmie/hyposmie, par aplasie/hypoplasie des bulbes olfactifs. Cette affection est due à un défaut du développement du système olfactif et de la migration embryonnaire des neurones synthétisant la GnRH.

ECNi – item 103 : Epilepsie de l'enfant et de l'adulte

Diagnostiquer les principales formes d'épilepsie de l'enfant et de l'adulte. Identifier les situations d'urgence et planifier leur prise en charge. Argumenter l'attitude thérapeutique et planifier le suivi du patient. Décrire les principes de la prise en charge au long cours.

Les crises d'épilepsies partielles sensorielles olfactives induisent la perception erronée d'odeurs désagréables. Elles surviennent lors de lésions du cortex temporal antérieur (uncus de l'hippocampe) ou du cortex frontal postérieur.

ECNi – item 104 : Maladie de Parkinson

Diagnostiquer une maladie de Parkinson. Argumenter l'attitude thérapeutique et planifier le suivi du patient. Décrire les principes de la prise en charge au long cours.

Un déficit de l'odorat peut précéder de plusieurs années l'apparition des signes moteurs de la maladie de Parkinson.

ECNi – item 145 : Infections naso-sinusiennes de l'enfant et de l'adulte

Connaître les différentes formes de sinusite et les explorations éventuellement nécessaires pour en étayer le diagnostic. Connaître les arguments cliniques permettant de distinguer une sinusite maxillaire aiguë, d'une rhinite ou d'une rhinopharyngite. Prescrire le traitement approprié, antibiotique et/ou symptomatique, à un patient présentant une sinusite maxillaire aiguë, une rhinite, une rhinopharyngite. Diagnostiquer et connaître les complications et les principes du traitement d'une ethmoïdite aiguë du nourrisson et de l'enfant.

Lors des sinusites maxillaires chroniques d'origine dentaire, par effraction de matériel d'odontologie (pâte dentaire) et surinfection aspergillaire, une cacosmie accompagne habituellement les symptômes propres à la sinusite.

ECNi – item 296 : Tumeurs intra-crâniennes

Diagnostiquer une tumeur intracrânienne. Identifier les situations d'urgence et planifier leur prise en charge.

Des tumeurs à la base des lobes frontaux, ou bien un méningiome du jugum peuvent, de par leur localisation, comprimer les bulbes et tractus olfactifs, entraînant ainsi des troubles de l'odorat. Ces symptômes sont le plus souvent associés à une hypertension intra-crânienne.

II. Le nerf optique

1. Définition

Le nerf optique (II) est un nerf sensoriel qui véhicule l'influx visuel. Long de 4 cm, il est tendu entre la rétine, au pôle postérieur de l'œil, et le chiasma optique. Il appartient aux voies visuelles.

2. Description

a. Origine

Le nerf optique émerge du globe oculaire à sa face postérieure, 3 mm en dedans et 1 mm en dessous du pôle postérieur.

b. Trajet

Le long du trajet du nerf optique, quatre portions sont décrites :

- Intra-oculaire :
Il s'agit d'une portion très courte, longue d'1 mm, où le II quitte le globe oculaire via la lame criblée de la sclère.
- Intra-orbitaire :
Le II s'étend sur 20 à 30 mm, du globe oculaire jusqu'au canal optique. Il forme l'axe du cône musculaire formé par les muscles droits. Le nerf optique y est entouré par les trois enveloppes méningées et est en rapport avec l'artère ophtalmique.
- Intra-canalair :
Le II pénètre sur 5 mm le canal optique par son orifice antérieur et suit un trajet oblique en arrière, médialement et vers le haut. Il y est accompagné par l'artère ophtalmique.
- Intra-crânienne :
Le II chemine sur 1 cm obliquement en arrière et médialement, au sein de la citerne chiasmatique, vers le chiasma optique. Il est en rapport avec :
 - . En haut, l'artère cérébrale antérieure.
 - . En bas, le diaphragme sellaire et l'artère ophtalmique.
 - . Latéralement, l'artère carotide interne.

c. Terminaison

Les deux nerfs optiques viennent confluer au-dessus de la région pré-sellaire pour former le chiasma optique.

3. Voies visuelles

a. Généralités

- Le 1^{er} neurone de la voie visuelle est intra-rétinien.
- Le 2^{ème} neurone correspond au neurone ganglionnaire rétinien. Il parcourt le nerf optique, le chiasma et la bandelette optique jusqu'aux noyaux visuels.

- Le 3^{ème} neurone correspond à une radiation optique. Il s'étend des noyaux visuels au cortex occipital.

b. Rétine

Cf. section « Organes des sens », chapitre sur l'œil.

c. Chiasma optique

Formé par l'union des deux nerfs optiques, c'est une lame de substance blanche situé juste au-dessus de la selle turcique.

Il est en rapport avec :

- En arrière, le V3 et la tige pituitaire.
- En avant, l'artère communicante antérieure.
- Latéralement, les artères cérébrales postérieures, les veines basilaires et les plexus caveux.

Le chiasma optique permet la décussation de 60 % des fibres formant la voie visuelle. Ainsi :

- Les afférences rétiniennes nasales deviennent controlatérales.
- Les afférences rétiniennes temporales restent homolatérales.
- Les afférences rétiniennes maculaires forment des fibres directes homolatérales et croisées controlatérales.

d. Bandelettes optiques

Les bandelettes optiques (*syn* : tractus optique) émergent à la face postérieure du chiasma optique. Au nombre de deux, elles suivent un trajet sur 3 cm vers l'arrière, et contournent les pédoncules cérébraux du mésencéphale par leur face latérale.

Elles divergent chacune en deux racines :

- Une racine latérale, qui s'abouche au niveau du corps géniculé latéral. Elle comprend 80% des neurofibres optiques et se projette ensuite vers le cortex occipital.
- Une racine médiale, qui s'abouche au niveau du colliculus supérieur et du noyau prétectal. Cette racine est essentielle à l'aboutissement du réflexe pupillaire.

e. Radiations optiques

Les radiations optiques (*syn* : radiations de Gratiolet) sont issues des corps genouillés latéraux. Ces tractus, formés de plusieurs millions de fibres, contournent latéralement les ventricules latéraux puis se projettent sur le cortex occipital au niveau du sillon calcarin.

f. Cortex occipital

Les aires visuelles corticales impliquées dans l'interprétation du signal visuel se classent en :

- Aire visuelle principale : il s'agit de l'aire 17 selon Broadman. Elle se situe à la partie la plus postérieure du cortex occipitale et comprend le sillon calcarin. Elle intervient dans le décryptage de l'information visuelle brute.

- Aires visuelles accessoires : Il s'agit des aires 18 et 19 selon Broadman. Elles cernent l'aire 17 et sont plus antérieures à celle-ci. Les aires accessoires ont une fonction associative, c'est-à-dire qu'elles permettent, en étant en relation avec l'aire visuelle primaire mais aussi le cortex temporal, pariétal et

frontal, d'intégrer et d'interpréter l'information visuelle brute avec les autres informations reçues par le système nerveux central mais aussi les propres acquis de l'individu.



ECNi – item 79 : Altération de la fonction visuelle

Argumenter les principales hypothèses diagnostiques et justifier les examens complémentaires pertinents et principes de traitement. Citer sur les particularités chez le sujet âgé.

Séméiologie des voies visuelles :

L'analyse précise du champ visuel d'un patient symptomatique permet souvent à elle seule de localiser le processus lésionnel le long de la voie visuelle, sans préjuger de l'étiologie :

- **Lésion complète du nerf optique** : elle induit une cécité homolatérale associée à une perte du réflexe photomoteur direct et consensuel. Elle est majoritairement due à un traumatisme.
- **Lésion centrale du nerf optique** : elle induit un scotome, qui est une lacune affectant le champ visuel central. Les scotomes correspondent à des atteintes du faisceau maculaire et entraînent donc une baisse précoce et importante de l'acuité visuelle, alors que la vision périphérique est relativement conservée. S'y associe également une dyschromatopsie (trouble de la perception des couleurs) d'axe rouge/vert (différente de la dyschromatopsie des atteintes rétiniennes, qui elle est d'axe bleu/jaune). L'alcool, le diabète, la sclérose en plaque et certains médicaments (éthambutol surtout) sont de grands pourvoyeurs de lésions centrales du II.
- **Lésion latérale du chiasma optique** : elle induit une interruption des fibres visuelles temporales homolatérales. En résulte une hémianopsie nasale homonyme homolatérale à la lésion (le terme d'hémianopsie désigne la perte de la vision dans un hémichamp visuel).
- **Lésion médiane du chiasma optique** : elle induit une interruption des fibres visuelles nasales à droite et à gauche. En résulte une hémianopsie bitemporale. Le processus lésionnel le plus typique de cette atteinte à l'adénome hypophysaire (autres : méningiome de la selle turcique, craniopharyngiome, gliome du chiasma...) A noter qu'au tout début, seule la partie inférieure du chiasma est comprimée, ce qui induit une quadranopsie bitemporale supérieure.
- **Lésion des bandelettes optiques** : elle induit une interruption des fibres visuelles nasales homolatérales et temporales controlatérales. En résulte une hémianopsie latérale homonyme (HLH) controlatérale à la lésion. Les AVC sont de grands pourvoyeurs d'HLH.
- **Lésion des radiations optiques** : elle induit une interruption des fibres visuelles nasales homolatérales et temporales controlatérales. En résulte une hémianopsie latérale homonyme (HLH) controlatérale à la lésion, mais sans atteinte maculaire dans ce cas.
- **Lésion de la partie supérieure des radiations optiques** : elle induit une interruption des fibres visuelles associées aux quadrants inférieurs nasal controlatéral et temporal homolatéral. En résulte une quadranopsie latérale homonyme inférieure, controlatérale à la lésion.
- **Lésion de la partie inférieure des radiations optiques** : elle induit une interruption des fibres visuelles associées aux quadrants supérieur nasal controlatéral et temporal homolatéral. En résulte une quadranopsie latérale homonyme supérieure, controlatérale à la lésion.
- **Atteinte du cortex occipital** :
 - . Cécité corticale : il s'agit en fait d'une double hémianopsie à laquelle s'ajoute souvent une anosognosie. Le réflexe photomoteur est conservé. Ce trouble se rencontre habituellement lors des lésions corticales bilatérales (accident vasculaire cérébral postérieur bilatéral, tumeur, abcès...). Lorsque ce tableau s'associe une atteinte des structures de la mémoire (par exemple extension des lésions ischémiques à des éléments du circuit hippocampo-mamillo-thalamiques), l'ensemble constitue le syndrome de Dide et Botcazo.
 - . Agnosie visuelle : au cours de ce trouble, le malade ne reconnaît pas visuellement un objet qui lui est présenté. En revanche il est capable de l'identifier par la palpation.

III. Le nerf oculomoteur

1. Définition

Le nerf oculomoteur (III ; *syn* : nerf moteur oculaire commun), le plus volumineux des trois nerfs destiné à la motricité oculaire, est un nerf mixte.

Il assure :

- L'oculomotricité extrinsèque via son contingent moteur, en innervant les muscles droit supérieur, droit interne, droit inférieur, petit oblique et releveur de la paupière supérieure.
- L'oculomotricité intrinsèque via son contingent neurovégétatif, en innervant la musculature pupillaire et les muscles ciliaires, permettant ainsi le réflexe photomoteur et l'accommodation.

2. Description

a. Origine

- Réelle :
Le III ne prend pas origine dans un seul noyau. En effet, sont décrits :
 - . Un noyau moteur, lui-même subdivisé en cinq contingents (un pour chaque muscle). Il se situe dans la calotte pédonculaire, à hauteur du colliculus supérieur, en avant et latéralement à l'aqueduc de Sylvius.
 - . Un noyau neurovégétatif (*syn* : noyau oculomoteur accessoire, noyau pupillaire, noyau d'Edinger-Westphal) juste en dedans du noyau moteur. Celui-ci assure l'innervation parasympathique des muscles intrinsèques de l'œil.
- Apparente :
Les faisceaux de fibres issues des deux noyaux émergent en un seul nerf à l'étage mésencéphalique, au niveau interpédonculaire, de part et d'autre de l'espace perforé postérieur, au-dessus de la protubérance et sous les corps mamillaires. Il est en rapport avec :
 - . Médialement, le tronc basilaire.
 - . Au-dessus, l'artère cérébrale postérieure.
 - . En dessous, l'artère cérébelleuse supérieure.

b. Trajet

- Intracrânien :
Le III chemine dans la citerne interpédonculaire, latéralement et vers l'avant. Il passe latéralement au processus clinéoïde postérieur, surcroise la tente du cervelet à son insertion antérieure et pénètre dans le sinus caverneux par son toit.
Dans le sinus caverneux, le III se déporte latéralement contre la paroi externe, se dirige en bas et en avant et se divise en une branche supérieure et une branche inférieure.
- Crânien :
Le III sort du crâne par la fissure orbitaire supérieure.
- Extracrânien :
Les deux branches du III empruntent immédiatement l'anneau tendineux commun (*syn* : anneau de Zinn) et se retrouvent dans l'orbite.
 - . La branche supérieure est plaquée à la face inférieure du muscle droit supérieur qu'elle innerve, puis gagne le muscle releveur de la paupière supérieure.
 - . La branche inférieure se rend au muscle droit médial, droit inférieur et oblique inférieur. Elle donne également un rameau portant le contingent neurovégétatif du III, qui forme le ganglion ophtalmique (*syn* : ganglion ciliaire).

Le ganglion ciliaire est situé contre la face externe du II. Il reçoit des afférences du plexus carotidien sympathique, du nerf naso-ciliaire (branche du V), et du III moteur. Le ganglion ciliaire assure la fonction d'accommodation et le réflexe photomoteur via les nerfs ciliaires courts.



Séméiologie :

Le contingent neurovégétatif du III est notamment responsable de la constriction de l'iris : le terme « myosis » désigne une diminution du diamètre de la pupille, le terme « mydriase » désigne une dilatation. Le réflexe photomoteur (myosis lors d'une stimulation lumineuse) fait intervenir le II pour l'afférence (perception du stimulus lumineux) et le III pour l'efférence.

IV. Le nerf trochléaire

1. Définition

Le nerf trochléaire (IV) est un nerf moteur qui innerve le muscle oblique supérieur de l'œil. C'est le plus grêle des nerfs crâniens.

2. Description

a. Origine

- Réelle :
Le noyau du IV est situé au niveau de la partie inférieure de la calotte pédonculaire, en avant et latéralement à l'aqueduc de Sylvius, juste en dessous du noyau du III, et à hauteur du tubercule quadrijumeau postérieur (*syn* : colliculus inférieur). Les fibres issues des noyaux contournent l'aqueduc de Sylvius puis s'entrecroisent avec celles controlatérales
- Apparente :
Le IV émerge à la face postérieure du tronc cérébral, de part et d'autre du frein du voile médullaire supérieur (*syn* : valvule de Vieussens).



