

L'encéphale

L'encéphale correspond à la partie intra-crânienne du système nerveux central. Il comprend :

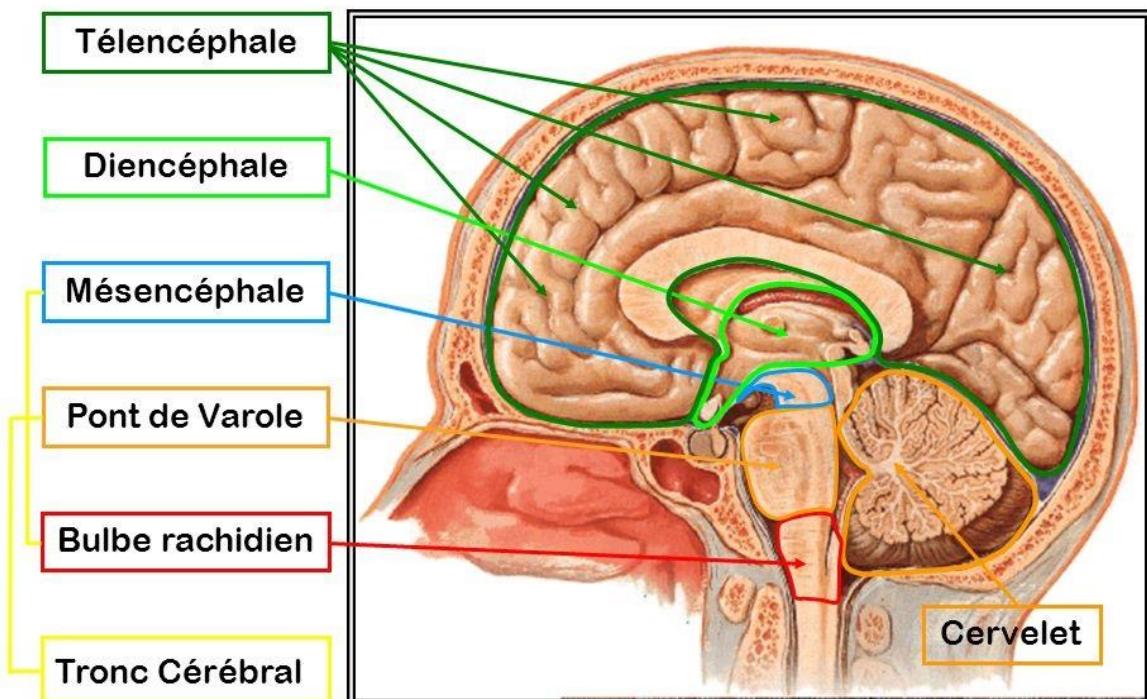
1-Le tronc cérébral lui même composé de différents éléments :

- Le mésencéphale
- Le pont de Varole ou protubérance annulaire
- le bulbe rachidien (ou moelle allongée).

2-Le cervelet qui se trouve derrière le tronc cérébral

3-Le cerveau lui-même composé de différentes structures :

- Le télencéphale correspond aux deux hémisphères cérébraux.
- Le diencéphale est composé du thalamus, de l'hypothalamus et de l'épithalamus.

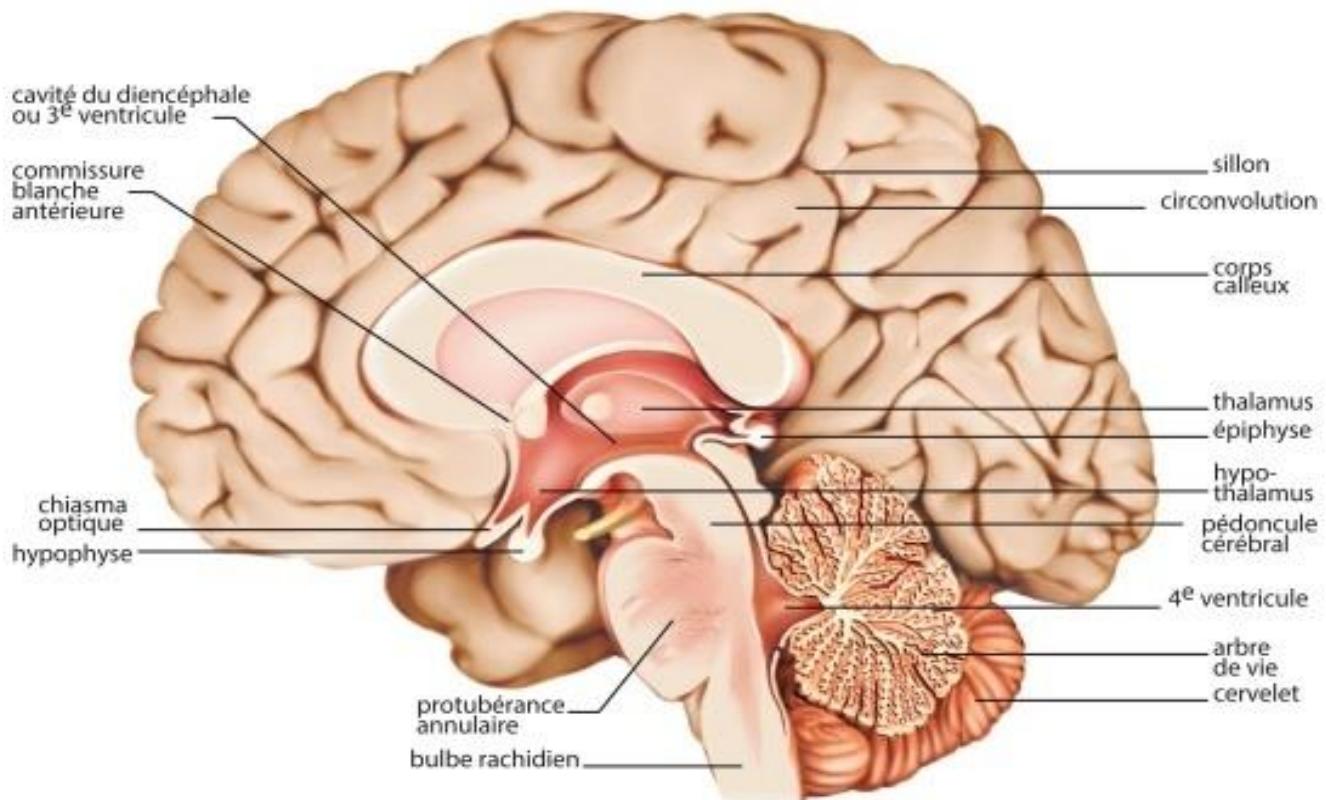


L'encéphale

-**le cerveau**, l'organe central supervisant le système nerveux, et notamment **le centre de la pensée consciente et du langage**.

-**le tronc cérébral**, à la jonction entre le cerveau, le cervelet et la moelle épinière, constitué de haut bas du mésencéphale, du pont de Varole (ou protubérance annulaire), et du bulbe rachidien (ou moelle allongée). **ou siègent la pluparts des noyaux des nerfs crâniens**.

-**le cervelet**, portion archaïque du cerveau, branchée en parallèle à la face dorsale du tronc cérébral, **ses fonctions sont le maintien de la posture, de l'équilibre, et la coordination entre les mouvements gestuels.**



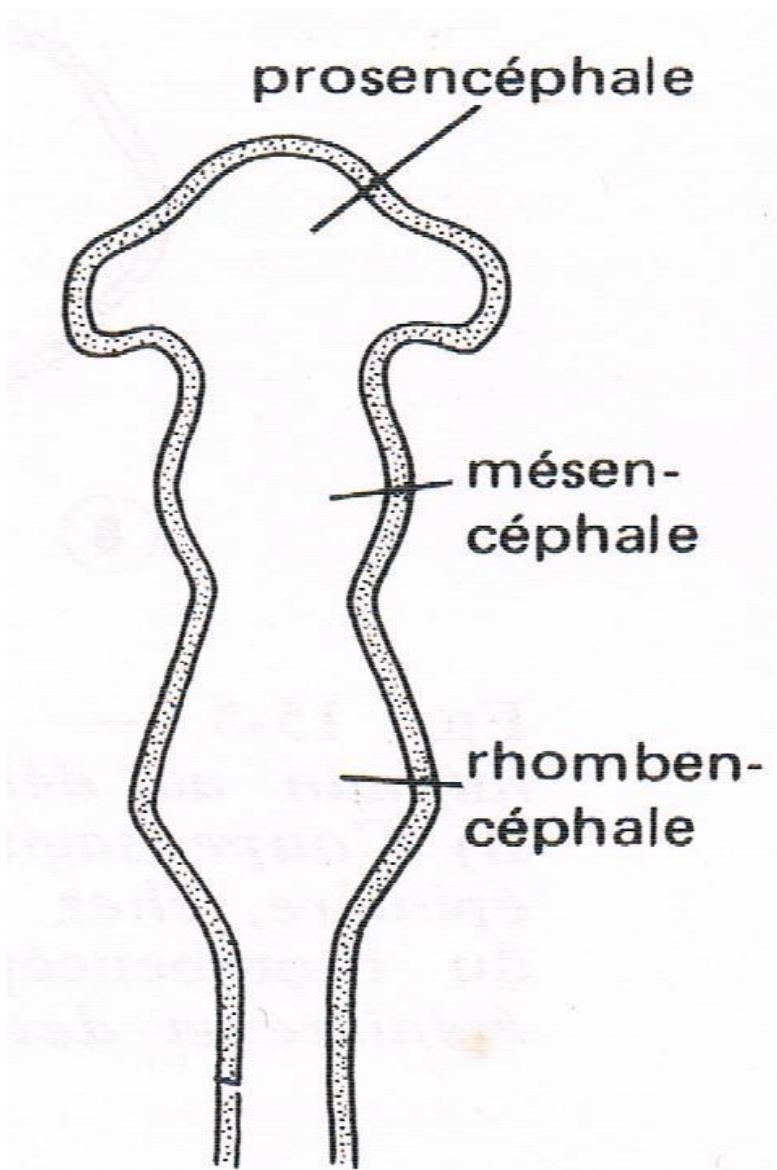
Coupe sagittale de l'encéphale

Rappel embryologique

L'extrémité crâniale du tube neural va présenter trois dilatations distinctes

les vésicules cérébrales primitives. D'avant en arrière, ce sont :

- 1 -**le prosencéphale** ou cerveau antérieur.
- 2 -**le mésencéphale** ou cerveau moyen.
- 3 -**le rhombencéphale** ou cerveau postérieur



Les trois vésicules cérébrales primitives.

Lorsque l'embryon a atteint l'âge de 5 semaines, le développement du cerveau a considérablement progressé et on peut lui décrire **cinq parties**:

-**Le prosencéphale** s'est divisé en deux parties :

1- **une partie antérieure, le télencéphale ou cerveau terminal, (hémisphères cérébraux).**

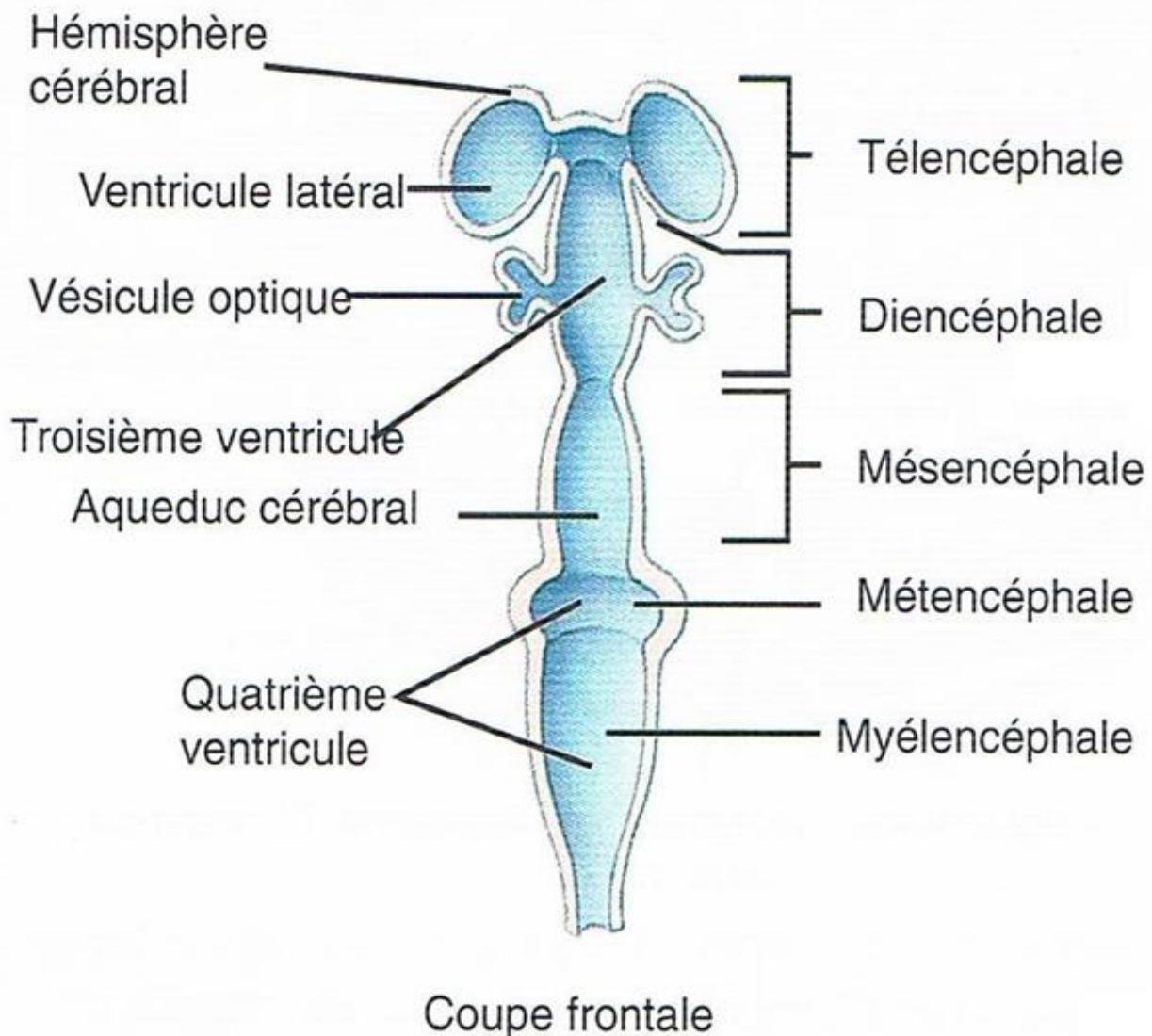
2-**une partie postérieure le diencéphale.**

3- **le mésencéphale:** subi peu de modifications.