Attention, le IV est le seul nerf crânien à émerger dorsalement et à décuquer !

b. Trajet

- Intracrânien :
Au niveau de l'étage postérieur, le IV chemine dans la citerne interpédonculaire. Il contourne le pédoncule cérébral puis se dirige en avant, vers les sinus caverneux. Il chemine ensuite au sein de la paroi latérale du sinus caverneux.
- Crânien :
Le IV emprunte médialement la fissure orbitaire supérieure (*syn* : fente sphénoïdale), latéralement et au-dessus de l'anneau de Zinn.
- Extracrânien :
Le IV chemine enfin dans l'orbite. Il est situé en dehors du cône musculo-tendineux, passe au-dessus du muscle releveur de la paupière supérieure et atteint le muscle oblique supérieur.

V. Le nerf trijumeau

1. Définition

Le nerf trijumeau (V) est un nerf mixte, principalement sensitif pour la face, et qui assure l'innervation motrice des muscles masticateurs. Il s'agit du plus volumineux des nerfs crâniens.

Il se divise dans le crâne en trois branches terminales :

- V₁ : nerf ophtalmique (*syn* : ophtalmique de Willis).
- V₂ : nerf maxillaire (*syn* : maxillaire supérieur).
- V₃ : nerf mandibulaire (*syn* : maxillaire inférieur).



Séméiologie du nerf trijumeau :

Symptômes sensitifs :

- La névralgie trigéminal : cf encadré « ECNi »
- Des paresthésies ou une anesthésie de topographie variable selon le siège de la lésion, à savoir une, deux ou les trois branches du nerf. Quelle que soit l'atteinte, l'angle de la mandibule est toujours respecté puisqu'innervé par le nerf grand auriculaire, issu des racines spinales C2/C3.
- Douleurs projetées dentaires.
- Abolition du réflexe cornéen : à l'état physiologique, la stimulation cornéenne entraîne la fermeture de la paupière via un arc entre le V, le VII et le III. En cas d'atteinte du V₁, la cornée est anesthésiée et le réflexe est aboli.

Symptômes moteurs :

- Paralyse unilatérale du V : il se produit un déficit de la contraction du masséter, ainsi que de la diduction (mouvement de latéralité de la mandibule se déplaçant à gauche ou à droite). A l'inspection, la bouche est oblique ovale. Le réflexe massétéral (contraction du masséter par percussion mentonnière) est aboli.
- Paralyse bilatérale du V : le patient ne peut pas ouvrir la bouche.

2. Description de la branche commune

a. Origine

- Réelle :
 - . Noyaux sensitifs : les corps des protoneurones constituant la portion sensitive du V se situent dans le ganglion trigéminal (*syn* : ganglion de Gasser). Les fibres nerveuses pénètrent ensuite le pont, où elles font relais avec le tractus cortico-géniculé via le noyau sensitif du V. Il s'agit d'un volumineux ensemble parcourant l'ensemble du tronc cérébral de haut en bas et formé de trois sous-noyaux :
 - Le noyau mésencéphalique du V.
 - Le noyau pontique du V (*syn* : noyau principal du V).
 - Le noyau spinal du V, qui descend jusqu'au premier segment de moelle cervicale.
 - . Noyau moteur : le noyau moteur du V (*syn* : noyau masticateur) se situe à l'étage protubérantiel, au-dessus du noyau du VII, et médialement au noyau sensitif principal (*syn* :

pontique) du V. Il émet des fibres nerveuses pour les muscles masticateurs, qui quittent la protubérance par une racine grêle avant de rejoindre le nerf mandibulaire V₃.

- . Noyau neuro-végétatif : les quelques fibres sécrétrices parasympathiques qui empruntent le V viennent de noyaux du VII et du IX :
 - Le noyau muco-lacrymo-nasal dont les fibres sortent avec le VII.
 - Le noyau salivaire supérieur dont les fibres empruntent le VII bis.
 - Le noyau salivaire inférieur dont les fibres sont annexées au IX.

D'autre part, les branches les branches du V reçoivent des rameaux sympathiques provenant de plexus péri-vasculaires.

- Apparente :

Le V émerge au niveau de la région antérolatérale de la protubérance via deux racines :

- . Une sensitive, épaisse.
- . Une motrice, beaucoup plus grêle, qui est située au-dessus et en dedans de la racine sensitive.

b. Trajet intracrânien

Le V chemine dans le crâne en traversant deux régions successives :

- Fosse crânienne postérieure : les deux racines (sensitive et motrice) du V traversent ensemble la citerne ponto-cérébelleuse en s'orientant vers le haut et l'avant, en direction de la fosse crânienne moyenne. Le V y est en rapport avec :
 - . Médialement : le tronc basilaire et le VI.
 - . Latéralement : le paquet acoustico-facial (nerfs VII et VIII).
 - . En haut : la tente du cervelet, l'artère cérébelleuse supérieure et le IV.
 - . En bas : l'artère cérébelleuse moyenne.
- Fosse crânienne moyenne : le V gagne le bord supérieur de la face antérieure du rocher. A ce niveau, il présente le ganglion trigéminal, logé dans le cavum trigéminal :
 - . Le **ganglion trigéminal** (*syn* : ganglion de Gasser) est une formation semi-lunaire constituée des corps cellulaires des neurones de la branches sensitive du V. Il repose sous le lobe temporal. Les trois branches terminales du V naissent de son bord antérieur :
 - Le nerf ophtalmique V₁.
 - Le nerf maxillaire V₂.
 - Le nerf mandibulaire V₃.A noter que la racine motrice du V se positionne juste en dessous du ganglion trigéminal, puis s'unit avec le nerf mandibulaire.
 - . Le cavum trigéminal (*syn* : cavum de Meckel) est un diverticule dure-mérien issu de la fosse

crânienne moyenne. Il engaine le ganglion trigéminal et ses trois branches terminales jusqu'à leurs foramens crâniens respectifs.

3. Nerf ophtalmique (V₁)

a. Définition

Le nerf ophtalmique est un nerf sensitif pour la face, au-dessus du territoire du V₂.

b. Description

- *Origine* : il naît du ganglion trigéminal.
- *Trajet* : le V₁ chemine vers l'avant le long de la paroi latérale du sinus caverneux. Il se divise en trois branches terminales (le nerf lacrymal, le nerf nasal et le nerf frontal) juste avant d'émerger du crâne par la fissure orbitaire supérieure.
- *Branches collatérales* :
 - . Le nerf tentorial (*syn* : nerf récurrent d'Arnold), qui naît juste après l'individualisation du V₁, s'infléchit vers l'arrière puis s'épanouit le long de la tente du cervelet et de la faux du cerveau.
 - . Des rameaux méningés.
- *Branches terminales* :
 - . Nerf lacrymal :
Après avoir franchi la fissure orbitaire supérieure, il chemine entre le bord latéral du muscle droit latéral et la paroi de l'orbite. Il se divise ensuite en deux branches en arrière de la glande lacrymale :
 - Une branche médiale qui traverse et innerve la glande lacrymale puis se termine en se distribuant au tiers latéral de la paupière supérieure, à la conjonctive et à la peau de la région temporale.
 - Une branche latérale qui s'anastomose avec la branche orbitaire du nerf maxillaire et forme une arcade d'où partent les nerfs lacrymaux et temporo-malaire.
 - . Nerf nasal :
Il émerge du crâne dans l'orbite par la fissure orbitaire supérieure, dans l'axe de l'anneau de Zinn. Il chemine tout d'abord latéralement et au-dessus du nerf optique, puis le surcroise et se place entre celui-ci et le muscle droit médial. Il donne des branches collatérales : le nerf sphéno-ethmoïdal qui traverse le conduit ethmoïdal postérieur, la racine longue sensitive du ganglion ciliaire (fibres sensibles cornéennes et irido-dilatatrice) ainsi que le nerf ciliaire long qui vont au globe oculaire.
Il se termine par deux branches :
 - Nerf ethmoïdal antérieur (*syn* : nerf nasal médial) : il naît au niveau du foramen ethmoïdal antérieur, passe entre les muscles droit médial et oblique supérieur puis

chemine entre la masse latérale de l'ethmoïde et l'os frontal. Il traverse la lame criblée de l'ethmoïde et gagne la fosse nasale où il se divise en une branche médiale pour la partie antérieure de la cloison, et une branche latérale pour la muqueuse de la paroi externe des fosses nasales.

- Nerf infratrochléaire (*syn* : nerf nasal latéral) : il poursuit le trajet du tronc principal du nerf nasal en se déportant latéralement au muscle droit médial, puis passe en dessous de la poulie du muscle oblique supérieur et se divise en rameaux cutanés pour la partie interne des paupières supérieure et inférieure, pour la racine du nez, pour la muqueuse conjonctivale, pour l'appareil lacrymal et pour la caroncule.

. Nerf frontal :

Après avoir franchi la fissure orbitaire supérieure, il chemine dans l'orbite au-dessus du muscle releveur de la paupière supérieure puis se divise en deux branches :

- Le nerf supra-orbitaire (*syn* : nerf frontal latéral) : il s'épanouit en rameaux cutanés frontaux et palpébraux.
- Le nerf supratrochléaire (*syn* : nerf frontal médial) : il croise le rebord supérieur de l'orbite à égale distance entre l'échancrure supra orbitaire et la poulie du muscle oblique supérieur, puis s'épanouit en rameaux cutanés frontaux, nasaux et palpébraux.

4. Nerf maxillaire (V₂)

a. Définition

Le nerf maxillaire est un nerf sensitif pour la partie moyenne de la face, entre les territoires du V₁ et du V₃.

b. Description

- *Origine* : il est issu du ganglion trigéminal.
- *Trajet* : il chemine vers l'avant dans la partie inférieure de la paroi latérale du sinus caverneux puis traverse la base du crâne par le foramen rond, débouche au niveau de la région postéro-supérieure de la fosse ptérygo-palatine, juste au-dessus et en dehors du ganglion ptérygo-palatin (*syn* : ganglion sphéno-palatin).
Le V₂ pénètre ensuite dans la région du plancher de l'orbite via la fissure orbitaire inférieure, suit le sillon infra-orbitaire puis plonge dans l'os du plancher de l'orbite. Il se dirige vers l'avant dans un canal situé entre la cavité orbitaire et le sinus maxillaire.
Le nerf maxillaire émerge enfin de la face par le foramen infra-orbitaire, en dessous du rebord de l'orbite, formant le nerf infra orbitaire.
- *Le ganglion ptérygo-palatin* : il se situe dans la fosse ptérygo-palatine, en avant du foramen rond. Il

reçoit des afférences du nerf maxillaire et du nerf facial via le nerf vidien. Ce ganglion porte un contingent nerveux sensitif et neurovégétatif (pour la sécrétion glandulaire). Il donne de nombreuses branches pour l'orbite, le palais dur, le palais mou, les gencives, la muqueuse des cornets nasaux et la muqueuse du nasopharynx rétro-tubaire.

- *Branches collatérales* : au cours de son trajet, le V₂ donne :
 - . Un rameau méningé, naissant avant le foramen rond, pour la dure mère de la fosse crânienne moyenne.
 - . Des rameaux pour le ganglion ptérygo-palatin.
 - . Un rameau orbitaire qui diverge en deux branches :
 - Une branche malaire.
 - Une branche lacrymo-palpébrale qui forme une anastomose avec le nerf lacrymal.
 - . Un rameau zygomatique.
 - . Des rameaux alvéolaires supérieurs, qui se ramifient en formant le plexus dentaire supérieur.
- *Branche terminale* : le V₂ s'achève par le nerf infra-orbitaire qui innerve les téguments de la joue, de la face externe du nez, de la paupière inférieure et de la lèvre supérieure.

5. Nerf mandibulaire (V₃)

a. Définition

Le nerf mandibulaire est un nerf mixte, associant un contingent sensitif pour la face (sous le territoire du V₂), et un contingent moteur pour l'innervation des muscles masticateurs.

b. Description

- *Origine* : le V₃ est formé par l'union de la branche sensitive issue du ganglion trigéminal avec la racine motrice du V.
- *Trajet* : le V₃ se dirige vers le bas en direction du foramen ovale qu'il traverse, pour déboucher dans la région inter-ptérygoïdienne, entre les muscles tenseur du voile du palais et ptérygoïdien latéral. Il présente alors, le long de son tronc, le ganglion otique, puis se divise en deux branches terminales : le nerf lingual et le nerf alvéolaire inférieur.
- *Le ganglion otique* : il s'agit d'un petit ganglion ovoïde plaqué à la face interne du tronc du nerf V₃ extra-crânien, avant sa division en ses deux branches terminales. Il est porteur d'un contingent neurovégétatif et reçoit des afférences :
 - . Du nerf petit pétreux superficiel, issu du VII.
 - . Le nerf petit pétreux profond, issu du IX.
 - . De rameaux du nerf V₃.
 - . De fibres sympathiques issues du plexus de l'artère méningée moyenne.

Il donne des rameaux efférents sécréteurs et vaso-moteurs aux branches du tronc postérieur du nerf mandibulaire.

- Branches collatérales :

- . Un rameau méningé qui innerve la dure-mère de la fosse crânienne moyenne.
- . Des rameaux pour le ganglion otique.
- . Le nerf massétérique.
- . Les nerfs temporaux profonds qui innervent le muscle temporal.
- . Le nerf ptérygoïdien latéral.
- . Le nerf ptérygoïdien médial.
- . Le nerf buccal qui innerve le muscle buccinateur et porte la sensibilité d'une partie de la muqueuse buccale ainsi que de la gencive.
- . Le nerf auriculo-temporal qui porte la sensibilité de la région temporales par ses branches temporales superficielles. Au cours de son trajet, il donne des branches pour le méat acoustique externe, le tympan, la partie antérieure du pavillon de l'oreille, la parotide et le nerf VII.

- Branches terminales :

- . Le nerf lingual :

Orienté obliquement vers le bas et médialement, il chemine entre les muscle ptérygoïdiens médial et latéral, puis entre la face interne de la mandibule et le muscle ptérygoïdien médial. Il reçoit à ce niveau la corde du tympan, issue du VII.

Arrivé dans la région sublinguale, il s'infléchit vers le haut et l'avant, passant au-dessus de la glande submandibulaire. Il contourne le canal submandibulaire (*syn* : canal de Wharton) par une crosse longeant ses faces latérale, inférieure puis médiale.

Il s'anastomose le long de son trajet avec le nerf XII, le nerf alvéolaire inférieur et envoie des rameaux vers les glandes submandibulaire et sublinguale, via le ganglion neurovégétatif submandibulaire et le ganglion sublingual.

Le nerf lingual s'épanouit enfin en de multiples branches pour la muqueuse du plancher buccal et pour la muqueuse linguale se situant en avant du « V lingual ».
- . Le nerf alvéolaire inférieur (*syn* : nerf dentaire inférieur) :

Il naît dans la région inter-ptérygoïdienne, descend verticalement entre les muscles ptérygoïdiens médial et latéral vers le foramen mandibulaire. Avant d'y pénétrer, il laisse une branche collatérale, le nerf mylo-hyoïdien, à destination du muscle mylo-hyoïdien et du ventre antérieur du muscle digastrique.

Le nerf alvéolaire inférieur pénètre ensuite dans la mandibule par le foramen mandibulaire puis chemine dans le canal mandibulaire (*syn* :

canal dentaire). A ce niveau, il donne les rameaux du plexus dentaire inférieur. Il chemine enfin jusqu'au foramen mentonnier où il émerge de l'os en nerf mentonnier, qui innerve la lèvre inférieure et les téguments mentonniers.



ECNi – item 98 : Céphalée aiguë et chronique chez l'adulte et l'enfant

Diagnostiquer une céphalée aiguë et une céphalée chronique. Identifier les situations d'urgence et planifier leur prise en charge. Argumenter l'attitude thérapeutique et planifier le suivi du patient.

La **névralgie trigéminal** (*syn* : névralgie faciale) se manifeste par une douleur fulgurante, à type de décharges électriques d'une intensité atroce, survenant en salves de quelques secondes. Ces douleurs peuvent être déclenchée par la parole, la mastication, le brossage des dents ou le simple contact par effleurement d'une zone gâchette (« trigger-zone ») :

- Le sourcil pour le nerf ophtalmique (échancrure supra-orbitaire).
- Le pli naso-génien pour le nerf maxillaire (foramen infra-orbitaire).
- Le menton pour le nerf mandibulaire (foramen mentonnier).

ECNi – item 164 : Infection à herpès virus du sujet immunocompétent

Diagnostiquer un herpès cutané et muqueux, une varicelle, un zona chez le sujet immunocompétent. Connaître la conduite à tenir devant un herpès cutané et muqueux, une varicelle, un zona et leurs complications les plus fréquentes. Connaître les risques en cas d'infection chez la femme enceinte, le nouveau-né, le sujet atopique.

Le zona ophtalmique est une forme grave de zona (réactivation à l'âge adulte du virus de la varicelle resté latent au niveau des ganglions sensitifs). Il se manifeste par une éruption vésiculeuse très douloureuse, unilatérale, limitée au territoire d'une ou plusieurs branches terminales du nerf ophtalmique. Il peut mettre en jeu le pronostic fonctionnel.

VI. Le nerf abducens

1. Définition

Le nerf abducens (VI) est un nerf moteur qui innerve le muscle droit latéral de l'œil.

2. Description

a. Origine

- Réelle :
Son noyau est situé dans le plancher du 4^{ème} ventricule, au niveau de l'eminencia teres (qui est formée par les fibres du VII).
- Apparente :
Le VI émerge au niveau du sillon bulbo-protubérantiel entre :
 - . Le tronc basilaire médialement.
 - . Le VII, le VII bis et le VIII latéralement.

b. Trajets

- Intra-crânien :
Dans l'étage postérieur, le VI se dirige vers le haut et vers l'avant, dans les espaces arachnoïdiens de la citerne ponto-cérébelleuse, passant au-dessus de l'artère cérébelleuse moyenne. Il plonge ensuite dans le sinus caverneux par la partie inférieure de sa paroi postérieure, puis s'insinue entre les veines du plexus caverneux et longe la portion horizontale de l'artère carotide interne.
- Crânien :
Le VI sort du crâne en empruntant la fissure orbitaire supérieure
- Extra-crânien :
Le VI atteint la partie latérale de l'anneau de Zinn puis chemine le long de la face bulbaire du muscle droit latéral qu'il innerve.



ECNi – item 50 : Strabisme de l'enfant

Argumenter les principales hypothèses diagnostiques et justifier les examens complémentaires pertinents.

ECNi – item 98 : Céphalée aigue et chronique chez l'adulte et l'enfant

Diagnostiquer une céphalée aigue et une céphalée chronique. Identifier les situations d'urgence et planifier leur prise en charge. Argumenter l'attitude thérapeutique et planifier le suivi du patient.

ECNi – item 100 : Diplopie

Argumenter les principales hypothèses diagnostiques et justifier les examens complémentaires pertinents.

Séméiologie de l'oculomotricité :

Les paralysies oculomotrices se manifestent par une diplopie, qui correspond à une vision dédoublée des objets. Cette diplopie est qualifiée de binoculaire puisqu'elle disparaît à la fermeture d'un œil, à la différence de la diplopie monoculaire qui persiste à l'occlusion et signe plutôt une atteinte du globe oculaire (plaie de cornée...).

L'examen d'une ophtalmoplégie repose sur :

- L'interrogatoire, en faisant préciser dans quelle direction du regard le patient voit double, si les deux objets qu'il perçoit sont côte à côte (diplopie horizontale : atteinte du VI) ou l'un au-dessus de l'autre (diplopie verticale ou oblique : atteinte du III ou du IV, typiquement dans le regard vers le bas pour le IV).
- L'inspection : présence ou non d'une déviation oculaire (strabisme).
- Testing moteur : recherche d'une limitation de sa course lors de la commande volontaire ou de la poursuite automatique du doigt de l'examineur.
- Paraclinique : réalisation du test de Lancaster.

Séméiologie du nerf oculomoteur :

L'atteinte du noyau ou du tronc du III se manifeste par :

- Un strabisme externe, c'est-à-dire une déviation du globe oculaire en abduction (par perte du tonus musculaire du droit interne).
- Une limitation, voire l'impossibilité, à réaliser des mouvements oculaires en adduction (muscle droit interne), vers le haut (muscle droit supérieur) et vers le bas (muscle droit inférieur).
- Un ptosis, c'est-à-dire une chute de la paupière supérieure (par perte du tonus de son muscle élévateur).
- Une mydriase, c'est-à-dire une dilatation de la pupille. Comme le III, qui véhicule l'information parasympathique responsable d'un myosis (rétrécissement pupillaire), est atteint, le contingent sympathique adjacent devient majoritaire dans l'innervation de la musculature pupillaire, d'où une dilatation de la pupille.

L'atteinte du III peut être

- Complète : tous les signes sus-cités sont présents.
- Incomplète : c'est-à-dire dissociée, seulement extrinsèque ou seulement intrinsèque.

Le III peut être touché lors d'un anévrisme de l'artère communicante postérieure, qui va venir le comprimer. Le patient, typiquement un homme jeune sans facteurs de risques cardiovasculaires, présentera une paralysie complète du III associée à des céphalées homolatérales.

Le III est également atteint au cours du syndrome de Tolosa-Hunt. Il s'agit d'un syndrome d'ophtalmoplégie douloureuse, atteignant tous les groupes d'âge, et caractérisé par des crises aiguës (quelques jours à quelques semaines) de douleurs périorbitaires, une paralysie du nerf oculomoteur homolatéral, un ptosis, des mouvements désordonnés des yeux, une vision floue. Le syndrome de Tolosa Hunt est secondaire à un processus inflammatoire non spécifique du sinus caverneux ou de la fissure orbitaire supérieure. D'évolution imprévisible, son traitement consiste en une corticothérapie.

Séméiologie du nerf trochléaire :

L'atteinte du noyau ou du tronc du IV, beaucoup plus rare, se manifeste par :

- Une limitation des mouvements oculaires vers le bas lorsque l'œil est en adduction.
- Une inclinaison compensatoire de la tête vers l'épaule du côté sain, parfois douloureuse.

Séméiologie du nerf abducens :

L'atteinte du noyau ou du tronc du VI se manifeste par :

- Un strabisme interne, c'est-à-dire une déviation de l'œil en adduction.
- Une limitation, voire l'impossibilité, à réaliser des mouvements oculaires en abduction.

L'atteinte du VI peut se voir typiquement au cours de sclérose en plaque, ou alors lors des syndromes d'hypertension intracrânienne. Dans ce cas, la paralysie du VI est bilatérale et n'a aucune valeur localisatrice.

Le syndrome un et demi de Fischer correspond à l'association d'une ophtalmoplégie internucléaire à une paralysie du VI homolatéral.

VII. Le nerf facial

1. Définition

Le nerf facial (VII) est un nerf mixte. Il comprend une volumineuse branche motrice qui assure l'innervation des muscles de la face, et une branche plus grêle, le VII bis (*syn* : nerf intermédiaire de Wrisberg), qui assure l'innervation sensitive de la conque du méat acoustique externe et de la conque de l'oreille (zone de Ramsay-Hunt), la sensibilité gustative des $\frac{2}{3}$ antérieurs de l'hémilangue et le contrôle de la sécrétion des glandes lacrymales, nasales, salivaires submandibulaire et sublinguale.

2. Description

a. Origine

- Réelle :
 - . Noyau moteur : il est situé profondément dans la partie basse de la protubérance, au-dessus du noyau ambigu (IX, X) et en dessous du noyau masticateur (V). Ses fibres se dirigent vers le plancher du 4^{ème} ventricule pour contourner de dedans en dehors le noyau du VI, formant ainsi une saillie, le colliculus facial (*syn* : Eminentia Teres). Elles traversent ensuite vers l'avant toute l'épaisseur de la protubérance.

A noter que les fibres afférentes au noyau moteur du VII proviennent du tractus cortico-géniculé controlatéral, mais également en partie d'un tractus qui provient du noyau moteur du VII controlatéral qui va croiser la ligne médiane. Ces fibres sont destinées à la partie supérieure du noyau moteur du VII, qui innerve la partie supérieure de la face.
 - . Noyau sensitivo-sensoriel : le corps cellulaire des neurones sensitifs est situé dans le ganglion géniculé.
 - Pour la sensibilité cutanée de la zone de Ramsay-Hunt, du méat acoustique externe, de l'auricule et de la face externe du tympan, les neurofibres sensitives font également relais dans le noyau spinal du V (*syn* : noyau gélatineux).
 - Pour la sensibilité gustative des $\frac{2}{3}$ antérieurs de l'hémilangue, les neurofibres remontent la corde du tympan puis gagnent la partie supérieure du noyau du faisceau solitaire (*syn* : noyau gustatif de Nageotte) dans le tronc cérébral.
 - . Noyaux parasymphatiques : l'action neuro-végétative du VII prend son origine dans la partie antérieure du noyau salivaire supérieur (*syn* : noyau muco-lacrymo-nasal), qui se trouve en dessous et en dehors du noyau moteur. Il est commandé par des afférences venant du noyau

solitaire et de l'hypothalamus. Les fibres issues de ce noyau suivent le VII bis jusqu'au ganglion géniculé. A ce niveau, deux contingents se distinguent :

- Un contingent emprunte les nerfs pétreux superficiel puis vidien jusqu'au ganglion sphéno-palatine, pour assurer la sécrétion des glandes lacrymales et des glandes de la muqueuse nasale et palatine.
 - Un autre contingent de fibres poursuit le trajet du canal facial, emprunte la corde du tympan jusqu'au nerf lingual et assure la sécrétion des glandes salivaires sublinguales et submandibulaires.
- Apparente :
- VII et VII bis émergent individualisés l'un de l'autre au niveau du sillon bulbo-protubérantiel. Le VII est situé médialement au VIII, et le VII bis entre le VII et le VIII.

b. Trajet

- Intracrânien :

VII et le VII bis cheminent en avant et latéralement au sein de la citerne ponto-cérébelleuse. Ils sont situés dans la gouttière formée par le nerf VIII, accompagnés de l'artère et de la veine auditives internes.

VIII, VII et VII bis se réunissent au niveau du méat acoustique interne pour former le pédicule acoustico-facial du tronc cérébral.
- Crânien :

Les éléments du pédicule acoustico-facial s'introduisent dans le rocher par le méat acoustique interne, puis se désunissent. Les nerfs VII et VII bis pénètrent le canal du nerf facial (*syn* : aqueduc de Fallope). Creusé dans la partie pétreuse de l'os temporal, en forme de baïonnette, le canal facial comporte 3 portions séparées par deux virages :

 - . Portion labyrinthique :

Elle se dirige en avant et latéralement sur 4 mm, et est horizontale et perpendiculaire à l'axe du rocher. Elle est en rapport avec le vestibule en arrière et la cochlée en avant. Elle s'élargit ensuite pour former une première angulation, le genou du nerf facial. Dans cette angulation repose le ganglion géniculé (qui comprend les corps cellulaires des neurones sensitifs du VII bis), qui émet les nerfs pétreux superficiels.
 - . Portion tympanique :

Elle se dirige en arrière et latéralement sur 10 mm, chemine entre la fenêtre ovale en dessous et le canal semi-circulaire latéral au-dessus, imprimant ainsi une saillie sur la paroi médiale de la caisse du tympan. A noter qu'à ce niveau le canal osseux est très mince sur sa paroi latérale, voire déhiscent. Le nerf facial est donc

souvent à nu sous la muqueuse de la caisse. La portion tympanique s'achève en atteignant une seconde angulation, le coude du nerf facial.

- Portion mastoïdienne :
Elle se dirige quasi verticalement sur 15 mm dans un massif osseux très dense (*syn* : mur du VII, massif de Gellé).

Le nerf facial émerge enfin du crâne via le foramen stylo-mastoïdien.

- Extracrânien :

Le VII contourne initialement le versant latéral du processus styloïde puis, en suivant un court trajet oblique vers le bas, l'avant et le dehors, plonge dans la loge parotidienne en traversant le rideau stylien, médialement au muscle digastrique.

Dans la parotide, le VII se dirige vers l'avant et latéralement, croisant la face latérale de la veine jugulaire externe. Il s'y divise en 2 branches :

- Une branche supérieure temporo-faciale, horizontale, donnant des rameaux temporaux, frontaux, palpébraux, sous-orbitaires, buccaux supérieurs et zygomatiques.
- Une branche inférieure cervico-faciale qui descend presque verticalement vers l'angle mandibulaire et donne des rameaux buccaux inférieurs, mentonniers, et une branche cervicale (pour le platysma).

A noter que toutes ces branches s'anastomosent pour former un plexus nerveux intraparotidien qui scinde artificiellement la parotide en un lobe profond et un lobe superficiel.

Au sein de la parotide se font également de nombreuses anastomoses avec le V et le plexus cervical sympathique.

c. Collatérales

Le nerf facial donne tout au long de son trajet un grand nombre de branches collatérales :

- Au niveau du conduit auditif interne, il existe une anastomose entre le VII et le VIII.
- Au niveau du ganglion géniculé, le VII bis émet les nerfs pétreux superficiels :
 - Le nerf grand pétreux superficiel chemine dans le canal du nerf grand pétreux, passe au-dessus de la cochlée et apparaît au-dessus du rocher via le hiatus de Fallope, juste sous le ganglion trigéminal. Il reçoit le nerf grand pétreux profond issu du IX, devient alors nerf vidien, sort du crâne par le foramen déchiré et traverse la base du processus ptérygoïde pour gagner le ganglion ptérygo-palatin (*syn* : sphéno-palatin).

- Le nerf petit pétreux superficiel, plus fin, émerge à la face antérieure du rocher par un hiatus accessoire, s'anastomose avec le petit pétreux profond issu du IX et gagne le ganglion otique.

- Au niveau de la portion mastoïdienne (de haut en bas) :

- Le nerf stapédien, qui innerve le muscle stapédien (*syn* : muscle de l'étrier) et permet par sa contraction la protection de l'oreille interne lors de stimulations auditives trop importantes via le blocage relatif de la chaîne ossiculaire.