-**le rhombencéphale** se divise en deux parties:

4- **une partie antérieure (métencéphale)** qui formera la protubérance et le cervelet.

5 - **une partie postérieure (myélencéphale)** formera le bulbe.



La lumière de la moelle épinière ou *canal de l'épendyme* se continue avec celle des vésicules cérébrales, permettant la libre circulation du liquide céphalorachidien des hémisphères cérébraux à l'extrémité terminale de la moelle.

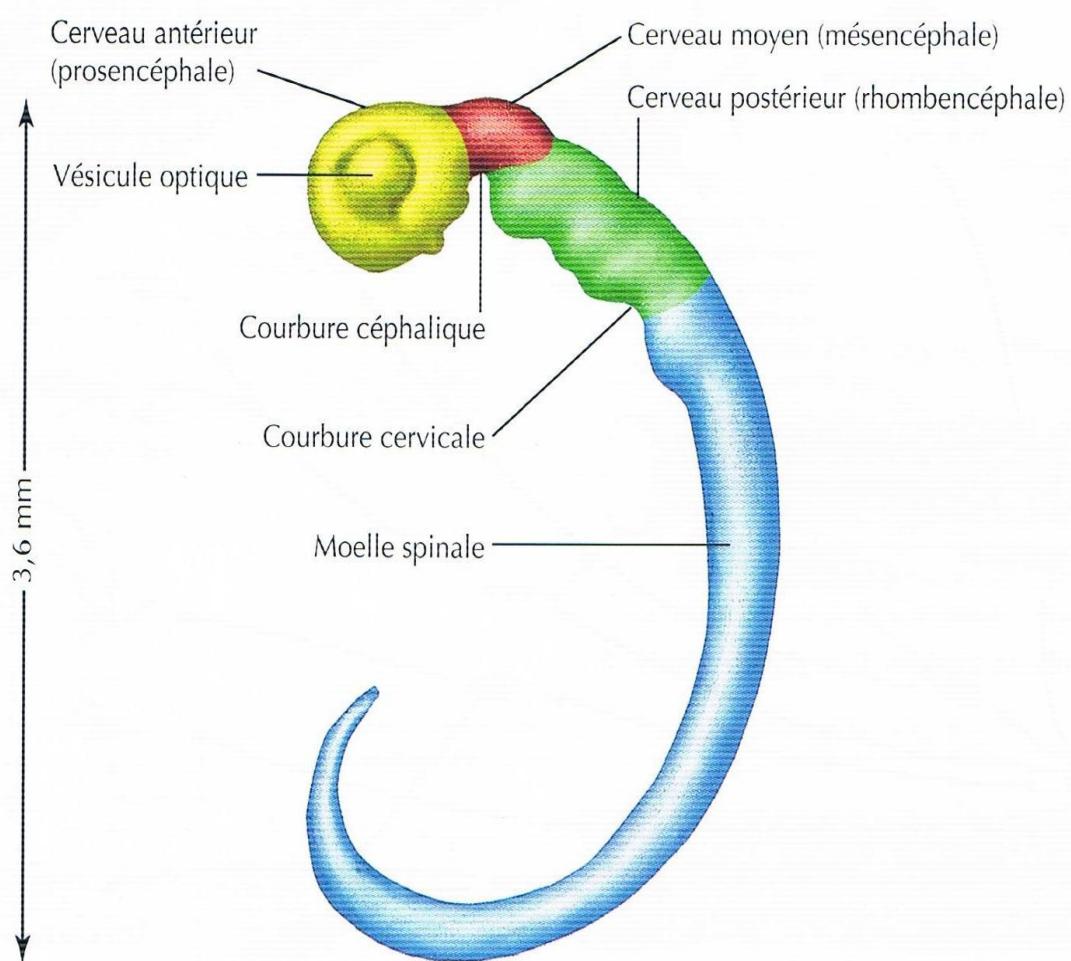
La cavité du rhombencéphale constitue le **quatrième ventricule**, celle du diencéphale le **troisième ventricule** et celle des hémisphères cérébraux **les ventricules latéraux**.

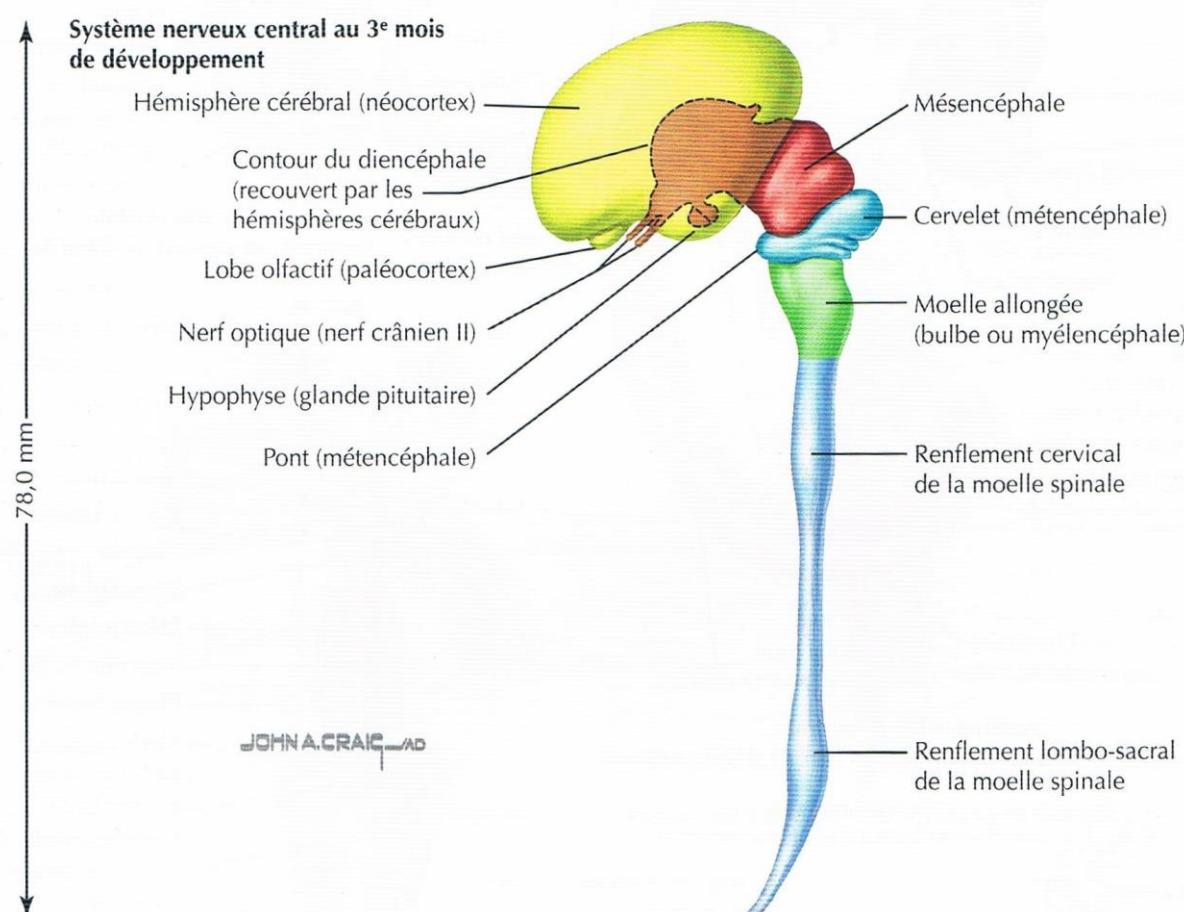
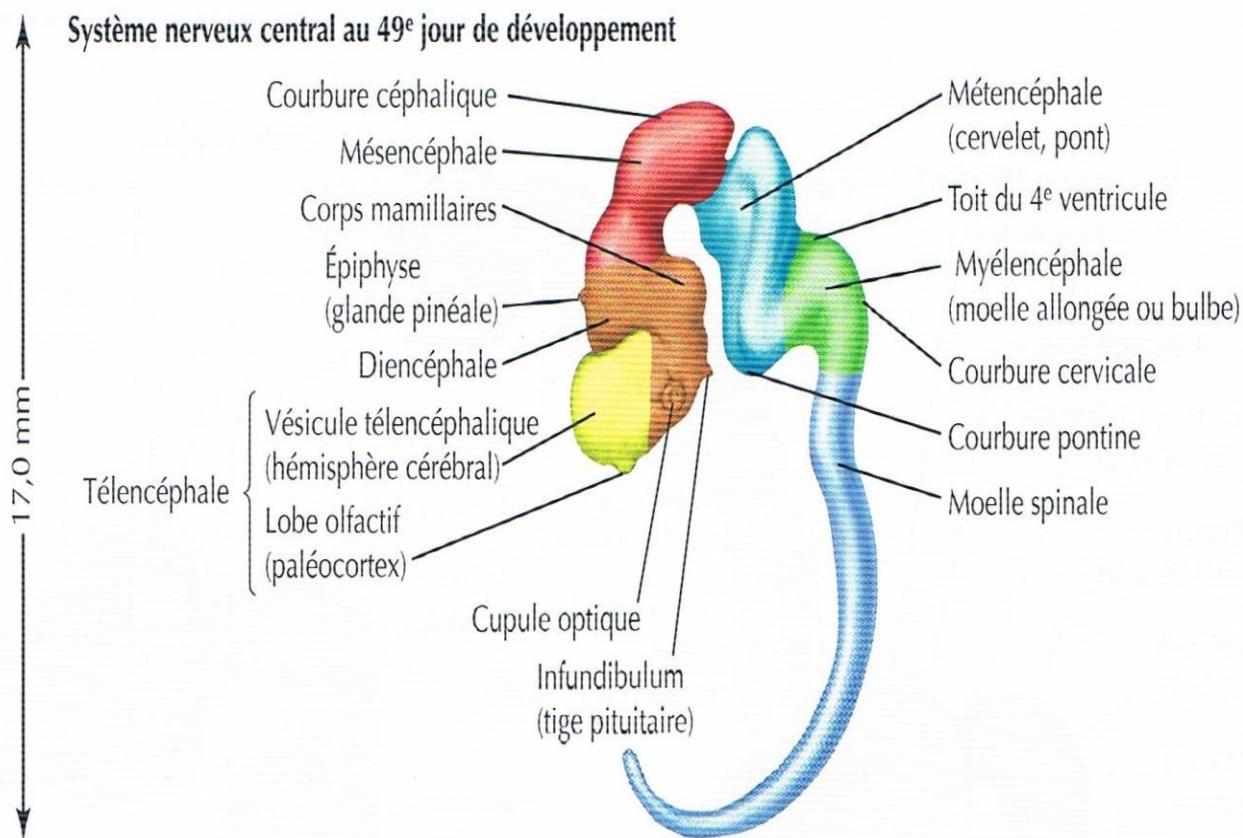
Troisième et quatrième ventricules sont primitivement réunis par la lumière du mésencéphale. Par suite de l'épaississement des parois du mésencéphale, ce canal devient très étroit, il constitue *l'aqueduc de Sylvius*. Les ventricules latéraux communiquent avec le troisième ventricule par **les trous de Monro**

Concomitamment à l'apparition des vésicules cérébrales, le tube neural s'infléchit ventralement, formant deux courbures:

- *la courbure cervicale*: entre le cerveau postérieur et la moelle épinière.
- *la courbure céphalique* dans la région du cerveau moyen.

Système nerveux central au 28^e jour





DÉVELOPPEMENT DE L'ENCÉPHALE

Développement postnatal

Le cerveau du nouveau-né à terme pèse **350 ± 50 g**, le poids étant proportionnel au volume crânien.

À la naissance, la tête correspond à un quart de la longueur totale du corps, et son contenu, le cerveau, constitue **10 % du poids du corps (2 % chez l'adulte)**.