- La corde du tympan, qui naît juste au-dessus du foramen stylo-mastoïdien, suit un trajet ascendant et traverse la cavité tympanique en décrivant une courbe à concavité inférieure. Elle se déporte ensuite contre la face interne de l'épine du sphénoïde puis se confond avec le nerf lingual. La corde du tympan véhicule les informations nerveuses relative à la perception du goût et de la sécrétion des glandes sous maxillaires et sublinguales.

- Au niveau de la région rétro parotidienne :

- Le rameau auriculaire postérieur, qui naît sous le foramen stylo mastoïdien et se déporte en arrière et en haut. Il assure l'innervation de la conque de l'oreille externe (*syn* : zone de Ramsay-Hunt), le tégument du méat acoustique externe, l'auricule et la face externe du tympan.
- Un rameau pour le muscle stylo-hyoïdien et le ventre postérieur du digastrique.
- Un rameau pour les muscles stylo-glosse et palato-glosse.
- Des rameaux communicants avec le IX et le X.



Séméiologie :

- En cas d'atteinte périphérique du VII : la paralysie concerne la totalité de l'hémiface (territoires supérieur et inférieur). Les symptômes peuvent se voir spontanément ou en demandant au patient de sourire : effacement des rides du front et du sillon naso-génien du côté paralysé, déviation de la bouche du côté sain, chute de la commissure labiale du côté paralysé, occlusion palpébrale incomplète et signe de Charles Bell, abolition du réflexe cornéen et du clignement à la menace, et signe des cils de Souques dans les formes frustes.

- En cas d'atteinte centrale du VII : on observe une paralysie faciale prédominant sur le territoire inférieur (puisque le territoire supérieur reçoit aussi des fibres d'origine contrôlatérale) souvent associée à une dissociation automatico-volontaire (le déficit est plus marqué sur les mouvements volontaires) et des signes neurologiques centraux.

VIII. Le nerf cochléo-vestibulaire

1. Définition

Le nerf cochléo-vestibulaire (VIII) est un nerf sensoriel formé de 2 contingents :

- Le nerf cochléaire, qui véhicule les informations auditives
- Le nerf vestibulaire, qui véhicule les informations.

2. Description

a. Origine

- Réelle :
 - . Le contingent cochléaire du VIII se projette sur les deux noyaux cochléaires (antérieur et postérieur).
 - . Le contingent vestibulaire du VIII se projette sur les quatre noyaux vestibulaires (médial, latéral, supérieur et inférieur).
- Apparente : le VIII émerge du tronc cérébral au niveau de l'extrémité latérale du sillon bulbo-protubérantiel, latéralement au VII.

b. Trajet

- Intracrânien :
Le VIII chemine dans la citerne ponto-cérébelleuse, obliquement vers l'avant et en dehors. Il est lors de son trajet accompagné par le VII, le VII bis et l'artère auditive interne. Le VIII forme une gouttière à concavité supérieure dans laquelle se logent VII et VII bis.
- Crânien :
Le VIII gagne le méat acoustique interne. Il s'individualise enfin en un nerf vestibulaire et un nerf cochléaire peu après son entrée dans le rocher.

c. Terminaison

- Nerf vestibulaire :
Il présente au fond du méat acoustique interne un ganglion, le ganglion vestibulaire (*syn* : de Scarpa). Le VIII vestibulaire se divise ensuite en nerf vestibulaire supérieur, qui donnera les nerfs sacculaire supérieur et utriculo-ampullaire, et en nerf vestibulaire inférieur, qui donnera les nerfs sacculaire et ampullaire postérieur.
- Nerf cochléaire :
Il se divise en plusieurs ensembles de fibres qui pénètrent dans le modiulus de la cochlée en s'enroulant sur elles-mêmes. Ces fibres aboutissent ensuite aux ganglions spiraux de la cochlée, répartis de façon étagée le long du modiulus. De ces ganglions sont ensuite émis des fibres sensorielles à destination de l'organe de Corti.

3. Voies cochléaires

a. Généralités

- Le 1^{er} neurone de la voie cochléaire est le nerf VIII ; il se situe entre le récepteur des stimuli auditif, l'organe de Corti, et les noyaux cochléaires du tronc.
- Le 2^{ème} neurone est tendu entre les noyaux du tronc et le thalamus, et forme le segment ponto-thalamique.
- Le 3^{ème} neurone est tendu entre le thalamus et le cortex auditif, formant le segment thalamo-cortical (*syn* : radiations acoustiques).

b. Organe de Corti

Cf. « organes des sens », chapitre sur l'oreille interne.

c. Noyaux cochléaires

Ils sont au nombre de deux : le noyau cochléaire ventral et le noyau cochléaire dorsal. Ils se situent en regard du pédoncule cérébelleux inférieur, à l'étage bulbo-protubérantiel.

d. Tractus ponto-thalamiques

Ils sont formés par les axones des deuxièmes neurones de la voie auditive. Des noyaux du tronc partent deux voies :

- Une voie contralatérale : les fibres auditives décussent puis empruntent le lemniscus latéral (*syn* : ruban de Reil latéral), empruntent le colliculus inférieur puis atteignent le corps genouillé médial du thalamus.
- Une voie homolatérale : les fibres auditives empruntent directement le lemniscus latéral ipsilatéral.

e. Tractus thalamo-corticaux

Ils sont formés des axones des 3^{ème} neurones et cheminent vers le cortex auditif en empruntant la capsule interne.

f. Cortex auditif

- Aire auditive principale :
Il s'agit de l'aire 41 selon Brodmann. Située juste sous la scissure de Sylvius, au niveau de la 1^{ère} circonvolution temporale, elle intervient dans le décodage de l'information auditive brute.
- Aire auditive accessoire :
Il s'agit de l'aire 42 selon Brodmann, périphérique à l'aire 41. L'aire 42 appartient au cortex associatif.

4. Voies vestibulaires

a. Généralités

Hormis le premier neurone formant le nerf VIII, qui est tendu entre les récepteurs vestibulaires (macule et crêtes ampullaires) et les noyaux vestibulaires du tronc, les voies vestibulaires n'ont pas d'individualité propre. Elles sont essentiellement sous-corticales et sont interconnectées avec un grand nombre de structures (voies visuelles,

cortex, cervelet, réticolée, moelle épinière...) qui toutes ensemble participent au maintien de l'équilibre.

b. Récepteurs vestibulaire

Cf. « organes des sens », chapitre sur l'oreille interne.

c. Noyaux vestibulaires

Ils sont au nombre de quatre : les noyaux vestibulaires médial, latéral, supérieur et inférieur. Ils sont situés au niveau du plancher du V4, dans la région bulbo protubérantielle.

d. Voies efférentes

Les noyaux vestibulaires se projettent sur :

- Les noyaux vestibulaires controlatéraux.
- La corne antérieure de la moelle, via le tractus vestibulo-spinal. Celui-ci participe au contrôle du tonus des muscles du cou, du tronc et des membres.

- Le cervelet, via le tractus vestibulo-cérébelleux et le noyau fastigial. Il coordonne les oscillations lors du mouvement.
- Les noyaux oculomoteurs, via le faisceau longitudinal médian, qui connecte les noyaux du III, du IV et du VI, assurant ainsi la coordination des mouvements de la tête et des yeux.
- Le nerf vague (X), ce qui explique les manifestations réflexes au cours des pathologies vestibulaires (nausées, vomissements, pâleur...).



Séméiologie :

Une atteinte du VIII peut se traduire par des troubles de l'audition (surdité ou hypoacousie de perception) ou un syndrome vestibulaire périphérique : forts vertiges rotatoires, nystagmus (oscillation involontaire et saccad e du globe oculaire) horizonto-rotatoire dont la secousse lente est dirig e vers le côté atteint, déviation des index du côté atteint, ataxie, signe de Romberg, ...

IX. Le nerf glosso-pharyngien

1. Définition

Le nerf glosso-pharyngien est un nerf mixte. Il assure les fonctions :

- Motrice pour les muscles pharyngés : c'est donc un acteur majeur de la déglutition.
- Sensitive pour la muqueuse naso-pharyngée, la caisse du tympan et l'oropharynx.
- Sensorielle pour la perception du goût au niveau du $\frac{1}{3}$ postérieur de l'hémilangue.
- Végétative pour le contrôle de la sécrétion salivaire parotidienne et la régulation de la tension artérielle.

2. Description

a. Origine

- Réelle :
 - . Noyau moteur :
Il est situé à la partie supérieure du noyau ambigu.
 - . Noyaux sensitifs et sensoriels :
 - Les fibres vectrices de l'information sensitive se terminent dans la partie moyenne du noyau du faisceau solitaire,
 - Les fibres vectrices de la gustation font relais dans la partie supérieure du faisceau solitaire (*syn* : noyau gustatif de Nageotte).
 - . Noyaux parasymphatiques :
 - Le noyau salivaire inférieur, sous commande hypothalamique, émet des fibres qui empruntent le nerf de Jacobson, le nerf petit pétreux superficiel et s'abouchent dans le ganglion otique. De ce ganglion sont émis des fibres à destination de la glande parotidienne.
 - Le noyau dorsal sensitif du X reçoit les fibres provenant du sinus carotidien
- Apparente : le IX émerge du tronc cérébral au niveau du sillon collatéral postérieur du bulbe, juste au-dessus de l'origine du X. Il apparaît sous forme de radicules qui s'unissent en deux troncs superposés : un tronc supérieur sensitif et un tronc inférieur moteur.

b. Trajet

- Intracrânien :
Le IX chemine orienté à l'horizontale, en avant et latéralement dans la citerne ponto-cérébelleuse. Il croise l'artère cérébelleuse antéro-inférieure et est en rapport :
 - . En haut avec le paquet acoustico-facial (VII, VII bis et VIII).
 - . En bas avec les nerfs X, XI et XII.

- Crânien :

Le nerf glosso-pharyngien quitte le crâne via le foramen jugulaire (*syn* : trou déchiré postérieur) dont il occupe l'extrémité antérieure en compagnie du sinus pétreux inférieur. Il est séparé du compartiment moyen qui livre passage au X et au XI par une bandelette fibreuse : le ligament jugulaire.

A noter qu'à ce niveau :

- . Les troncs supérieur et inférieur du IX fusionnent.
- . Le IX présente deux ganglion : le ganglion supérieur (*syn* : d'Ehrenritter), inconstant et situé juste avant l'entrée dans le foramen jugulaire, et le ganglion inférieur (*syn* : d'Andersch), qui lui se trouve juste après la sortie du crâne.
- . Le nerf IX, jusque-là orienté horizontalement, se verticalise dès son émergence.

- Extracrânien :

Le nerf glosso-pharyngien chemine dans plusieurs espaces successifs :

- . Dans l'espace rétro-stylien, le IX chemine à la partie supéro-médiale de la région, descendant le long du muscle constricteur supérieur du pharynx dont il est séparé par l'artère carotide interne. Il est en rapport avec :
 - En arrière, le X, le XI et le XII.
 - En arrière et latéralement, la veine jugulaire interne.
 - Médialement, l'artère carotide interne.
 - En avant et latéralement, l'artère carotide externe, la glande parotide et le nerf VII.

Le IX quitte cette région en traversant le rideau stylien entre les muscles stylo-pharyngien médialement et stylo-glosse latéralement. Il longe ce dernier sur sa face médiale.

- . Dans l'espace para-amygdalien (*syn* : espace para tonsillaire), le nerf glosso pharyngien est appliqué sur l'aponévrose péri-pharyngée. Il croise l'aire amygdalienne et donne à ce niveau des rameaux musculaires et tonsillaires. Il quitte cette région avec le chef supérieur du muscle stylo-glosse et le faisceau lingual du muscle constricteur supérieur du pharynx. Il passe entre les muscles constricteurs supérieur et moyen du pharynx puis arrive au niveau de la muqueuse du tiers postérieur de l'hémilangue, au sein de laquelle il s'épanouit.

c. Branches collatérales

Elles naissent toutes de la portion extra-crânienne du nerf. Il s'agit de :

- Le nerf tympanique (*syn* : nerf de Jacobson) :
Il naît du ganglion inférieur (*syn* : d'Andersch) juste à son émergence du crâne. Il retourne ensuite dans le crâne, cheminant entre la fosse jugulaire et l'orifice du canal carotidien, puis s'abouche au

niveau du plancher de la caisse du tympan, sous la muqueuse du promontoire, où il s'épanouit en six branches formant le plexus tympanique :

- . Une branche postérieure sensitive pour la muqueuse de la fenêtré de la cochlée (*syn* : fenêtré ronde).
 - . Une branche postérieure sensitive pour la muqueuse de la fenêtré du vestibule (*syn* : fenêtré ovale).
 - . Une branche antérieure tubaire, sensitive, pour la muqueuse de la trompe d'Eustache.
 - . Une branche antérieure carotico-tympanique, qui perfore la paroi antérieure de la caisse du tympan et s'anastomose avec le plexus sympathique péri-carotidien.
 - . Le nerf petit pétreux profond (cf. nerf VII).
 - . Le nerf grand pétreux profond (cf. nerf VII).
- Le nerf du sinus carotidien (*syn* : nerf de Hering) :
Il se dirige vers le glomus carotidien, régulateur de la tension artérielle, au niveau de la division carotidienne. Il s'anastomose avec des radicules issues du X et du sympathique.

- Les nerfs pharyngiens :

Ils innervent le muscle constricteur supérieur du pharynx et la muqueuse pharyngienne, et présentent une anastomose avec le X et le sympathique.

- Un rameau pour le muscle stylo-pharyngien.
- Des rameaux tonsillaires pour la face latérale des amygdales.
- Un rameau pour le muscle stylo-glosse.



Séméiologie :

Une lésion du IX peut entraîner : une hypoguesie relative (et non une aguesie, la différenciation salé/sucré étant assurée par le V), des fausses routes (liées à la disparition de la sensation de passage des aliments dans le pharynx), une diminution des sécrétions, ...

X. Le nerf vague

1. Définition

Le nerf vague est un nerf mixte ayant un territoire de distribution s'étendant de la tête au pelvis.

Il assure des fonctions :

- Motrices, en commandant la mobilité des cordes vocales et en participant à la déglutition.
- Sensitives, au niveau de la muqueuse pharyngolaryngée, du méat acoustique externe et de la région rétro auriculaire.
- Neurovégétatives parasympathiques. Le X assure en effet le ralentissement de la fréquence cardiaque, la bronchoconstriction, le péristaltisme gastrique, grêlique et colique droit et les sécrétions glandulaires digestives (pancréas, estomac).

2. Description

a. Origine

- Réelle :
 - . Noyau moteur :
Il correspond à la partie moyenne du noyau ambigu.
 - . Noyau sensitif :
Les corps cellulaire des neurones sensitifs sont situés dans le ganglion supérieur (*syn* : ganglion jugulaire) et le ganglion inférieur (*syn* : ganglion plexiforme). Les axones font ensuite relais au niveau de la portion inférieure du noyau du faisceau solitaire, et dans une moindre mesure au niveau du noyau spinal du V.
 - . Noyau neurovégétatif :
Il correspond au noyau cardio-pneumo-entérique (*syn* : noyau dorsal du vague), situé en arrière du noyau du faisceau solitaire.
- Apparente : le X émerge par une dizaine de racines du sillon collatéral postérieur du bulbe, juste en dessous de l'émergence du IX. Ces racines se réunissent pour former le X intracrânien.

b. Trajet

- Intracrânien :
Le X traverse la partie inférieure de la citerne ponto-cérébelleuse. Il est en rapport avec :
 - . Le paquet acoustico-facial au-dessus.
 - . Le XII, l'artère vertébrale et l'artère cérébelleuse inférieure en dessous.
 - . L'amygdale cérébelleuse en arrière.
- Crânien :
Le X quitte le crâne via le foramen jugulaire (*syn* : trou déchiré postérieur). Il passe en avant du compartiment postérieur où le sinus latéral devient veine jugulaire interne, et en arrière du compartiment antérieur qui livre passage au IX.

A ce niveau, le X présente son ganglion supérieur (*syn* : ganglion jugulaire). A noter que, dès son émergence du crâne, le X présente son ganglion inférieur (*syn* : ganglion plexiforme).

- Extracrânien :

- . Région rétro-stylienne (*syn* : espace sous-parotidien postérieur) :
Le X descend verticalement en se plaçant juste derrière l'artère carotide interne et la veine jugulaire interne. Il est en rapport avec :
 - En arrière : le XII et le ganglion cervical supérieur sympathique.
 - En avant : le XI.

- . Région carotidienne (*syn* : trigone carotidien) :
Le X descend en arrière des gros vaisseaux au niveau de l'angle dièdre postérieur formé par la veine jugulaire interne latéralement et les artères carotide interne puis carotide commune médialement.

- **Thorax :**

Les deux nerfs X vont gagner les parois de l'œsophage par des trajets différents. Lors de leur entrée dans le thorax, ils prennent le nom de nerfs pneumogastriques.

- *Le pneumogastrique droit* : il passe derrière la veine brachio-céphalique droite, en avant de l'artère subclavière, puis croise la face latérale du tronc artériel brachio céphalique, longe la face latérale droite de la trachée, passe en arrière de la bronche droite et gagne la face postérieure de l'œsophage.

- *Le pneumogastrique gauche* : il descend jusqu'à la crosse de l'aorte le long de la face latérale de la carotide primitive gauche, passe au niveau de la face antéro-latérale de la portion horizontale de la crosse aortique, descend en arrière de la bronche gauche et gagne la face antérieure de l'œsophage.

Juste après avoir croisé les bronches, les nerfs X ne forment plus qu'un plexus unique péri-œsophagien. Ils se reconstitueront ensuite pour traverser l'orifice œsophagien du diaphragme.

- **Abdomen :**

- *Le X droit* : il descend le long de la face postérieure de l'œsophage abdominal et donne des branches terminales gastriques postérieures et des rameaux pour le plexus coeliaque. Ce dernier envoie des neurofibres autonomes parasympathiques vers le foie, les voies biliaires, la rate, le grêle, le côlon ascendant, les deux tiers droits du côlon transverse et les reins. (Cf. section sur l'Abdomen, chapitre innervation).

- *Le X gauche* : il est appliqué à la face antérieure de l'œsophage abdominal puis

descend le long du bord droit du cardia. Il donne des branches terminales hépatiques et gastriques antérieures (*syn* : nerf de Latarjet).

c. Branches collatérales

Au cours de son long trajet, le nerf X abandonne plusieurs branches :

- Un rameau méningé, qui naît en intracrânien depuis le ganglion supérieur (*syn* : ganglion jugulaire). Il innerve la dure-mère de la fosse crânienne postérieure.
- Un rameau auriculaire cutané pour la face postérieure du pavillon de l'oreille et la paroi postéro-inférieure du conduit auditif externe.
- **Des rameaux respiratoires :**
 - . *Le nerf laryngé supérieur :*
Leur trajet est identique à droite et à gauche. Chacun naît du ganglion inférieur du X dans l'espace rétro-stylien, traverse la région bi-carotidienne, longe la paroi latérale du pharynx puis gagne la partie supérieure du larynx pour donner deux branches terminales :
 - Une branche interne, sensitive, qui innerve les muqueuses du larynx, du dos de la langue, de l'épiglotte et des cordes vocales.
 - Une branche externe, mixte, qui est motrice pour le muscle crico-thyroïdien, le muscle constricteur inférieur du pharynx et sensitive pour la muqueuse du larynx.
 - . *Le nerf laryngé inférieur (syn : nerf récurrent) :*
 - Nerf laryngé inférieur droit : purement cervical, il naît en regard de l'origine de l'artère subclavière droite qu'il contourne par le bas d'avant en arrière, pour ensuite remonter dans le cou. Son anse est en rapport étroit avec le dôme pleural droit. Il se déporte obliquement médialement en direction de la loge thyroïdienne qu'il pénètre, passe sous le bord inférieur du muscle constricteur inférieur du pharynx et se termine en nerf laryngé inférieur droit. Celui-ci donne des rameaux moteurs pour tous les muscles laryngés à l'exception du muscle crico-thyroïdien, et s'anastomose avec le nerf laryngé supérieur via l'anse de Galien.
 - Nerf laryngé inférieur gauche : il est thoraco-cervical. Il naît du nerf pneumogastrique gauche juste en dessous de son croisement avec la portion horizontale de la crosse aortique. Le récurrent gauche contourne d'avant en arrière la face inférieure de la crosse de l'aorte, puis monte dans le cou.

Il chemine dans l'angle oeso-trachéal, pénètre dans la loge thyroïdienne et se termine dans le cou de la même façon que le récurrent droit.

- . Les nerfs trachéaux, qui agissent au niveau de la sécrétion bronchique et de la broncho-constriction.
- . Les nerfs pulmonaires.
- **Des rameaux cardiaques** qui cheminent vers le plexus cardiaque et modulent la fréquence cardiaque en la ralentissant (action chronotrope négative). On distingue :
 - . Le nerf cardiaque supérieur, issu de la portion cervicale du X.
 - . Le nerf cardiaque moyen, issu de l'anse du nerf récurrent.
 - . Le nerf cardiaque inférieur, issu de la portion thoracique du X.
- **Des rameaux digestifs :**
 - . Les nerfs pharyngiens naissent au-dessus du ganglion inférieur du X, descendent le long des artères carotides interne et externe et forment, en s'unissant avec des rameaux du IX et du tronc sympathique cervical, le plexus pharyngien. Celui-ci innerve les muscles du pharynx et tenseur du voile du palais, et intervient dans le contrôle musculaire du temps pharyngien de la déglutition.
 - . Les nerfs œsophagiens.
 - . Des nerfs pour les viscères abdominaux : ils interviennent dans la régulation du péristaltisme gastrique, grêlique et colique, les sécrétions de l'estomac, du tube digestif et du pancréas.



Séméiologie :

Une atteinte unilatérale du X peut donner une dysphonie, une dysphagie, une diminution de la sensibilité pharyngo-laryngée, ... On peut parfois observer une atteinte du X dans des pathologies plus générales comme le syndrome de Collet-Sicard (syndrome de la fosse postérieure, atteinte des nerfs IX à XII) ou le syndrome de Villaret (syndrome de l'espace sous-parotidien postérieur, atteinte des nerfs IX à XII associée à une atteinte du sympathique cervical). Ces tableaux cliniques peuvent être causés par une tumeur de la base du crâne, un neurinome du foramen jugulaire, une dissection carotidienne, un traumatisme cervical, ...

On réalise parfois une « manœuvre vagale », c'est-à-dire une stimulation du contingent parasympathique du X, par exemple pour diminuer la fréquence cardiaque dans certains cas de tachycardie (maladie de Bouveret).

XI. Le nerf accessoire

1. Définition

Le nerf accessoire (XI ; *syn* : spinal) est un nerf moteur formé par l'union de deux racines :

- Une racine accessoire bulbaire qui assure en partie la motricité pharyngolaryngée.
- Une racine accessoire médullaire qui innerve le muscle sterno-cléido-mastoïdien et le muscle trapèze, assurant ainsi la rotation de la tête autour de son axe vertical.

2. Description

a. Origine

- Réelle :
 - . Le XI bulbaire se forme dans la partie inférieure du noyau ambigu.
 - . Le XI médullaire : son noyau situé dans la partie antéro-latérale de la corne ventrale s'étend du 1^{er} au 6^{ème} segment médullaire cervical.
- Apparente :
 - . Le XI médullaire émerge du cordon latéral de la moelle par cinq à six branches.
 - . Le XI bulbaire émerge du sillon collatéral postérieur du bulbe, sous l'émergence du X.

b. Trajet

- Intracrânien / intrarachidien :
 - . Racine bulbaire : grêle, elle se dirige latéralement vers le foramen jugulaire.
 - . Racine médullaire : elle suit un trajet ascendant, cheminant dans le canal vertébral entre la racine postérieure des nerfs spinaux en arrière et les ligaments dentelés en avant. Elle pénètre dans le crâne via le foramen magnum puis se déporte latéralement vers le foramen jugulaire.

- Crânien :

Les deux racines s'unissent pour former le tronc du nerf accessoire juste avant de sortir du crâne par le foramen jugulaire.

- Extracrânien :

A la sortie du crâne, le XI se divise en deux branches :

- . Une branche médiale, courte et fine, qui rejoint le ganglion plexiforme appartenant au nerf X. Cette branche est formée des fibres nerveuses du XI bulbaire.
- . Une branche latérale, plus volumineuse, constitué par les fibres provenant du XI médullaire. Cette branche latérale chemine ensuite dans l'espace rétro-stylien, s'orientant en bas et latéralement.

Le XI y est en rapport avec :

- Médialement : l'artère carotide interne et le tronc du nerf pneumogastrique.
- En avant : le tronc du IX.
- En arrière : le tronc du XII et du sympathique.

Le XI chemine ensuite à la face profonde du muscle sterno-cléido-mastoïdien, puis le traverse à hauteur de l'angle de la mandibule. Il descend le long des muscles splénius du cou et élévateurs de la scapula, longe le trapèze et enfin s'achève au sein du creux sus-claviculaire.

c. Branches

Le XI reçoit deux anastomoses du plexus cervical :

- L'une provenant du 2^{ème} nerf cervical (via l'anse de Maubrac) pour le muscle sterno-cléido-mastoïdien.
- L'autre venant des 3^{ème} et 4^{ème} nerfs cervicaux, pour le muscle trapèze.

Les branches terminales du XI innervent le muscle sterno-cléido-mastoïdien et le muscle trapèze.



Séméiologie :

L'une des seules conséquences visibles d'une paralysie du XI est l'atteinte du muscle trapèze : on aura un défaut d'élévation de l'épaule du côté pathologique et une bascule de l'épaule vers l'avant. L'atteinte du SCM, elle, rendra impossible la rotation controlatérale de la tête.

XII. Le nerf hypoglosse

1. Définition

Le nerf hypoglosse est un nerf purement moteur. Il innerve tous les muscles de la langue à l'exception du palato-glosse, et assure donc la mobilité de la langue.

2. Description

a. Origine

- Réelle :
Le noyau du XII, très allongé de haut en bas, est situé dans la partie interne de l'aile blanche interne. Il forme une saillie visible dans le plancher du V4 appelée trigone de l'hypoglosse. Latéralement à ce trigone se trouvent, de haut en bas, les noyaux du IX, du X, et du XI. L'ensemble forme le noyau ambigu.
- Apparente :
Une dizaine de filets nerveux émergent du sillon collatéral antérieur et se réunissent en un seul tronc.

b. Trajet

- Intracrânien :
Au sein de l'étage postérieur du crâne, le XII chemine dans l'espace subarachnoïdien. Il est situé en dessous du paquet acoustico-facial et au-dessus de l'artère vertébrale.
- Crânien :
Le XII s'échappe du crâne par le canal condylien antérieur (*syn* : canal du nerf hypoglosse). Il y est accompagné par un rameau méningé récurrent, une artériole de l'artère pharyngienne ascendante et un plexus veineux.
- Extracrânien :
Le XII se dirige ensuite vers la langue en décrivant une courbe concave vers le haut et vers l'avant. Il traverse la région rétro-stylienne (*syn* : espace sous-parotidien postérieur), la région bi-carotidienne, la région sous-maxillaire et la région sublinguale.
 - . Dans l'espace rétro-stylien, le XII est d'abord situé dans la portion postérieure, supérieure et médiale de la région. Il descend obliquement vers le bas et latéralement, contourne par l'arrière l'artère carotide interne ainsi que ses deux nerfs satellites (le tronc sympathique et le nerf vague). Il débouche alors dans la région bi-carotidienne.
 - . Dans la région bi-carotidienne, le XII se positionne entre l'artère carotide interne médialement et la veine jugulaire interne latéralement. Le nerf hypoglosse émerge en dessous du muscle digastrique et croise la face

latérale de l'artère carotide externe, juste sous l'origine de l'artère occipitale.

A ce niveau, le XII traverse l'aire d'un triangle de repérage de la carotide externe : le triangle de Farabeuf, délimité par :

- En arrière : la veine jugulaire interne.
- En bas : le tronc veineux thyro-linguo-facial.
- En haut et en avant : le muscle digastrique.

Ensuite, le XII croise la face profonde du tendon intermédiaire du muscle digastrique et pénètre dans la région sous-maxillaire.

- . Dans la région sous-maxillaire, le XII chemine dans la partie profonde de la région, médialement à la glande sous-maxillaire, entre le muscle hyo-glosse médialement qui le sépare de l'artère linguale, et le muscle digastrique latéralement.
- . Dans la région sublinguale, le XII poursuit son trajet entre le muscle hyo-glosse médialement et le muscle mylo-hyoïdien latéralement. Il est accompagné par le canal de Wharton et le prolongement médial de la glande sous maxillaire. Il se divise enfin en de multiples branches qui innervent les muscles de la langue.

c. Branches collatérales

- Dans l'espace rétro-stylien :
 - . Un rameau méningé qui retourne dans le crâne via le canal condylien antérieur et innerve la dure-mère de la fosse postérieure.
 - . Des anastomoses avec le ganglion plexiforme, le ganglion cervical supérieur et le plexus cervical profond.
- Dans la région bi-carotidienne naissent les nerfs des muscles sous-hyoïdiens :
 - . La branche descendante du XII (*syn* : anse cervicale) naît au niveau du passage du XII entre l'artère carotide interne et la veine jugulaire interne. Elle descend verticalement puis se courbe pour donner les nerfs des muscles omo-hyoïdien, sterno-cléido-hyoïdien et sterno-thyroïdien. Elle forme une anastomose avec le premier nerf cervical.
 - . Le nerf du muscle thyro-hyoïdien naît au niveau du croisement de l'artère linguale et gagne son muscle en croisant la face latérale de la grande corne de l'os hyoïde.
- Dans la région sous-maxillaire et la région sublinguale :
 - . Les nerfs des muscles stylo-glosse, hyo-glosse et génio-hyoïdien.
 - . Une anastomose avec le nerf lingual.



Séméiologie :

Une atteinte du XII donnera une paralysie de l'hémi-langue homolatérale : en protraction, la langue sera donc déviée du côté de la lésion.