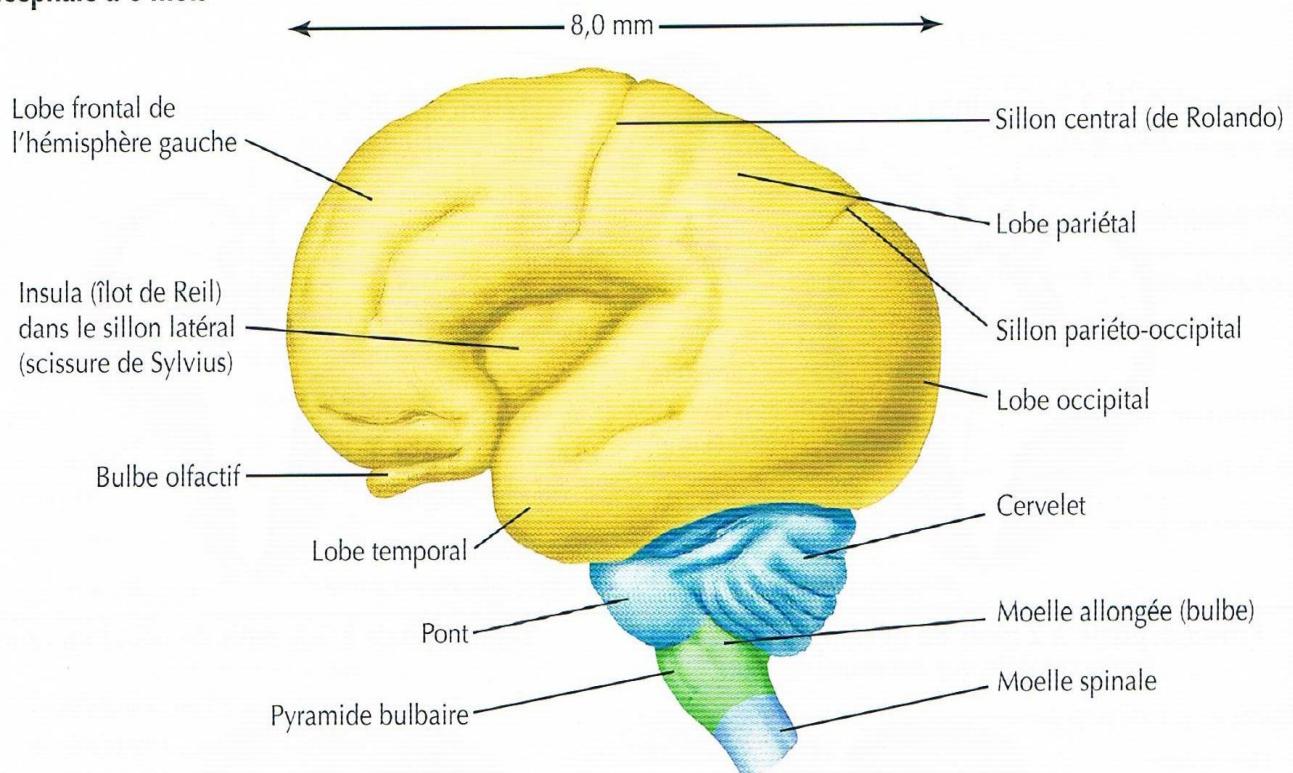
À 6 mois, l'encéphale double son volume de naissance.

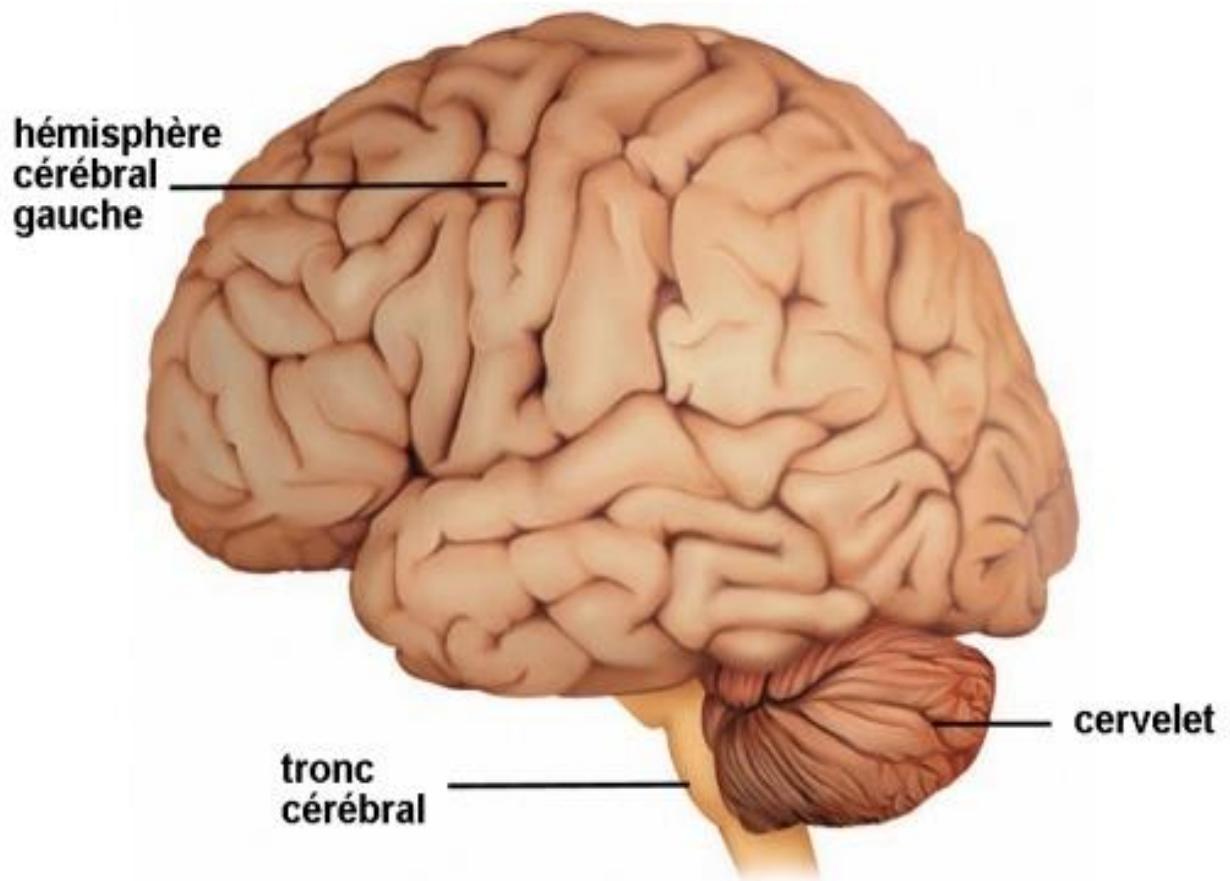
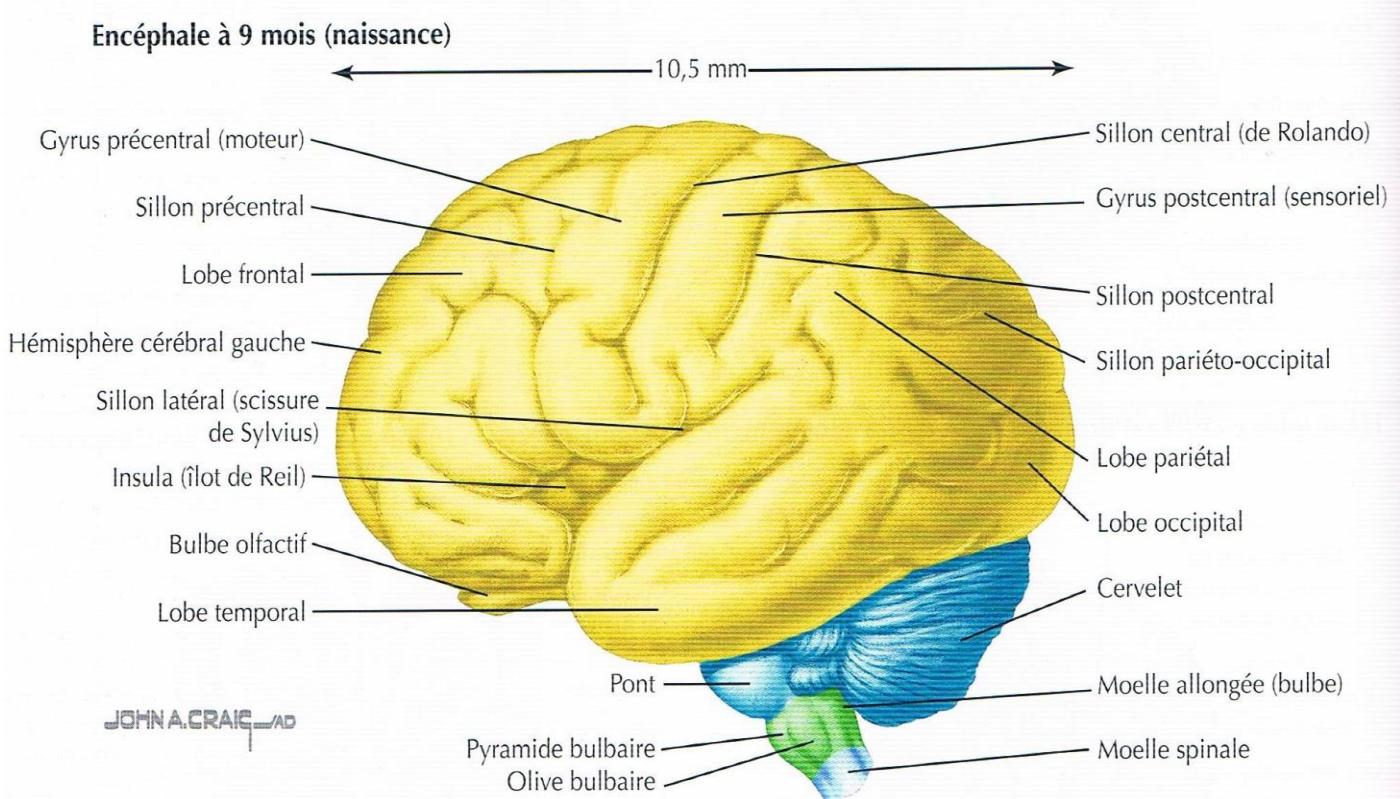
Le cerveau atteint **90 % de sa taille adulte vers la 5^e année, et 95 % à 10 ans.**

Les sillons et gyrus cérébraux apparaissent dès le 4^e mois de gestation.

À terme, l'arrangement général des sillons et des gyrus est effectif, mais l'insula n'est pas complètement recouvert.

Encéphale à 6 mois





Encéphale chez l'adulte

L'anencéphalie

est une malformation congénitale du système nerveux central qui découle de l'absence de la fermeture normale du tube neural à l'extrémité antérieure (neuropore céphalique), généralement entre le 26e et le 27e jour de la grossesse. Cette malformation cause l'absence ou totale de l'encéphale, du crâne, et du cuir chevelu. Le fœtus avec cette malformation est sans prosencéphale, et alors il n'a ni les capacités de penser ni de se coordonner. Le cerveau qui reste est souvent exposé à cause du manque de crâne et de cuir chevelu. Ces problèmes sont parfois associés à l'absence de moelle spinale (amyélencéphalie).

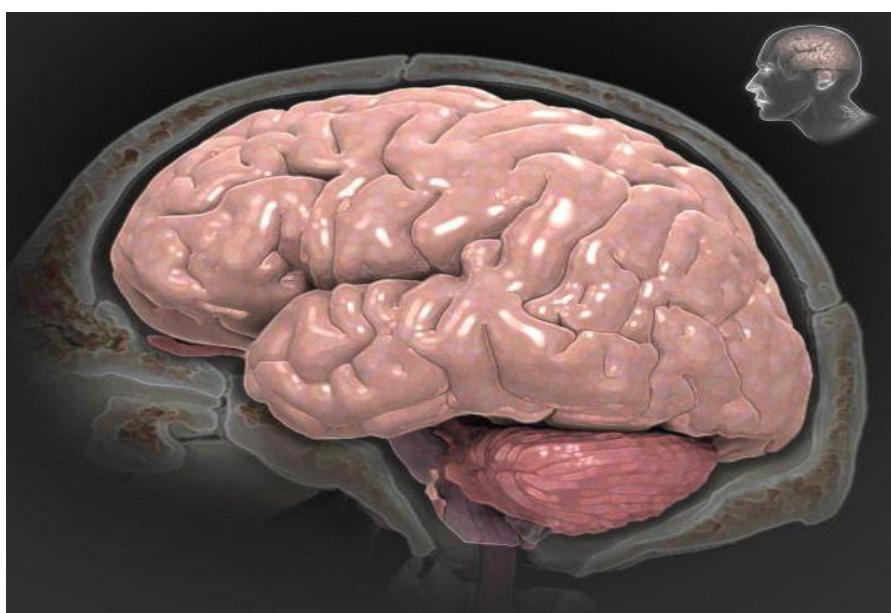
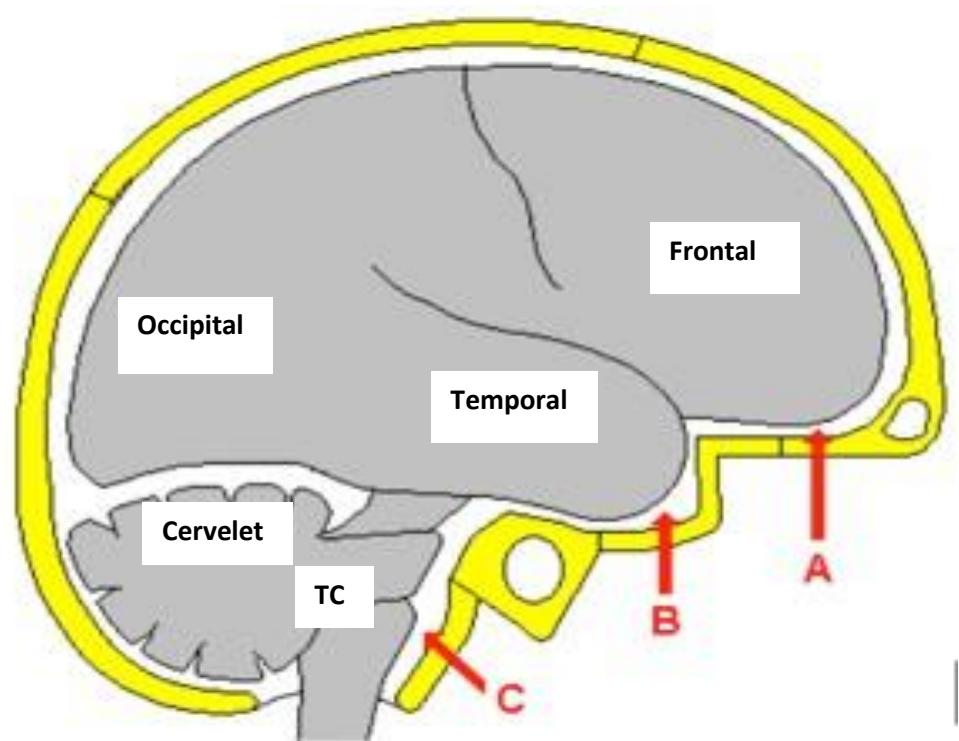
Les nouveau-nés touchés par l'anencéphalie sont habituellement sourds, aveugles, sans connaissance, et sont inaptes à ressentir la douleur. Généralement les nouveau-nés sont non viables s'il y a absence totale de l'encéphale mais peuvent vivre quelques jours s'il y a présence de l'encéphale notamment si le tronc cérébral est présent pouvant assurer la respiration et l'activité cardiovasculaire.