Les syndromes alternes :

Un syndrome alterne se définit par la présence :

- De signes d'atteinte d'un ou plusieurs nerfs crâniens du côté de la lésion
- Et de signes d'atteinte d'une voie longue (pyramidale, sensitive ou cérébelleuse) du côté opposé à la lésion

- **Infarctus bulbaire médian** : il forme le syndrome interolivaire de Déjerine, qui associe une paralysie du XII homolatérale à une hémiplégié controlatérale.
- **Infarctus bulbaire latéral** : il s'agit du syndrome de Wallenberg. C'est le plus fréquent des AVC touchant le tronc cérébral ; il résulte de l'occlusion de l'artère de la fossette latérale du bulbe, branche de la PICA. Ses symptômes, néanmoins rarement tous présents, forment un tableau pathognomonique :
 - . Atteinte du noyau du V : anesthésie hémifaciale.
 - . Atteinte du pédoncule cérébelleux inférieur : hémisindrome cérébelleux.
 - . Atteinte des noyaux du IX et du X : paralysie de l'hémivoile, de l'hémipharynx (signe du rideau de Vernet), trouble de la phonation et trouble de la déglutition.
 - . Atteinte du noyau du VIII : syndrome vestibulaire périphérique et nystagmus rotatoire.
 - . Atteinte du sympathique cervical : syndrome de Claude Bernard Horner.
 - . Atteinte du faisceau spino-thalamique : anesthésie thermoalgique de l'hémicorps controlatéral, épargnant la face.
- **Infarctus protubérantiel unilatéral** :
 - . Syndrome de Millard et Gubler : il associe une paralysie faciale périphérique homolatérale par atteinte du noyau du VII et une hémiplégié controlatérale.
 - . Syndrome de Foville : il associe une paralysie de la latéralité du regard par atteinte du noyau du VI homolatéral et une hémiplégié controlatérale.
- **Infarctus protubérantiel bilatéral** : il s'exprime par le Locked-in Syndrome, qui associe une tétraplégie à une paralysie facio(VII)-oculo(IV, VI)-pharyngo-laryngée (IX, X, XI, XII). La conscience est normale, et le seul mouvement préservé est celui de la verticalité du regard (III).
- **Infarctus mésencéphalique** :
 - . Syndrome de Weber : il associe une paralysie du III homolatérale à une hémiplégié controlatérale.
 - . Syndrome de Parinaud : il associe une paralysie de la verticalité du regard, de la convergence et une mydriase paralytique.
 - . Syndrome de Claude : il associe une paralysie du III homolatérale à un hémisindrome cérébelleux controlatéral.
 - . Syndrome de Benedikt : il associe une paralysie du III homolatérale à des mouvements anormaux de type choréo-athétosiques controlatéraux (par atteinte du Locus Niger).

LES ORGANES DES SENS

I. L'olfaction

1. Les fosses nasales

Ce sont deux cavités situées au milieu du massif facial, séparées par une cloison sagittale médiane, qui possèdent deux fonctions principales :

- Elles renferment l'organe de l'olfaction.
- Elles représentent la partie supérieure des voies respiratoires.

En avant se situe la pyramide nasale.

En arrière, chaque cavité nasale débouche dans le cavum par un orifice osseux appelé choane.

Latéralement, les fosses nasales communiquent avec d'autres cavités aériennes creusées dans le massif facial supérieur : les sinus.

a. La pyramide nasale

Sa morphologie est très variable, globalement comparable à une pyramide triangulaire. On décrit :

- Un sommet supérieur tronqué : la racine du nez.
- Une base inférieure composée des deux narines.
- Une face postérieure virtuelle limitée par un plan frontal tangent à l'extrémité antérieure des cornets inférieurs.
- Deux faces antéro-latérales qui se rejoignent sur la ligne médiane où elles s'appuient sur la cloison nasale et l'épine nasale de l'os frontal crânialement.

Chaque auvent nasal comporte deux étages :

- Un étage supérieur osseux, formé en avant par l'os propre du nez et en arrière par l'apophyse montante du maxillaire supérieur.
- Un étage inférieur, fibro cartilagineux, constitué de deux cartilages :
 - Le cartilage triangulaire, ou latéral supérieur, situé sous la partie osseuse, uni intimement à son homologue controlatéral et au cartilage septal.
 - Le cartilage alaire, ou latéral inférieur, en forme de fer à cheval avec deux branches réunies par un dôme : une branche latérale qui chevauche la face externe du bord inférieur du cartilage triangulaire, et une branche médiale qui s'adosse à son homologue pour former la sous-cloison en avant du cartilage de la cloison.

Tout cet ensemble est revêtu par les muscles du nez et la peau. Seuls les cartilages alaires sont relativement mobiles.

b. Parois des fosses nasales

- La cloison nasale :

Elle sépare les deux fosses nasales dont elle forme la paroi médiale, et soutient la pyramide nasale en

avant. Elle est constituée par un squelette ostéo-cartilagineux :

- La lame perpendiculaire de l'ethmoïde en haut et en arrière.
- Le vomer en bas et en arrière : il s'étend de la voute palatine osseuse en bas au corps du sphénoïde en haut et en arrière.
- Le cartilage quadrangulaire ou septal en avant.

- La paroi inférieure :

En forme de gouttière horizontale, elle est séparée de la bouche par la voute palatine.

- La paroi latérale :

Elle joue un rôle important dans la physiologie respiratoire.

Elle est constituée par un assemblage de pièces osseuses qui forment sur l'os sec une paroi tourmentée par des reliefs importants et des déhiscences, surtout dans sa région centrale. La muqueuse en modifie l'aspect en atténuant les reliefs et en obturant certaines déhiscences.

Le squelette osseux comprend un cadre et les cornets :

- Le cadre est formé par la face médiale du corps de l'os maxillaire supérieur, élément central autour duquel se disposent cinq autres pièces :
 - En avant la face médiale de l'apophyse montante du maxillaire supérieur.
 - En haut la face médiale de la masse latérale de l'ethmoïde (ou lame des cornets) et la partie inférieure de l'os lacrymal.
 - En arrière la partie antérieure de la face médiale de l'aile interne du processus ptérygoïde et la face médiale de la lame verticale de l'os palatin.

• **Les cornets :**

Ce sont de minces lames osseuses enroulées sur elles-mêmes, auxquelles on distingue une extrémité antérieure (ou tête du cornet) habituellement élargie, un corps fusiforme et une extrémité postérieure (ou queue) souvent effilée.

Aux trois cornets inférieur, moyen et supérieur qui sont constants, on peut parfois ajouter des cornets rudimentaires inconstants.

- Le cornet inférieur :

C'est le plus long, il mesure environ 4 cm. Il s'étend de l'apophyse montante de l'os maxillaire supérieur à la lame verticale de l'os palatin, sur laquelle il prend appui. Il coupe en diagonale oblique en bas et en arrière l'aire du hiatus maxillaire en donnant 3 apophyses : une apophyse lacrymale qui se

dirige vers le haut pour contribuer à former le canal lacrymal, une apophyse maxillaire ou auriculaire qui descend verticalement pour combler la partie du hiatus, et une apophyse ethmoïdale inconstante.

- Le cornet moyen :
Plus court mais plus haut que le cornet inférieur, il prolonge en bas la lame des cornets.
- Le cornet supérieur :
Beaucoup moins développé que le cornet moyen, il est situé au-dessus et en arrière de celui-ci.

. Les méats :

Chaque cornet délimite, avec la partie correspondante de la paroi latérale, une cavité appelée méat. Il en existe trois principaux :

- Le méat inférieur est considéré comme le méat lacrymal. En forme d'entonnoir aplati transversalement, son sommet antéro-supérieur correspond à l'orifice inférieur du canal lacrymal.
- Le méat moyen constitue un carrefour des sinus antérieurs. C'est en effet à cet endroit que s'ouvrent les sinus maxillaire et frontal et les cellules ethmoïdales antérieures.
- Les orifices de communication de ces sinus antérieurs siègent dans deux gouttières limitées par deux reliefs considérés comme des cornets rudimentaires : le processus unciné et la bulle ethmoïdale :
 - . Le processus unciné s'implante par une lame sagittale verticale dans l'éthmoïde antérieur, descend obliquement en bas et en arrière en s'enroulant sur lui-même et se termine en arrière par trois expansions vers le cornet inférieur, le palatin et la bulle ethmoïdale.
 - . La bulle forme une saillie volumineuse amarrée par une cloison transversale verticale dans l'éthmoïde antérieur, en arrière du processus unciné.
- Le processus unciné et la bulle barrent l'aire du hiatus maxillaire. Les muqueuses sinusienne et nasale recouvrent cette région et combrent en partie les espaces laissés libres par les reliefs osseux en formant des fontanelles. Deux gouttières se trouvent délimitées par ces apophyses :
 - . La gouttière unci-bullaire, ou hiatus semi-lunaire, est situé entre le processus unciné et la bulle ethmoïdale.
 - . La gouttière rétrobulbaire est située derrière la bulle ethmoïdale.

- On trouve dans les deux gouttières et au sommet du méat moyen les orifices de communications des sinus antérieurs :
 - . L'ostium maxillaire se draine à la partie inférieure du hiatus semi-lunaire.
 - . Les cellules du groupe unci-unguéal s'abouchent à la partie supérieure du hiatus semi-lunaire.
 - . Les cellules du méat moyen, au sommet du méat, médialement au processus unciné.
 - . Les cellules du groupe de la bulle, dans la gouttière rétrobulbaire.
 - . Le canal naso-frontal, qui s'abouche le plus souvent dans la partie antéro-supérieure du hiatus semi-lunaire.

Cette région n'occupe que les $4/5^{\text{èmes}}$ de la paroi latérale des fosses nasales.

En avant, au niveau de la tête du cornet moyen, la paroi est soulevée par une saillie arrondie (agger nasi) qui correspond à une cellule éthmoïdale antérieure.

En arrière, au niveau de la queue du cornet inférieur, se trouve le foramen sphéno-palatin.

- La paroi supérieure :

C'est le plafond des fosses nasales. Elle représente une gouttière antéro-postérieure très étroite, formée d'avant en arrière par :

- . L'os frontal, au niveau de la partie médiale du sinus frontal et de l'épine frontale.
- . La lame criblée de l'éthmoïde et le processus ethmoïdal du sphénoïde.
- . La partie médiale de la face antérieure du sinus sphénoïdal.

c. Muqueuse des fosses nasales :


Elle tapisse presque toute la surface des fosses nasales et ses différents reliefs, sauf à deux endroits :

- D'une part à la partie antérieure où il existe une zone de transition entre la peau et la muqueuse respiratoire.
- D'autre part au niveau du toit des fosses nasales, caractérisé par la présence de la muqueuse olfactive.

d. Vascularisation des fosses nasales :

- L'irrigation artérielle est tributaire de deux systèmes :
 - . L'artère carotide externe, par l'intermédiaire de l'artère sphéno-palatine : après avoir traversé le foramen sphéno-palatin, celle-ci donne une branche latérale (l'artère des cornets) qui se ramifie sur les cornets moyen et inférieur.
 - . L'artère carotide interne, par l'intermédiaire de l'artère ophtalmique qui fournit les artères ethmoïdales antérieure et postérieure. Ces artères naissent dans l'orbite, cheminent au niveau de la suture ethmoïdo-frontale et gagnent la fosse nasale après un court trajet sur

la lame criblée. Elles vascularisent la partie supérieure des fosses nasales.

 On trouve donc différents réseaux artériels anastomosés entre eux, notamment dans la région antéro-inférieure de la cloison où le réseau anastomotique constitue la tache vasculaire, qui est une source fréquente d'épistaxis.

- Le drainage veineux est assuré par la veine ophtalmique, la veine faciale et le plexus maxillaire médial.
- Le drainage lymphatique se fait via les ganglions carotidiens, sous-digastriques et rétro-pharyngiens.

e. Innervation des fosses nasales :

Elle comprend l'innervation sensorielle et sensitivo-végétative. Ces deux dernières modalités sont intimement intriquées au niveau des fosses nasales et réalisent un véritable complexe trigémino-sympathique.

- L'innervation sensorielle olfactive est traitée dans le chapitre « nerfs crâniens ».
- La sensibilité générale est tributaire du nerf trijumeau par deux troncs distincts : le nerf ophtalmique et le nerf maxillaire supérieur.
 - . Le nerf ophtalmique intervient par le nerf nasal qui, après son passage par la fissure orbitaire supérieure, se termine dans l'orbite près du conduit ethmoïdal antérieur en :
 - Nerf nasal latéral qui continue la direction du nerf nasal, sort par l'orbite et innerve les téguments de la racine du nez.
 - Nerf nasal médial qui chemine dans le conduit ethmoïdal antérieur et se termine à la partie antéro-supérieure de la fosse nasale et toute l'aile du nez.
 - . Le nerf maxillaire supérieur, par le nerf sphéno-palatin, assure la majeure partie de l'innervation nasale. Ce nerf se détache du nerf maxillaire supérieur dans l'arrière-fond ptérygo-maxillaire, passe en avant du ganglion sphéno-palatin auquel il adhère et se divise rapidement en branches orbitaires, palatines et nasales. Les branches nasales gagnent le foramen sphéno-palatin et innervent la plus grande partie des fosses nasales qui reçoivent aussi des branches du nerf palatin antérieur.
- L'innervation neuro-végétative :
 - . Le sympathique :

Les corps cellulaires des protoneurones siègent dans le tractus intermédiaire-latéral de la moelle, entre C6 et T2. Ses fibres rejoignent la chaîne sympathique thoracique par les rameaux communicants blancs. Les corps cellulaires des deutoneurones sont situés dans le ganglion cervical supérieur. Certaines fibres suivent la carotide externe puis les artères maxillaire

interne et sphéno-palatine, mais la plupart des fibres passent par le plexus péri-carotidien médial, gagnent le rameau carotidien du nerf vidien et traversent le ganglion sphéno-palatin pour rejoindre le nerf sphéno-palatin puis la fosse nasale.

. Le parasymphatique :

Les protoneurones siègent dans le noyau muco-lacrymo-nasal. Les fibres suivent le VII, le ganglion géniculé, le nerf grand pétreux superficiel et le nerf vidien. Les corps cellulaires des deutoneurones se groupent dans le ganglion sphéno-palatin. Ce ganglion de forme conique se situe à la partie antérieure du canal vidien, dans la région postéro-supérieure de l'arrière-fond ptérygo-maxillaire, à 5 mm en bas et en dedans du nerf maxillaire supérieur.

2. Les sinus de la face, annexes des fosses nasales

Les sinus de la face constituent un ensemble de cavités pneumatiques dérivées des fosses nasales, creusées dans les structures osseuses para-nasales, à la périphérie des cavités orbitaires qu'elles peuvent encercler complètement.

Grossièrement symétriques, les sinus sont au nombre de huit (quatre paires), de part et d'autre des fosses nasales avec lesquelles ils sont en communication.

La muqueuse des sinus prolonge celle des fosses nasales et se distingue par sa minceur et sa fragilité ainsi que par sa vascularisation beaucoup moins développée.

a. Le sinus ethmoïdal ou labyrinthe ethmoïdal

Il est constitué par un ensemble de cavités pneumatiques : les cellules ethmoïdales. Creusées dans l'épaisseur de la masse latérale de l'ethmoïde, ces cellules empiètent souvent sur les os voisins et s'ouvrent dans les fosses nasales au niveau des méats moyen et supérieur.