Rapports de l'encéphale

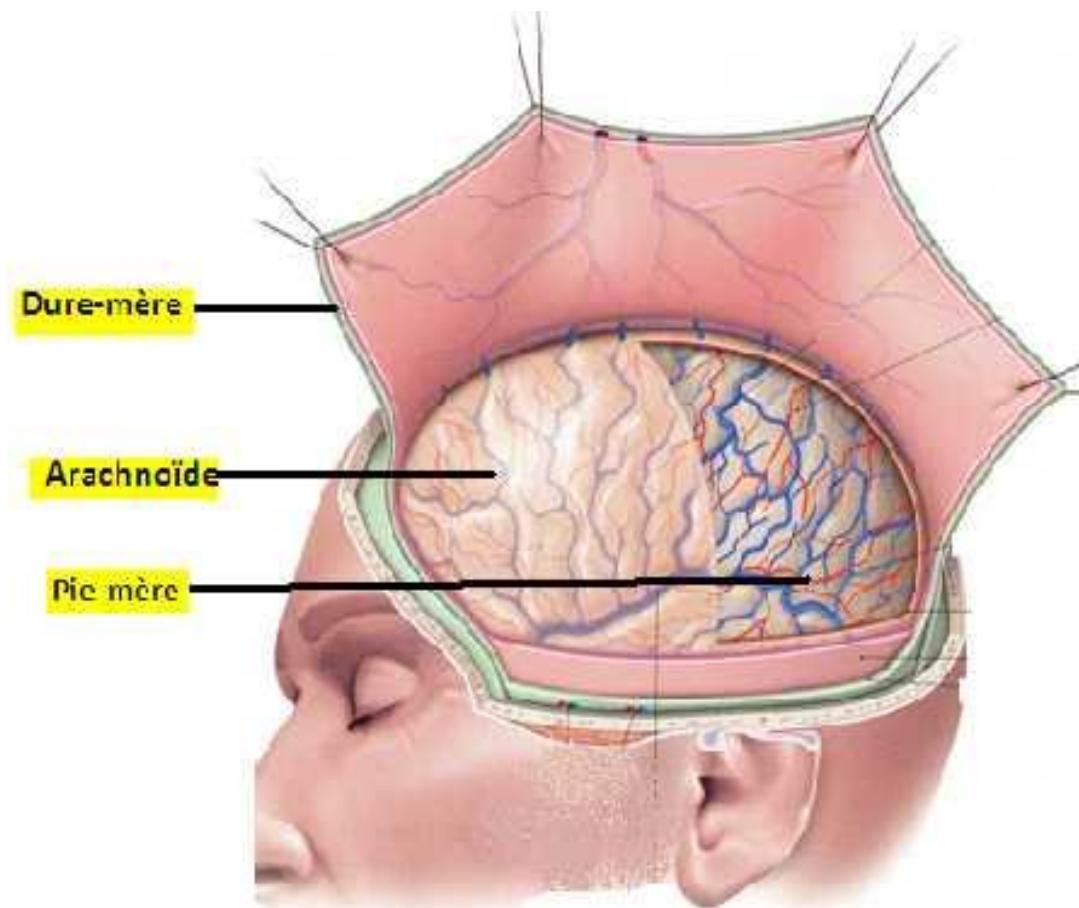
L'encéphale, est contenu dans la boîte crânienne.

Les hémisphères cérébraux en occupent la plus grande partie, les deux pôles frontaux reposant sur l'étage antérieur(**A**) de la base du crâne, les deux pôles temporaux sur l'étage moyen(**B**). Dans la partie la plus reculée, l'étage postérieur ou fosse cérébrale postérieure(**C**), on trouve le tronc cérébral et le cervelet, surmontés du pôle occipital des hémisphères.



L'encéphale est enveloppé par **trois couches de méninges** :

1- La dure-mère forme un revêtement fibreux, solide, qui tapisse toute la paroi du crâne, se continuant autour du trou occipital avec la dure-mère rachidienne. Elle englobe dans des dédoublements la plupart des grosses veines ou sinus du crâne. Mais aussi, elle envoie plusieurs expansions qui compartimentent la boîte crânienne. Les deux plus importantes sont **la faux du cerveau** et la **tente du cervelet**



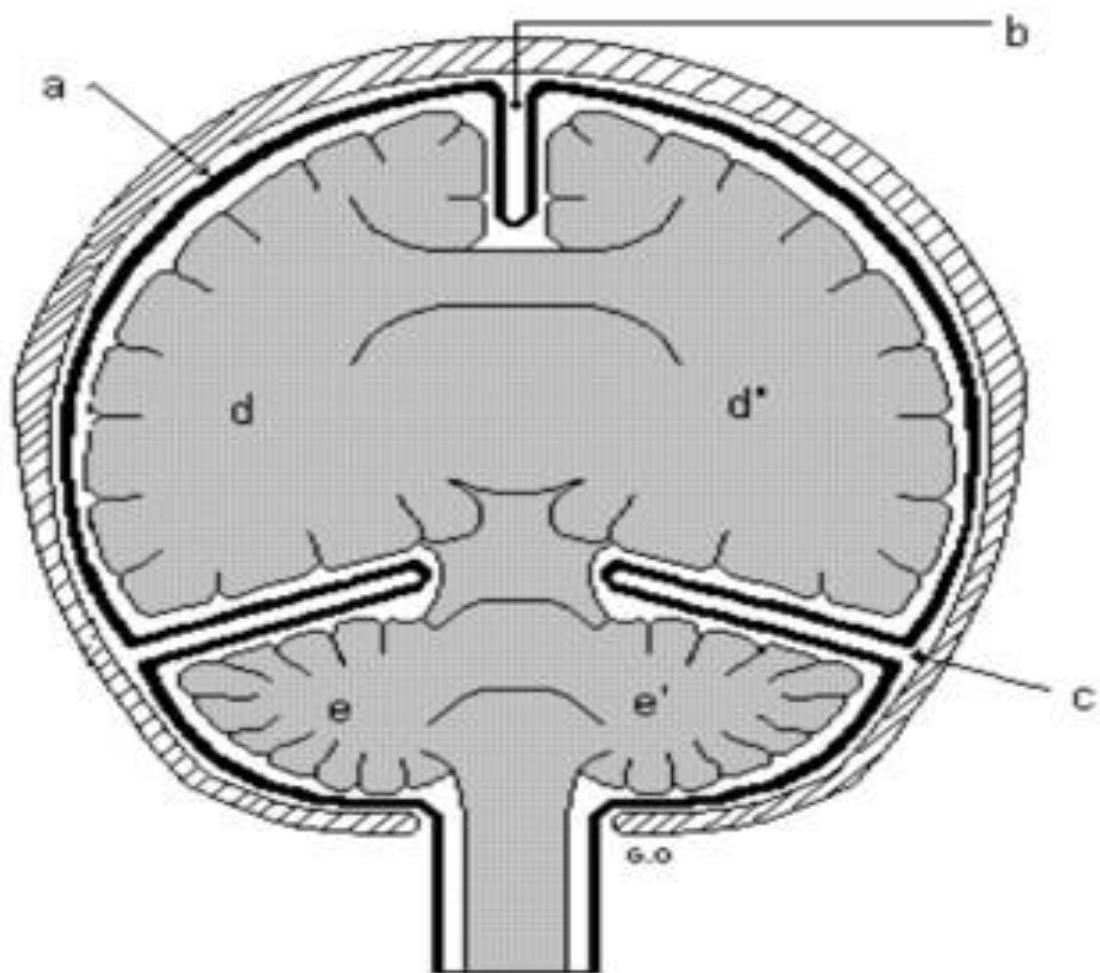
Les méninges de l'encéphale

La tente du cervelet est une cloison tendue dans un plan grossièrement horizontal, entre deux cordons fibreux : l'un, la grande circonference de Vicq d'Azyr, unit les deux apophyses clinoïdes postérieures en suivant les bords supérieurs des deux rochers, puis le trajet des deux sinus latéraux; l'autre, la petite circonference de Vicq d'Azyr, unit les deux apophyses clinoïdes antérieures formant un arc de cercle ouvert en avant, et limitant un orifice, **le foramen ovale de Pacchioni**, qui laisse passer le tronc cérébral. La tente du cervelet sépare le cervelet de la partie postérieure des hémisphères cérébraux

La faux du cerveau est tendue dans un plan sagittal. Elle se fixe en arrière sur la partie médiane de

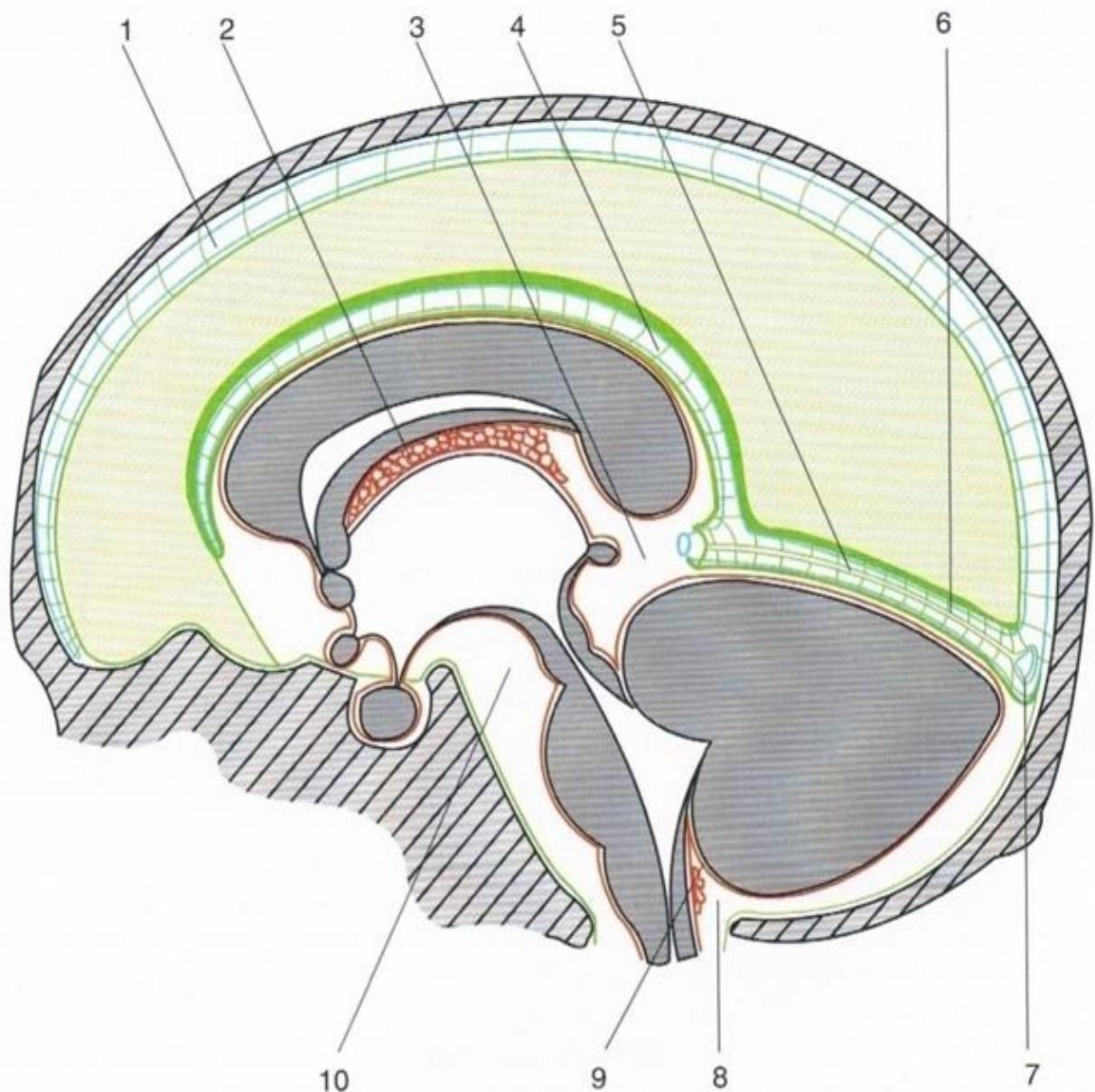
la tente du cervelet, puis sur l'axe médian de la voûte du crâne selon une ligne occupée par le sinus longitudinal supérieur, et enfin en avant sur la partie médiane de l'étage antérieur de la base et en particulier sur l'apophyse crista galli. Elle sépare les hémisphères cérébraux; son bord libre qui suit d'arrière en avant la périphérie du corps calleux englobe dans un dédoublement le sinus longitudinal inférieur.