- La cellule ethmoïdale :

Elle constitue l'unité anatomique du sinus ethmoïdal. Elle a une forme polygonale avec des faces aplaties et des angles aigus, et s'abouche dans un méat par un orifice situé en général au pôle inférieur de la cellule. Le plus souvent au nombre de 7 à 9 par labyrinthe, ces cellules ont un volume qui varie de 2 à 3 mm³.

Il est possible de systématiser ces cellules par rapport à la racine cloisonnante du cornet moyen, ce qui permet de distinguer :

- . L'éthmoïde antérieur, en avant de la racine cloisonnante du cornet moyen. Toutes les cellules de l'éthmoïde antérieur s'abouchent dans le méat moyen.
- . L'éthmoïde postérieur, moins important, situé en arrière de la racine cloisonnante du cornet moyen. Ces cellules s'abouchent dans le méat supérieur.

- Rapports du sinus ethmoïdal :

- . En haut, il répond au plancher du sinus frontal tout en avant et à l'étage antérieur de la base du crâne sur tout le reste de son étendue.
- . Médialement, il répond à la moitié supérieure de la fosse nasale.
- . Latéralement, il répond à la cavité orbitaire dont il est séparé par l'éthmoïde.
- . En avant, il répond à l'apophyse montante du maxillaire supérieur et à l'os lacrymal.
- . En arrière, il répond à la face antérieure du corps du sphénoïde.

b. Le sinus frontal

Les sinus frontaux sont deux cavités pneumatiques développées dans l'épaisseur de l'os frontal, à la jonction de l'écaïlle et de la partie horizontale, et séparées l'une de l'autre par une cloison. Chaque sinus frontal s'abouche dans la fosse nasale correspondante par un canal naso-frontal.

Le développement des sinus frontaux varie d'un sujet à l'autre, pouvant aller de l'agénésie d'un ou deux sinus frontaux jusqu'aux énormes sinus dont le prolongement peut s'effectuer latéralement vers l'apophyse orbitaire externe et même le malaire, et en arrière sur toute la partie médiale de la voute orbitaire.

Un sinus de développement moyen adopte la forme d'une pyramide triangulaire avec :

- En avant : une épaisse paroi osseuse sous-cutanée.
- En arrière : une mince lame d'os compact, parfois déhiscente, qui sépare le sinus de la dure-mère frontale.
- Médialement : la paroi du sinus est représentée par la cloison inter-sinusienne, dans un plan antéro-postérieur. Cette cloison est médiane en bas mais souvent déviée en haut par la prédominance d'un des deux sinus.
- La paroi inférieure, ou plancher, comporte deux segments :
 - . Un segment latéral ou orbitaire, séparé de la partie antéro-médiale du toit de l'orbite par une mince paroi osseuse.
 - . Un segment médial ou éthmoïdo-nasal, en forme de gouttière transversale dont le fond présente l'orifice supérieur du canal naso-frontal.

Les cellules ethmoïdales antérieures peuvent faire saillie sur le plancher autour de l'orifice du canal naso-frontal et constituent les bulles frontales.

Le canal naso-frontal assure le drainage et la ventilation du sinus frontal. De forme et de longueur variables, ce canal prend habituellement l'aspect d'un défilé aplati, irrégulier, qui chemine à travers les cellules ethmoïdales antérieures et s'abouche à l'extrémité supérieure du hiatus semi-lunaire.

c. Le sinus maxillaire

C'est une cavité pneumatique creusée dans le corps du maxillaire supérieur. Lorsqu'il est très développé, ce sinus peut se prolonger dans les os voisins : latéralement dans le malaire, en arrière et en haut dans l'apophyse orbitaire du palatin, en bas et médialement dans la voute palatine.

Comparable à une pyramide triangulaire, on peut lui décrire :

- La paroi antérieure : à sa partie supérieure se situe le foramen sous-orbitaire d'où émerge le nerf sous-orbitaire. A sa partie inférieure, le sinus répond au vestibule buccal qui représente la voie d'abord chirurgicale habituelle du sinus maxillaire. Cette paroi d'os compact, d'épaisseur variable mais souvent mince au centre, est parcourue par des canalicules osseux pour les nerfs dentaire et les artérioles, tout comme la paroi postérieure.
- La paroi postérieure sépare le sinus maxillaire de la région ptérygo-maxillaire où passent d'importants éléments vasculo-nerveux : l'artère maxillaire interne, le nerf maxillaire supérieur, le ganglion sphéno-palatin et le plexus veineux ptérygoïdien.
- La paroi supérieure constitue une grande partie du plancher de l'orbite. Mince et fragile, cette paroi est parcourue par la gouttière et le canal sous-orbitaires où chemine le pédicule vasculo-nerveux sous-orbitaire.
- Le plancher du sinus est disposé en rigole parfois assez large pour représenter une véritable face. Situé en dessous du niveau du plancher de la fosse nasale, il est marqué par les alvéoles dentaires qui y font une saillie plus ou moins marquée. Les 1^{ère} et 2^{ème} molaires et la 2^{ème} prémolaire entrent ainsi en rapport avec le sinus et sont dites dents sinusiennes.
- La paroi médiale, ou cloison inter-sinuso-nasale, représente la moitié inférieure de la paroi latérale de la fosse nasale. La zone de jonction entre la paroi médiale et la paroi supérieure a un intérêt capital : c'est à cet endroit que siège l'ostium maxillaire qui fait communiquer le sinus maxillaire avec la fosse nasale. En avant de l'ostium il n'existe quasiment aucune zone de contact entre l'éthmoïde et le sinus maxillaire, alors qu'en arrière de l'ostium, l'éthmoïde est en rapport direct avec le sinus maxillaire sur une surface qui s'élargit d'avant en arrière pour former un triangle dont le sommet correspond à l'ostium.

d. Le sinus sphénoïdal

Les sinus sphénoïdaux constituent deux cavités pneumatiques symétriques développées dans le corps de l'os sphénoïde, séparées l'une de l'autre par une mince cloison et ouvertes dans la fosse nasale correspondante au niveau de sa paroi postéro-supérieure.

Chaque sinus a une forme irrégulière due au développement asymétrique, mais l'ensemble des deux sinus dessine grossièrement un cube :

- La paroi antérieure ou nasale est très mince.
- La paroi inférieure, épaisse, répond au cavum nasopharyngien. C'est sur cette face que s'étalent les deux ailes du bord supérieur du vomer.
- La paroi postérieure répond à l'étage postérieur du crâne dont elle est séparée par une lame de tissu spongieux habituellement épaisse lorsque le sinus n'est pas très développé.
- La paroi latérale, très mince, répond en avant à la loge du sinus caverneux, au canal optique avec le nerf optique et son artère, et à l'extrémité médiale de la fente sphénoïdale.

Les cavités des deux sinus sphénoïdaux se moulent autour des canaux des nerfs et des vaisseaux de la base du crâne.

II. La gustation

La langue ayant déjà été traitée dans la partie « Tête et cou » de ce polycopié, nous n'aborderons ici que les récepteurs gustatifs.

1. Les papilles linguales

Leur nombre est très variable d'un sujet à l'autre et diminue avec l'âge. On en distingue classiquement quatre types :

- Les papilles caliciformes, les plus volumineuses, sont formées d'une saillie centrale séparée d'un bourrelet circulaire par un sillon. Au nombre de 9 à 11, elles sont situées sur la face dorsale de la langue à l'union des $\frac{2}{3}$ antérieurs et du $\frac{1}{3}$ postérieur et sont disposés suivant une ligne angulaire ouverte vers l'avant constituant le V lingual. Elles contiennent de très nombreux bourgeons gustatifs.
- Les papilles fongiformes, au nombre de 150 à 200, sont composées d'une tête arrondie sur un pédicule plus ou moins grêle. Elles sont essentiellement disséminées sur les bords latéraux et la pointe de la langue. Chacune d'elles contient quelques bourgeons gustatifs.
- Les papilles foliées (ou coralliformes) sont constituées par une série de petits replis et sillons verticaux. Elles sont localisées sur les bords de la langue, aux extrémités du V lingual. Elles contiennent quelques bourgeons gustatifs.
- Les papilles filiformes, sans fonction gustative, sont recouvertes d'un épithélium corné.

2. Les bourgeons du goût

Ils sont situés essentiellement au fond des papilles linguales, la zone la plus sensible étant la pointe et la partie antérieure des bords latéraux de la langue.

Mais il existe aussi des bourgeons du goût disséminés sur toute la muqueuse buccale, sur les piliers du voile, le bord libre de l'épiglotte et même la paroi postérieure du pharynx.

Chaque bourgeon du goût est constitué d'une vingtaine de cellules fusiformes disposées comme les douves d'un tonneau. Le pôle apical de ces cellules se prolonge par des microvillosités dans une fossette qui s'ouvre à la surface de l'épithélium par le pore gustatif.

Entre ces cellules se ramifient les filets nerveux des nerfs gustatifs.

III. La vision

1. Description générale du globe oculaire

Le globe oculaire a la forme d'une sphère d'environ 24 mm, le diamètre vertical étant légèrement inférieur aux diamètres sagittal et transversal.

On peut lui décrire trois couches :

- Une enveloppe externe, composée en avant d'un « hublot » transparent en forme de calotte sphérique, la cornée, qui est enchâssée sur les $\frac{3}{4}$ d'une sphère opaque : la sclère.
- A l'intérieur de cette première enveloppe on trouve un tissu particulièrement riche en vaisseaux : la membrane uvéale, qui possède des fonctions nutritives, sécrétoires et optiques.
- La couche la plus interne est représentée par le tissu noble de l'œil : la rétine, réceptrice des images.

Les images sont transmises à travers plusieurs structures transparentes : les dioptries, qui ont pour rôle de les focaliser sur la rétine. La cornée constitue le dioptré statique, s'associant dans cette fonction à un dioptré variable : le cristallin, responsable de l'accommodation et situé entre deux milieux liquides, l'humeur aqueuse et l'humeur vitrée.

2. Les tuniques du globe oculaire

a. L'enveloppe externe

- La cornée :

C'est un disque transparent légèrement ovalaire à grand axe horizontal, d'une épaisseur moyenne de 0,5 à 0,6 mm. Elle représente grossièrement une calotte sphérique mais il existe une accentuation du rayon de courbure dans le méridien vertical : on parle d'astigmatisme.



Lorsque cet astigmatisme dépasse les normes physiologiques, il en résulte un trouble important de la vision qui nécessite une correction optique.

Sur le plan histologique, la cornée est formée de cinq couches superposées. Un tissu conjonctif lamellaire représente l'essentiel de l'épaisseur et sa déshydratation conditionne sa transparence. Ce tissu conjonctif est limité par deux basales qui supportent à la face antérieure un épithélium et à la face postérieure un endothélium.

- La région frontière entre la cornée et la sclère constitue le limbe, reconnaissable à son aspect blanc-bleuté : il marque le passage progressif de la cornée transparente à la sclère opaque.

- **La sclère :**

Elle délimite les $\frac{3}{4}$ postérieurs du globe et son épaisseur varie de 0,3 à 1,2 mm. Elle est particulièrement fragile aux points d'insertion musculaire et comporte divers orifices :

- . Quelques-uns de petite dimension, qui correspondent à la pénétration ou à la sortie des artères et nerfs ciliaires ainsi que des veines vortiqueuses.
- . Un autre, de taille beaucoup plus importante, par où sortent les cylindraxes en provenance de la rétine et qui constituent le nerf optique : c'est le canal scléral, de 1,5 mm de diamètre, où la sclère est réduite à un fin grillage : la lame criblée. L'orifice interne représente la papille optique.

b. La membrane uvéale

Elle doit son nom à sa richesse en pigments (uvea= raisin noir). Elle tapisse la face interne de la sclère, mais se détache de l'enveloppe externe au niveau du limbe pour constituer un diaphragme à disposition frontale : l'iris, perforé en son centre par la pupille. Au contact de la sclère c'est la choroïde, qui se renfle en avant pour former le corps ciliaire.

L'uvéa comporte donc trois portions : l'iris, le corps ciliaire et la choroïde. Ce tissu mésodermique à la trame lâche contient en son sein des plexus vasculaires d'une importante densité qui concentre la majorité du métabolisme du globe.

- **L'iris :**

Il est inséré en périphérie au corps ciliaire. Avec son orifice central de calibre variable, la pupille, il constitue le diaphragme du système optique.

Cette membrane souple de 0,1 à 0,6 mm d'épaisseur est formée par stroma conjonctif lâche, plus ou moins chargé de pigments, ce qui détermine sa couleur variable selon les individus.

Le stroma est recouvert en arrière par une double couche d'épithélium pigmenté d'origine neurodermique qui déborde la marge pupillaire pour former le liseré pigmenté.

La motilité pupillaire est déterminée par un double système musculaire :

- . Le muscle sphincter constricteur, d'origine mésodermique, situé dans le stroma juxta-marginal, est formé par des fibres lisses circulaires. Il est innervé par le système parasympathique.
- . Le muscle dilatateur radiaire, étalé sur toute la face postérieure du stroma, est d'origine neuro-épithéliale. Il est innervé par le système sympathique.

Ces deux systèmes, sous l'influence des impulsions lumineuses ou de l'accommodation, fonctionnent en interaction constante par des mécanismes de feed-back :

- . La mydriase (dilatation) peut résulter d'une paralysie parasympathique ou d'une excitation du sympathique. Elle peut également être provoquée par des substances parasympatholytiques ou sympathomimétiques.
- . Le myosis (constriction) peut être provoqué soit par une paralysie sympathique, soit par une excitation parasympathique, ou être provoqué par les parasympathomimétiques ou les sympatholytiques.

- **Le corps ciliaire :**

C'est un organe capital dans la physiologie oculaire. Saillant à l'intérieur et triangulaire à la coupe, il a la forme d'un bourrelet circulaire et présente ainsi trois faces :

- . Une face périphérique, appliquée sur la sclère depuis l'angle cilio-cornéen, soit un peu en arrière du limbe, jusqu'à l'ora serrata (zone de jonction entre la rétine antérieure et la rétine postérieure).
- . Une face antérieure où s'insère l'iris.
- . Une face postérieure dont la partie postérieure, lisse, est appelée pars plana et est le siège d'une importante adhérence avec le vitré. Sa partie antérieure émet quant à elle des prolongements radiaires au nombre de 80 environ, appelés procès ciliaires : ils sont le siège de la sécrétion de l'humeur aqueuse. Sur ces minces procès ciliaires prennent insertion des microfilaments assurant la suspension du cristallin : c'est la zonule, dont la tension est assurée par un muscle qui constitue la partie interne du corps ciliaire. Ce muscle est formé de fibres longitudinales et de fibres circulaires qui permettent le phénomène d'accommodation.

- **La choroïde :**

Tapisant l'ensemble de la sclère en arrière du corps ciliaire, la choroïde enveloppe la rétine dont elle représente le tissu nourricier essentiel.