-Deux autres expansions dure-mériennes entourent la selle turcique : une expansion horizontale forme le toit de la selle, ou **tente de l'hypophyse**; deux expansions latérales isolent de part et d'autre de la selle deux petites logettes occupées par des lacs veineux : **les sinus caverneux**.



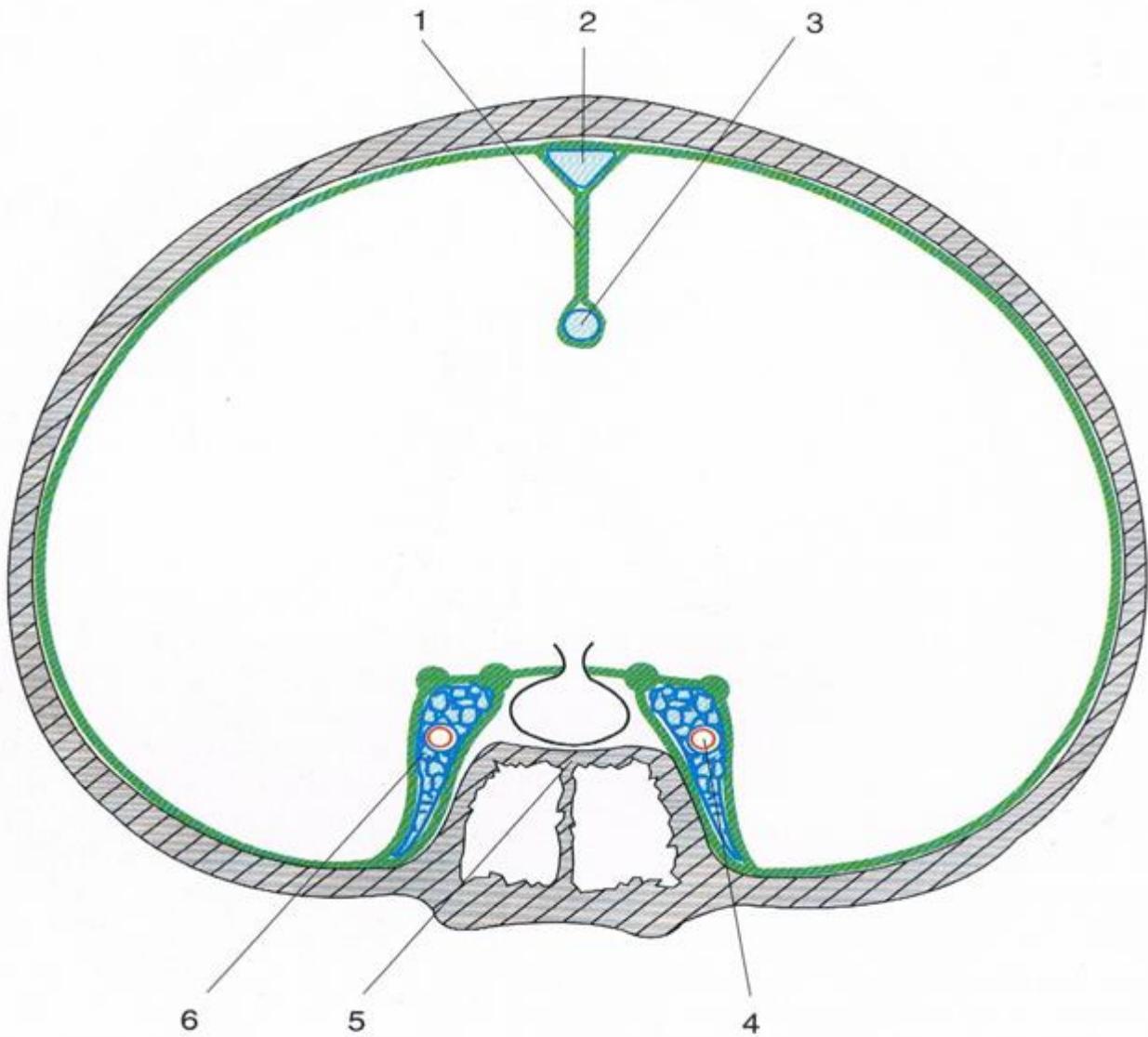
La dure-mère (a) tapisse la face interne du crâne et forme une cloison transversale, sous le cerveau appelée tente du cervelet ou faux du cervelet (c). Elle forme aussi une cloison médiо-sagittale entre les deux hémisphères du cerveau, appelée faux du cerveau (b).

Ainsi le volume intracrânien se trouve séparé en deux étages : dorsalement, la loge supra-tentorielle qui contient les deux hémisphères du cerveau (d, d'), en dessous la loge soustentorielle (qui correspond à la fosse crânienne postérieure) (e, e') qui contient le cervelet et le tronc cérébral, appuyée sur le clivus.



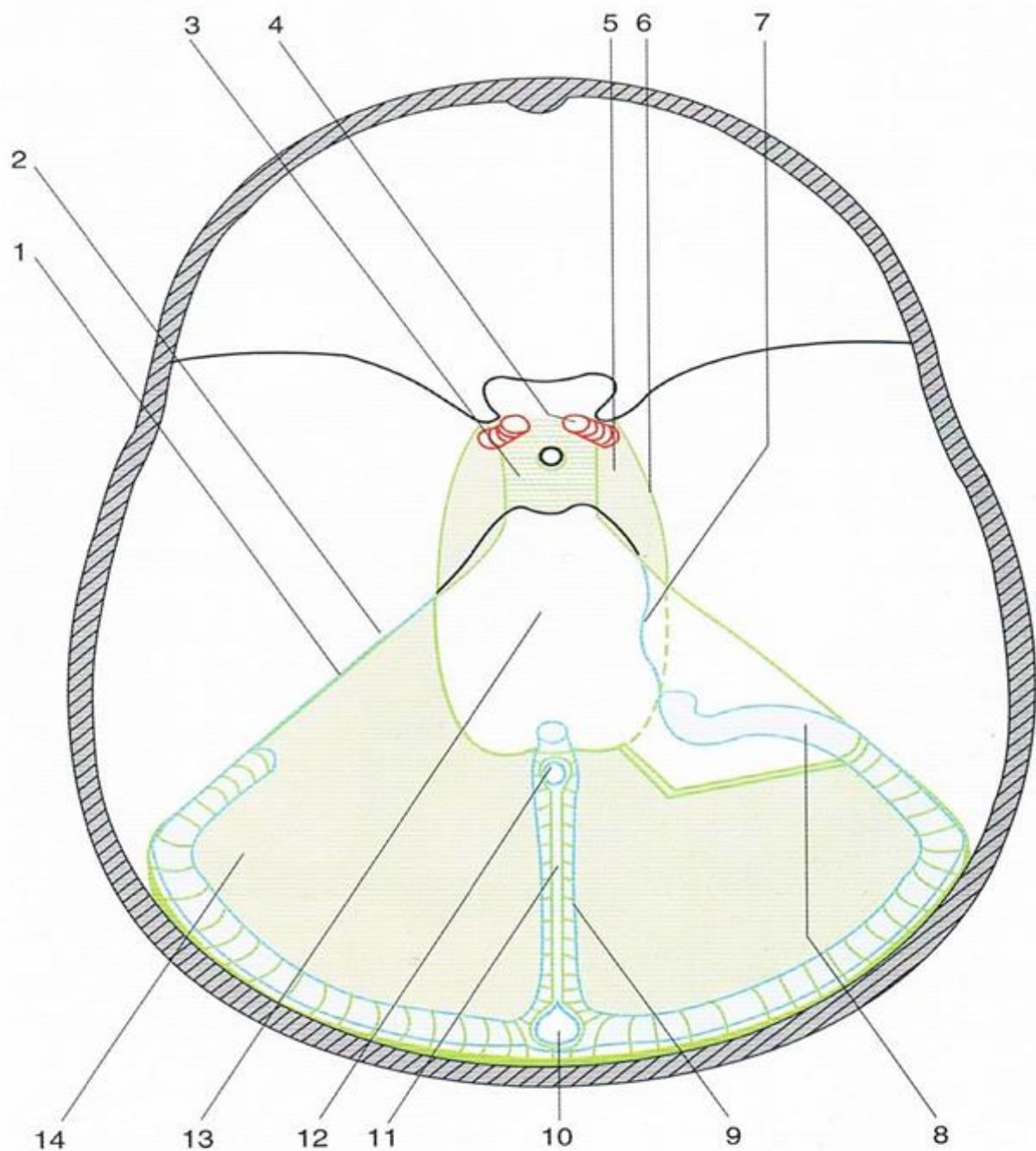
La faux du cerveau.

1. Sinus longitudinal supérieur.
2. Plexus choroïdes du troisième ventricule.
3. Citerne ambiante.
4. Sinus longitudinal inférieur.
5. Tente du cervelet.
6. Sinus droit.
7. Pressoir d'Hérophile.
8. Grande citerne.
9. Plexus choroïdes du quatrième ventricule.
10. Citerne basale.



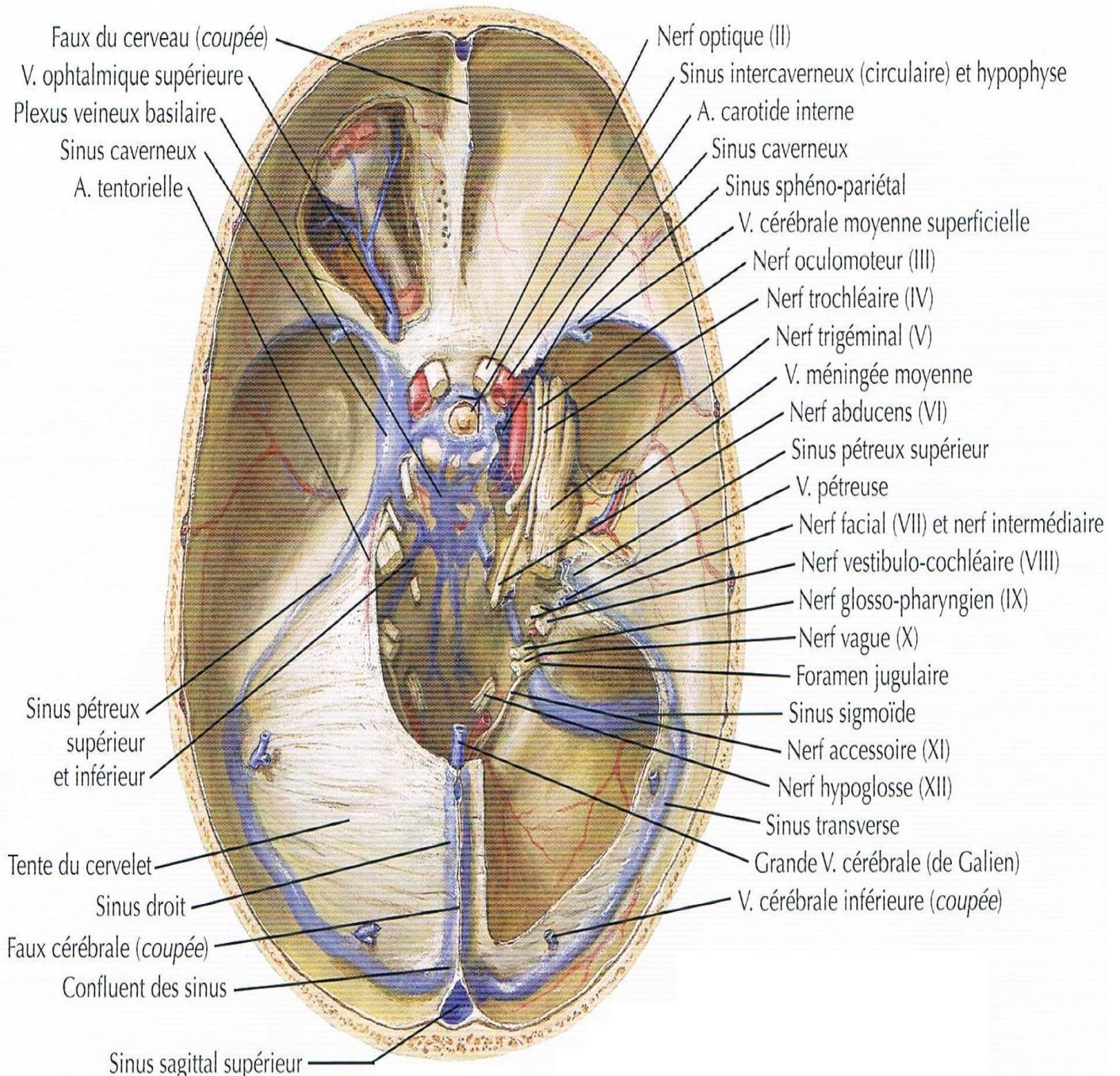
Coupe frontale passant par le sinus caverneux.

1. Faux du cerveau. 2. Sinus longitudinal supérieur. 3. Sinus longitudinal inférieur. 4. Carotide interne. 5. Selle turcique. 6. Sinus caverneux.

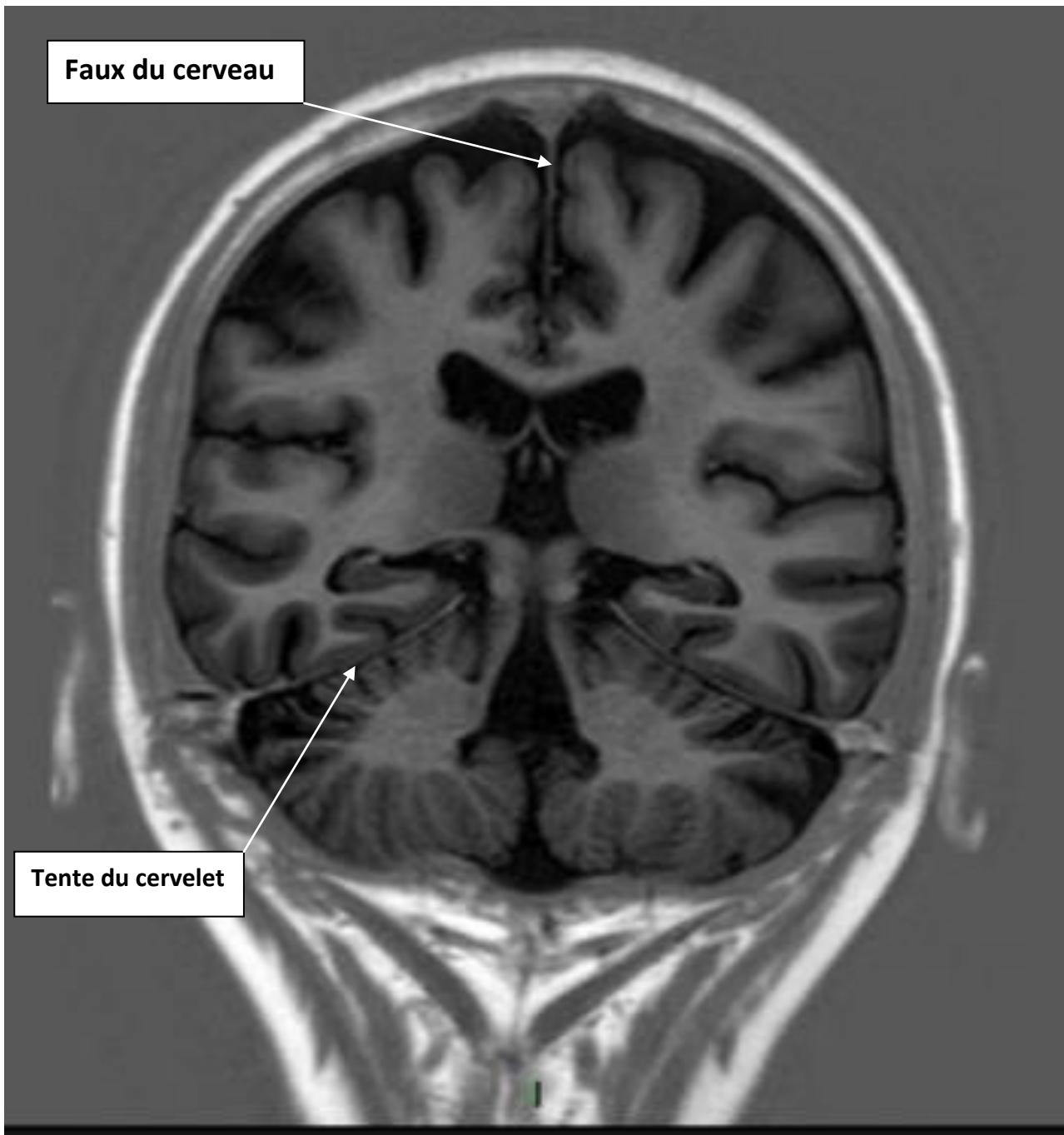


La tente du cervelet.

1. Sinus pétreux supérieur.
2. Grande circonference de Vicq d'Azyr.
3. Tente de l'hypophyse.
4. Carotide interne.
5. Sinus caverneux.
6. Petite circonference de Vicq d'Azyr.
7. Sinus pétreux inférieur.
8. Sinus latéral.
9. Sinus droit.
10. Pressoir d'Hærophile.
11. Faux du cerveau.
12. Sinus longitudinal inférieur.
13. Foramen ovale de Pacchioni.
14. Tente du cervelet.

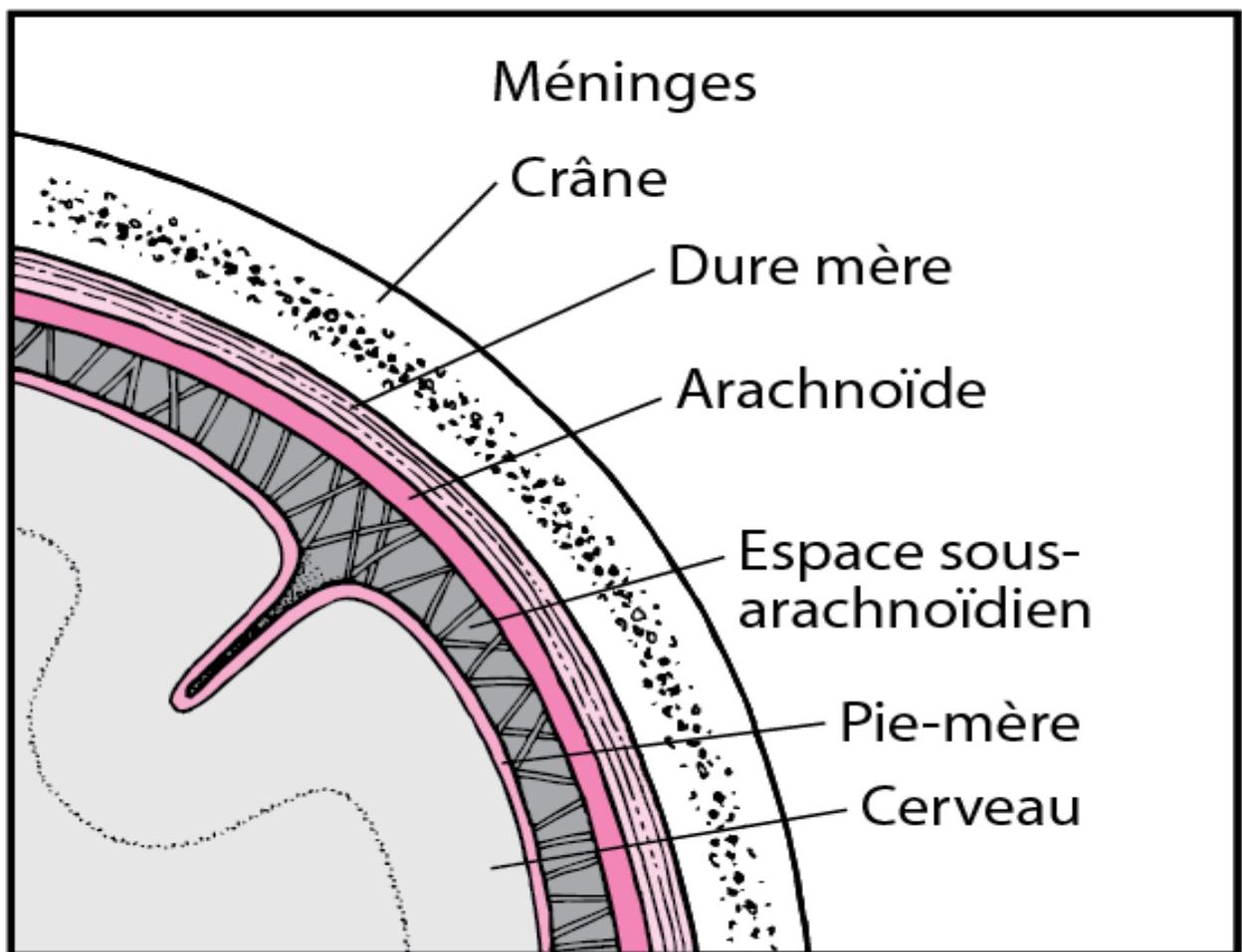


Vue supérieure de l'endobase montrant la tente du cervelet les sinus veineux et nerfs crâniens



Scanner de l'encéphale coupe frontale.

2-L'arachnoïde forme une membrane qui tapisse toute la face profonde de la dure-mère; au-dessous d'elle, un espace occupé par des travées conjonctives lâches qui la relient à la pie-mère est rempli **de liquide céphalo-rachidien** : **c'est l'espace sous-arachnoïdien**, qui est d'une épaisseur variable avec les reliefs périphériques de l'encéphale. Lorsque l'encéphale forme une dépression ou un sillon profond, le liquide céphalo-rachidien est relativement abondant, constituant une *citerne*, par exemple la grande citerne située autour du bulbe rachidien, immédiatement au-dessus du trou occipital, la citerne basale située autour de la tige pituitaire, la citerne ambiante au-dessous du bourrelet du corps calleux.

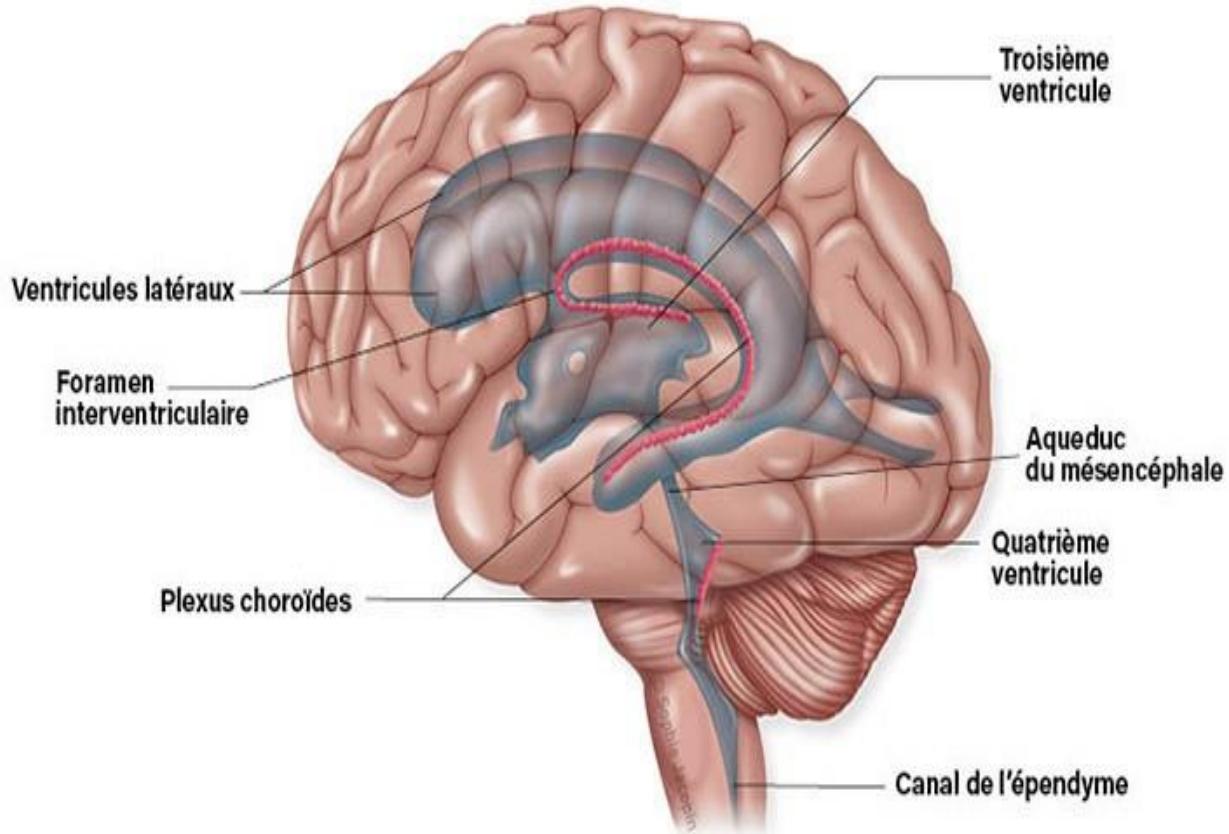


3-La pie-mère, enfin, tapisse toute la surface de l'encéphale, s'enfonçant dans les sillons. Cette pie-mère porte en certains points des pelotons vasculaires, appelés **plexus choroïdes** qui saillent à l'intérieur des cavités ventriculaires, et qui sont les lieux de formation du **liquide céphalo-rachidien (L C R)** à partir du plasma sanguin, On trouve ainsi :

Les plexus choroïdes du quatrième ventricule situés à la face postérieure de celui-ci.