La vascularisation est assurée par le système des artères ciliaires courtes et des veines vortiqueuses. Tout comme l'iris, la choroïde possède de nombreuses cellules pigmentées.

c. La rétine

Appliqué sur la choroïde, le tissu rétinien est, sur le plan embryologique et histologique, constitué de deux feuillets séparés par un espace virtuel qui constitue un reliquat de la vésicule optique primitive. Cette dernière correspond à une émanation télencéphalique et non à une formation nerveuse périphérique.

Le feuillet le plus antérieur présente une haute différenciation nerveuse : c'est à ce niveau que s'effectuent les fonctions de réceptions et transmission. On distingue dans ce feuillet trois couches cellulaires séparées par les axones qui assurent la transmission.

Un épithélium pigmentaire recouvre la couche cellulaire la plus périphérique, formée de cônes et de bâtonnets. Ce sont les cellules sensorielles réceptrices des impulsions lumineuses :

- Les cônes, localisés principalement dans la région maculaire, sont spécialisés dans la vision diurne et la vision des couleurs.
- Les bâtonnets assurent la vision nocturne et sont responsables de la fonction d'adaptation à l'obscurité.



Dans un œil emmétrope, c'est-à-dire ne présentant pas d'anomalie de la réfraction, les rayons lumineux convergent sur la rétine et créent ainsi une image nette. Lorsque l'image se forme en avant de la rétine (réfraction trop importante par rapport à la longueur de l'œil) on parle de myopie. Dans le cas inverse (l'image se forme en arrière de la rétine en raison d'une insuffisance de réfraction ou d'un globe oculaire trop court) c'est l'hypermétropie.

L'axone des cônes et des bâtonnets s'articule rapidement avec le protoneurone appelé cellule bipolaire, puis l'influx est transmis au deutoneurone constitué par la cellule ganglionnaire dont l'axone très long vient se terminer dans le corps genouillé externe. Il est encore appelé, pour cette raison, neurone rétino-diencephalique.

Ces trois couches cellulaires sont maintenues par un important tissu de soutien, la névroglie, au sein de laquelle on trouve également de nombreux éléments d'association intercellulaire.

Le feuillet postérieur est constitué par un feuillet pigmentaire unicellulaire qui est l'équivalent de la plaque noire du système photographique.



Toute déchirure du feuillet antérieur peut entraîner la séparation des deux feuillets : c'est le décollement de rétine.

La rétine est bien visible à l'examen du **fond d'œil**. Trois points attirent particulièrement l'attention : la papille, la macula et les vaisseaux :

- La papille représente le point d'arrivée des fibres nerveuses dans le canal intrascléral. Elle forme un disque ovalaire à grand axe vertical, d'aspect jaunâtre. C'est également le lieu de pénétration des vaisseaux rétinien. Elle n'est pas située au pôle

postérieur du globe mais un peu médialement, du côté nasal.

- La macula est située à 4,5 mm latéralement à la papille. Elle représente la zone de jonction visuelle optimale dont le centre est appelé fovéa.
- Les vaisseaux rétinien :
 - . L'artère centrale de la rétine émerge de la papille pour se diviser en quatre branches : nasale, temporale, supérieure et inférieure. Chacune de ces branches se divise sur le mode dichotomique à plusieurs reprises ; le système terminal n'est pas anastomotique. L'artère centrale de la rétine n'assure la vascularisation que du 1/3 interne de la rétine, les 2/3 externes étant nourris par imbibition par la choroïde à travers l'épithélium pigmentaire. Ceci explique les altérations du tissu rétinien lors d'un décollement de rétine prolongé.
 - . Le système veineux est calqué sur le système artériel ; il se termine par la veine centrale de la rétine qui pénètre la papille pour quitter le globe.

3. Les milieux transparents du globe oculaire

a. Le cristallin

C'est une lentille biconvexe qui assure la focalisation sur la rétine des images situées en avant de la cornée. Son diamètre est de 9 à 10 mm pour une épaisseur moyenne de 4 mm, variable en fonction de l'accommodation.

On distingue trois éléments :

- Une fine capsule appelée cristalloïde, qui enveloppe l'ensemble du cristallin.
- Un épithélium unistratifié qui n'existe qu'à la face antérieure du cristallin.
- Les fibres cristalliniennes.

La transparence du cristallin et surtout des fibres est liée à leur déshydratation.

b. La chambre antérieure

La chambre antérieure constitue l'espace situé entre la cornée en avant et le rideau formé par l'iris et le cristallin en arrière. La périphérie de cet espace se termine en biseau arrondi : c'est l'angle irido-cornéen, élément essentiel dans la physiologie du tonus oculaire.

Cet espace est rempli par un liquide : l'humeur aqueuse. Sécrétée par les procès ciliaires, elle passe entre les fibres des zonules pour s'écouler entre l'iris et la capsule cristallienne dans la chambre antérieure.

La sécrétion de l'humeur aqueuse étant permanente, il faut également une évacuation : celle-ci s'effectue au niveau de l'angle irido-cornéen à travers un filtre microscopique, le trabeculum, dont les mailles rejoignent un canal circulaire : le canal de Schlemm, qui assure son évacuation vers le système veineux episcléral.



Le glaucome est une pathologie ophtalmique liée à une élévation de la pression intraoculaire ; il en existe 2 formes de physiopathologie totalement différente. La forme chronique (ou glaucome à angle ouvert) est due à une dégénérescence du trabeculum qui n'assure plus correctement ses fonctions d'évacuation de l'humeur aqueuse. Le glaucome aigu (ou glaucome par fermeture de l'angle) est quant à lui lié à un blocage mécanique du trabeculum : c'est une urgence thérapeutique. Le diagnostic se fait devant une élévation de la pression intraoculaire qui peut être mesurée grâce à un appareil appelé tonomètre. Dans la forme chronique l'acuité visuelle est initialement conservée et on observe une excavation papillaire à l'examen du fond d'œil. La forme aiguë se traduit essentiellement par une douleur intense et une baisse d'acuité visuelle brutale et massive.

c. L'espace vitréen

L'espace vitréen constitue l'espace délimité par la face postérieure du cristallin et du corps ciliaire en avant, et la rétine en arrière. Il est comblé par le vitré, tissu fluide qui occupe les $\frac{6}{10}$ ^{èmes} du globe.

Le vitré est entouré d'une enveloppe appelée hyaloïde qui contracte des adhérences variables mais particulièrement importantes avec la face postérieure du cristallin, la face postérieure du corps ciliaire au niveau de la pars plana, et enfin avec le pourtour de la papille.

4. **Vascularisation du globe oculaire**

L'orbite et le globe oculaire sont vascularisés par l'artère ophtalmique, seule collatérale de l'artère carotide interne. Les branches destinées au globe oculaire sont respectivement :

- L'artère centrale de la rétine, première branche de l'artère ophtalmique, qui naît au niveau du croisement avec la face latérale du nerf optique. Elle pénètre très progressivement le nerf optique à 10 mm du pôle postérieur, puis on la voit pénétrer le globe au niveau de la papille où elle se divise rapidement en ses 4 branches pour assurer la nutrition du $\frac{1}{3}$ interne de la rétine.
- Les artères ciliaires longues, au nombre de deux en général, se divisent en plusieurs branches avant de pénétrer le globe environ 4 mm latéralement au nerf optique. Elles cheminent à la face externe de la choroïde puis s'anastomosent aux artères ciliaires antérieures pour former le grand cercle artériel de l'iris.
- Les artères ciliaires courtes postérieures, au nombre de deux ou trois, restent accolées à la gaine du nerf optique et se divisent en une vingtaine de branches qui pénètrent la sclère le long de la gaine du nerf optique. Elles s'épuisent principalement dans la choroïde et donnent le cercle péri-papillaire de Zinn-Haller.

IV. L'audition et l'équilibre

1. **L'oreille externe et l'oreille moyenne**

En cours de rédaction.

2. **L'oreille interne**

Elle contient les éléments neurosensoriels de deux organes :

- L'un destiné à l'audition : l'appareil cochléaire.
- L'autre intervenant dans l'équilibre : l'appareil vestibulaire.

Ces organes sont situés à l'intérieur d'un ensemble de cavités dont la très mince paroi constitue le labyrinthe membraneux. Celui-ci se loge dans une cavité osseuse protectrice : le labyrinthe osseux.

Un compartiment liquidien, la périlymphe, sépare les labyrinthes membraneux et osseux.

a. Le labyrinthe membraneux : généralités

C'est un ensemble de cavités dont la paroi conjonctivo-épithéliale supporte les éléments neuro-sensoriels de l'oreille interne. De fins tractus fibreux l'amarrent au labyrinthe osseux.

Ces cavités communiquent par de petits canaux et forment un système clos rempli d'endolymphe.

La physiologie permet de diviser le labyrinthe en deux portions :

- Le labyrinthe antérieur représenté par le canal cochléaire, destiné à l'audition.
- Le labyrinthe postérieur, destiné à l'équilibration. Il comprend les canaux semi-circulaires et le vestibule membraneux constitué de l'utricule et du saccule.

La paroi très mince et très fragile du labyrinthe membraneux est formée de deux couches :

- Une couche conjonctive périphérique : la membrana propria.
- Une couche épithéliale interne différenciée par endroits en zones sensorielles, créant des reliefs sur la face interne. Ces zones sensorielles ont dans l'ensemble une structure identique comprenant :
 - . Des cellules de soutien.
 - . Des cellules sensorielles ciliées.
 - . Une membrane anhiste extra-cellulaire en rapport intime avec les cils des cellules sensorielles. Grâce à cette membrane se trouve réalisée l'unité fonctionnelle de chaque zone neuro-sensorielle.

Ces zones neuro-sensorielles sont représentées :

- Dans le labyrinthe antérieur, par l'organe de Corti.
- Dans le labyrinthe postérieur, par les macules au niveau de l'utricule et du saccule, et par les crêtes ampullaires au niveau des canaux semi-circulaires.

b. Le labyrinthe antérieur ou canal cochléaire

C'est un canal d'environ 30 mm de long, à section triangulaire, situé à l'intérieur d'un canal osseux enroulé sur lui-même formant 2,5 tours de spire, appelé limaçon osseux.

La cavité du limaçon osseux est cloisonnée par une formation ostéo-membraneuse constituée par :

- . Une portion centrale osseuse : la lame spirale.
- . Une portion périphérique formée par une membrane très mince dont la constitution conjonctive complexe a des propriétés mécaniques d'un grand intérêt physiologique : la membrane basilaire.

De plus, cette cavité limacéenne est tapissée par le périoste endo-labyrinthique, ou endoste, épaissi à la partie périphérique du limaçon où il constitue le ligament spiral.

- Constitution du canal cochléaire :

Triangulaire à la coupe, il est formé de parois conjonctives tapissées intérieurement par un épithélium d'origine ectodermique. On lui décrit :

- . Une paroi antérieure : c'est la membrane de Reissner tendue entre la partie périphérique de la lame spirale et le limaçon spiral.
- . Une paroi externe : cette portion du ligament spiral est très vascularisée, c'est la région de la strie vasculaire.
- . Une paroi postérieure formée essentiellement par la membrane basilaire. Cette paroi supporte sur sa face antérieure l'organe de Corti.

- **L'organe de Corti :**

C'est la partie sensorielle de l'organe auditif. Il repose sur la membrane basilaire, dessinant une longue crête sur toute la longueur de la cochlée. Il est constitué par un épithélium très différencié comprenant :

- . Les cellules de soutien, représentées par :
 - Les piliers : cellules de soutien de forme pyramidale disposées en deux rangées médiale et latérale. Distants à leur base, les piliers médiaux et latéraux se rejoignent à leur sommet et délimitent ainsi le canal ou tunnel de Corti.
 - Les cellules de Deiters, cellules de soutien des cellules ciliées latérales. Situées latéralement aux piliers, leur pôle supérieur crée entre eux des espaces libres en forme de cupules ouvertes vers le haut pour recevoir les cellules ciliées.
 - Les cellules de soutien des cellules ciliées médiales, situées médialement aux piliers médiaux.
- . Les cellules sensorielles : ce sont des cellules ciliées disposées en deux groupes de part et d'autre des piliers :

- Les cellules médiales sont disposées sur une seule rangée.
- Les cellules latérales forment trois rangées ou plus.

L'extrémité inférieure des cellules ciliées, arrondie, repose dans les cupules créées par les cellules de soutien.

Leur extrémité supérieure, encastrée dans la membrane réticulaire, présente des cils.

. Les membranes :

- La membrane réticulaire, véritable substance cimentante homogène, est formée de fibrilles de collagène. Elle réunit les pôles apicaux des cellules de Deiters et les cellules ciliées latérales.
- La membrane tectoriale, épaisse, est faite de substance amorphe gélatineuse de même poids spécifique que l'endolymphe. Solidement amarrée à la partie interne du canal cochléaire, elle recouvre en dehors l'organe de Corti.

c. Le labyrinthe postérieur

- Le vestibule membraneux :

Il est constitué de deux vésicules : l'utricule et le saccule, qui sont logées dans la partie vestibulaire du labyrinthe osseux.

- . L'utricule, le plus volumineux, occupe les parties supérieure et postérieure du vestibule osseux. C'est dans cette cavité que s'abouchent tous les canaux semi-circulaires. L'utricule communique également avec le système endolymphatique par le canal utriculaire.
- . Le saccule, grossièrement sphérique, est situé en bas et en avant. Il communique d'une part avec le canal cochléaire par le canal de Hensen ou ductus reuniens, et d'autre part avec le système endolymphatique par le canal sacculaire.

Les éléments neurosensoriels de ces structures vestibulaires sont les macules :

- . La macule utriculaire repose sur le plancher de l'utricule dans un plan horizontal.
- . La macule sacculaire est située sur la face profonde du saccule, dans un plan sagittal.

- Les canaux semi-circulaires :

Ils sont au nombre de trois : latéral, supérieur et postérieur :

- . Le canal latéral est situé dans un plan horizontal.
- . Les canaux postérieur et supérieur sont dans des plans verticaux et possèdent une portion commune au niveau de leur portion non-ampullaire, formant ainsi le canal commun.

Chaque canal présente une portion dilatée ou ampoule dans laquelle siège l'organe neurosensoriel : la crête ampullaire, située sur un petit repli osseux à proximité de l'abouchement du canal

dans l'utricule, perpendiculaire à l'axe du canal, de telle sorte que les deux crêtes latérales soient dans le même plan et que la crête postérieure d'un côté soit dans le même plan que la crête supérieure du labyrinthe controlatéral.

L'excitation physiologique est l'accélération.

d. Vascularisation

L'artère auditive médiale assure seule l'irrigation du labyrinthe membraneux. Le plus souvent, c'est une

branche de l'artère cérébelleuse antéro-inférieure ou moyenne qui se divise dans le conduit auditif interne en trois branches pour des territoires distincts : artère cochléaire, artère vestibulaire et artère cochléo-vestibulaire. De nombreuses variations ont été décrites.

V. Le toucher

En cours de rédaction.

LABORATOIRE



D'ANATOMIE

FACULTE DE MEDECINE & MAIEUTIQUE

UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LILLE

<http://anatomie.univ-catholille.fr>

 @laboanatfmm