Les plexus choroïdes du troisième ventricule formant un cordon axial qui suit la face supérieure du ventricule.

Les plexus choroïdes des ventricules latéraux qui longent depuis les deux trous de Monro le bord interne des deux ventricules latéraux jusqu'à leur portion terminale.



Ainsi le liquide céphalo-rachidien occupe deux compartiments :

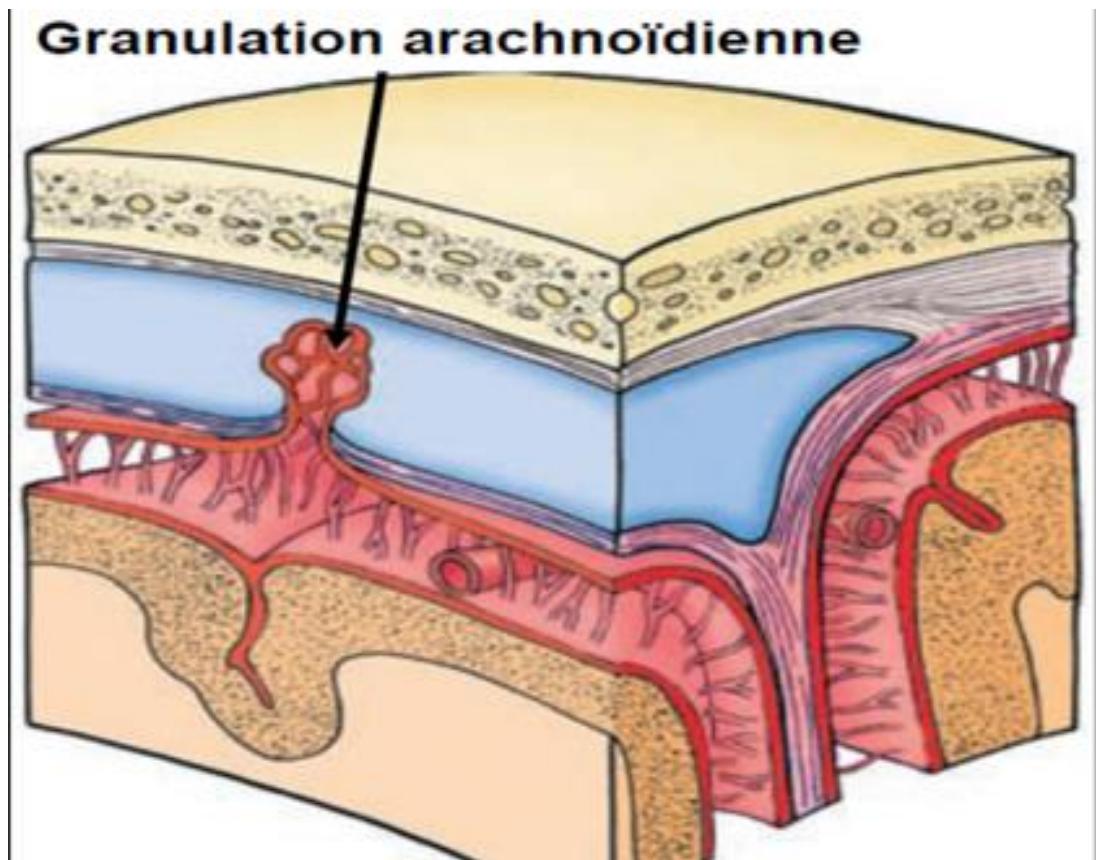
Un compartiment périphérique : les espaces arachnoïdiens.

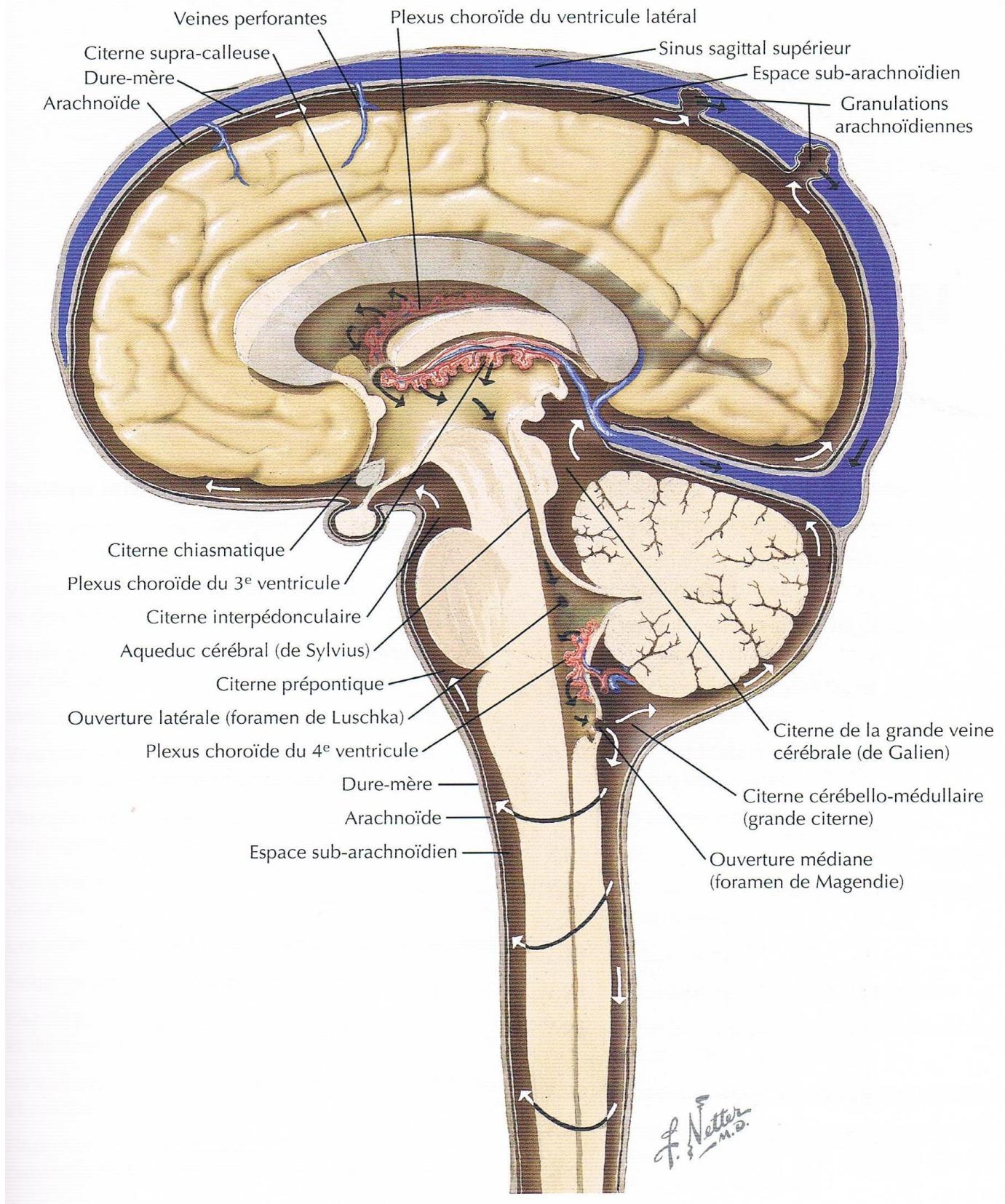
Un compartiment interne : les cavités ventriculaires.

Le liquide céphalo-rachidien formé par les plexus choroïdes, il s'accumule dans les ventricules, trois orifices font communiquer ces compartiments avec le compartiment périphérique : ce sont les deux **trous de Luschka** et le **trou de Magendie**. Des espaces périphériques le liquide céphalo-rachidien est résorbé par le sang veineux des sinus au niveau de **petites formations arachnoïdiennes : les corpuscules de Pacchioni**.

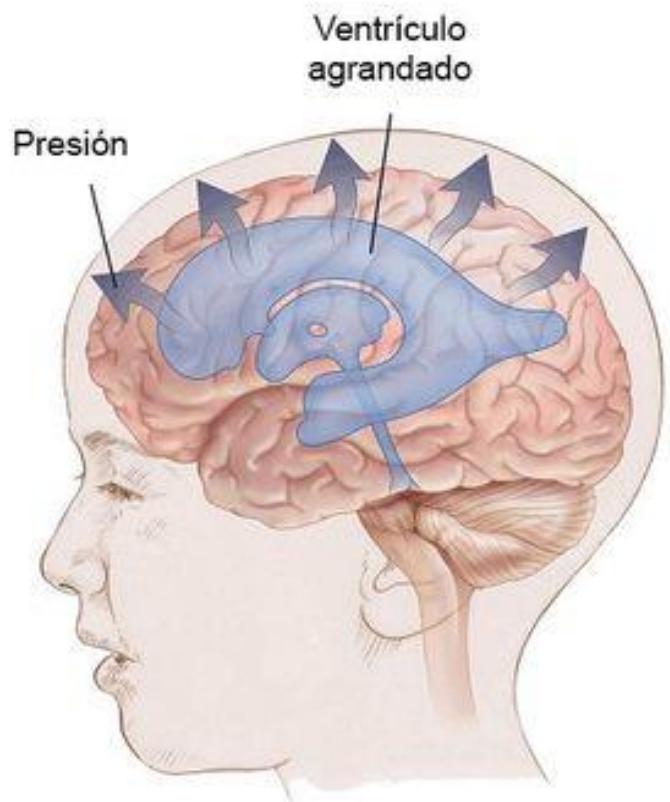
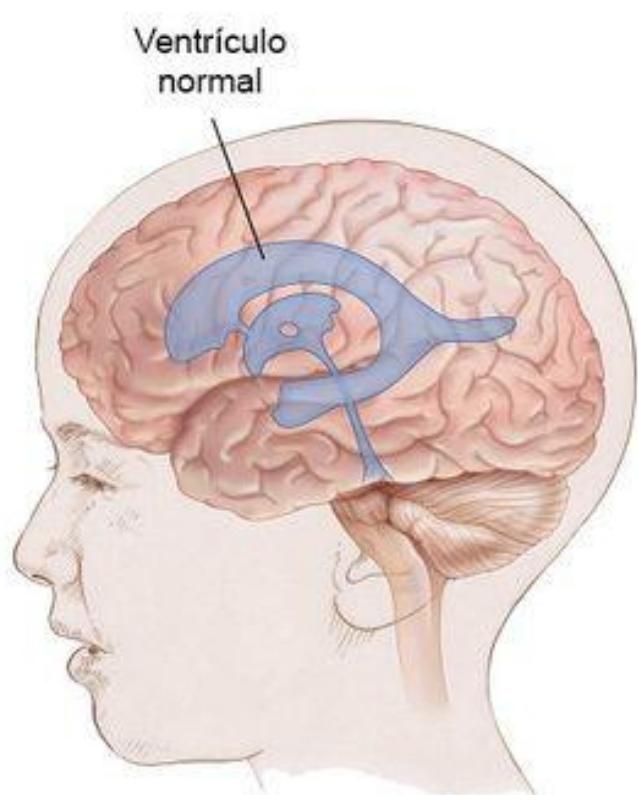
Il n'existe pas une véritable circulation du liquide céphalo-rachidien, mais un cheminement depuis les zones de sécrétion jusqu'aux zones de résorption.

-**Un obstacle pathologique au niveau d'un des points rétrécis de ce courant peut entraîner une accumulation hypertention intracrânienne nocive.**





Les compartiments où circule le LCR, le compartiment périphérique : les espaces arachnoïdiens et le compartiment interne : les cavités ventriculaires.



En cas de blocage à la circulation du LCR chez l'enfant, la pression intra-ventriculaire augmente et entraîne une macrocéphalie



macrocéphalie

Vascularisation de l'encéphale

1. LES ARTÈRES

Le sang artériel parvient à l'encéphale par deux sources :

Les deux artères carotides internes.

Les deux artères vertébrales.

De chaque côté, la *carotide interne*, qui parvient dans le crâne après avoir traversé la pointe du rocher, longe les parois latérales de la selle turcique en traversant le sinus caverneux, puis se divise en ses branches terminales au contact des apophyses clinoïdes antérieures :

la branche principale se porte en-dehors dans la profondeur de la scissure de Sylvius. C'est *l'artère cérébrale moyenne ou artère sylvienne*.

une branche se dirige en avant et en-dedans, c'est *l'artère cérébrale antérieure*, unie à son homologue de l'autre côté par une anastomose transversale : *l'artère communicante antérieure*.

une branche se dirige vers l'arrière pour rejoindre l'artère cérébrale postérieure du même côté : *c'est l'artère communicante postérieure*.

En outre, la carotide interne donne l'artère ophtalmique, et l'artère choroïdienne antérieure, qui suit la fente de Bichat pour aller alimenter les plexus choroïdes des ventricules latéraux et du troisième ventricule, ainsi qu'un petit territoire dans les hémisphères.

Les artères vertébrales parviennent dans la boîte crânienne par le trou occipital. Elles se rapprochent l'une de l'autre et se réunissent sur le milieu du sillon bulbo-protubérantiel en formant *le tronc basilaire*. Celui-ci monte devant la protubérance et, à son bord supérieur, se divise en deux branches terminales : les artères cérébrales postérieures. Au cours de ce trajet, les artères vertébrales puis le tronc basilaire envoient des artères qui pénètrent le tronc cérébral et le vascularisent. En outre, ils donnent trois paires d'artères qui contournent le tronc cérébral pour aller vasculariser le cervelet :

Les artères cérébelleuses inférieures naissent de la partie terminale des deux artères vertébrales.

Les artères cérébelleuses moyennes naissent de la partie initiale du tronc basilaire.

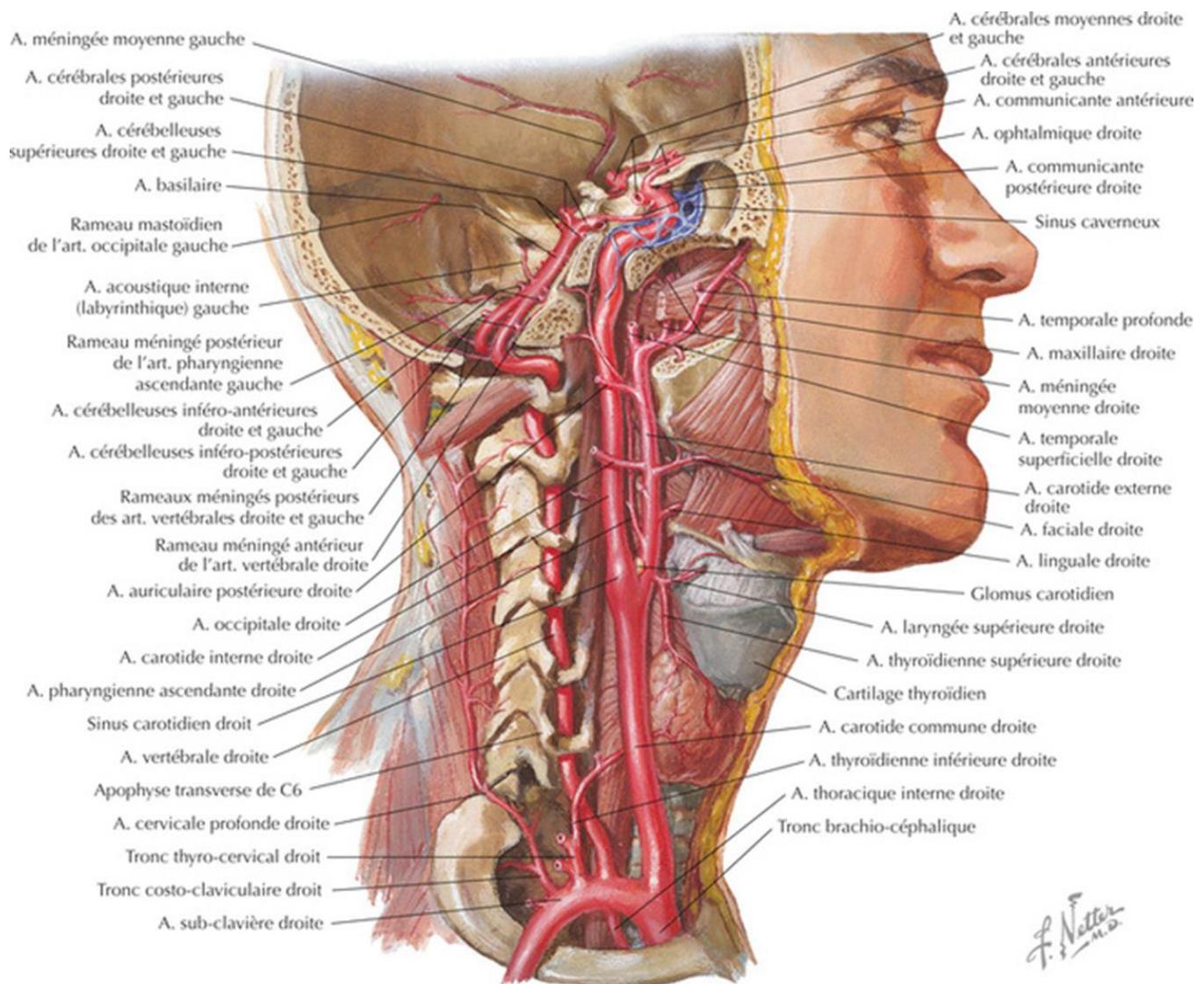
Les artères cérébelleuses supérieures de la partie terminale du tronc basilaire.

Autour de la selle turcique, les branches terminales des deux systèmes carotidien et vertébral sont anastomosées entre elles par les deux artères communicantes postérieures. Il existe ainsi *un polygone artériel , dit polygone de Willis*, dont les côtés sont : les deux artères cérébrales postérieures, les deux communicantes postérieures, les deux cérébrales antérieures et la communicante antérieure.

De ce système basilaire partent des artères qui pénètrent le cerveau par sa face inférieure et vascularisent sa partie basale et une partie des noyaux gris centraux. Mais la plus grande partie des hémisphères et *La cérébrale moyenne* parcourt la profondeur de la scissure de Sylvius et vascularise la plus grande partie de

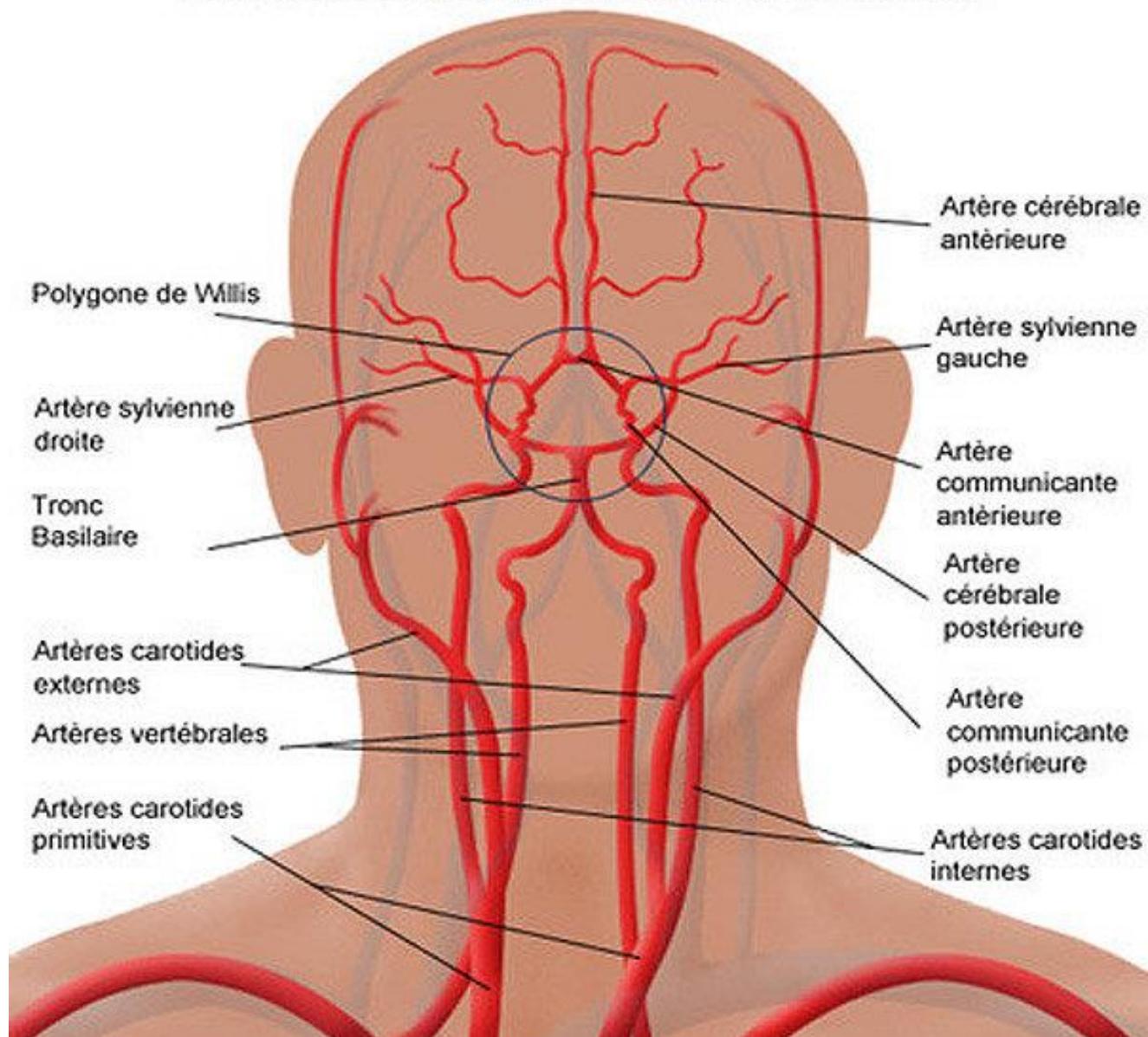
la face externe du cerveau; la *cérébrale antérieure* vascularise la partie interne des lobes frontal et pariétal; la *cérébrale postérieure* la partie interne des lobes occipital et temporal. Dans la profondeur des hémisphères chacune de ces trois artères a également un territoire propre assez bien connu, bien que sujet à des variations.

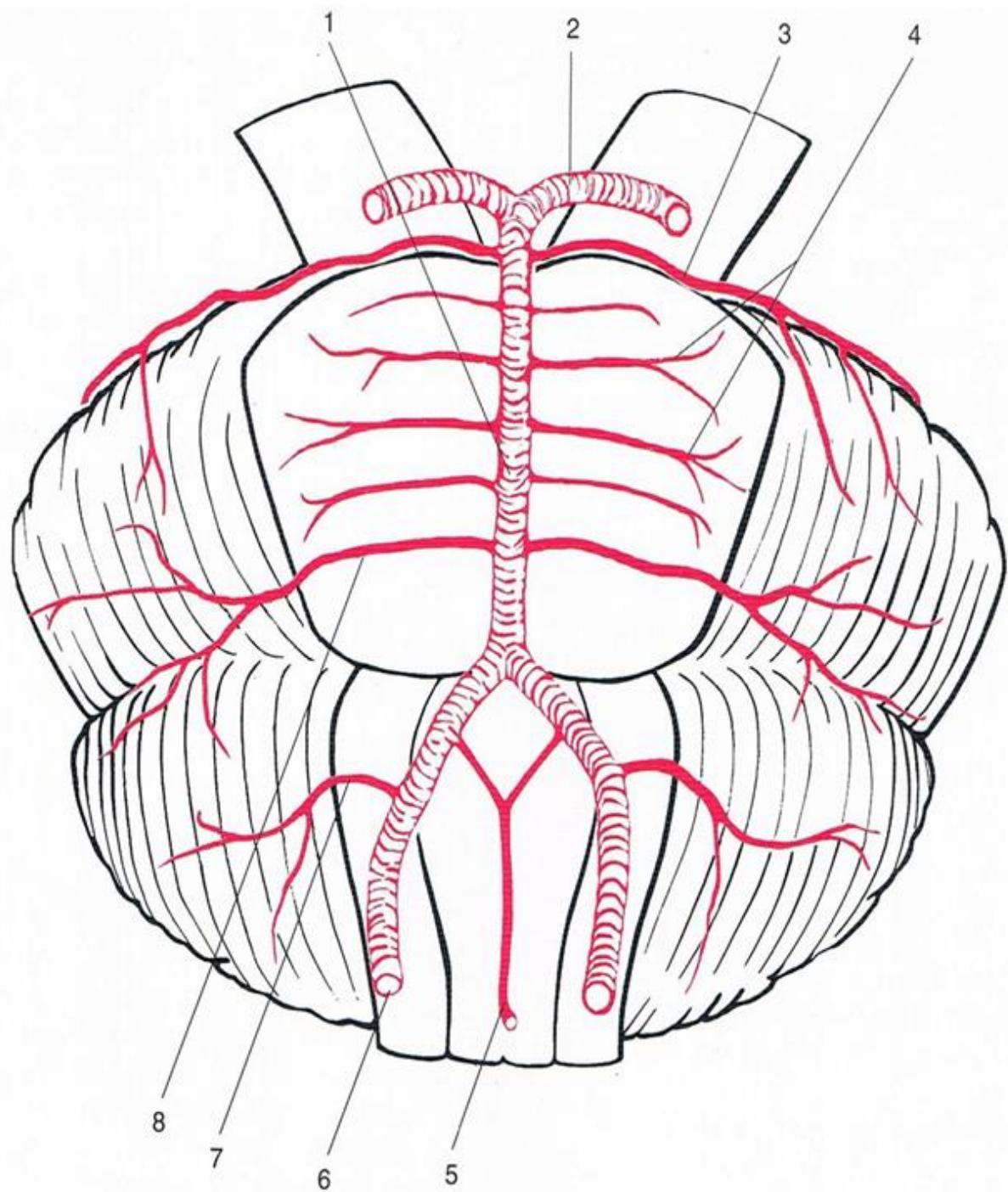
Il existe entre les différentes artères qui parcourent la surface du cerveau, et surtout au niveau du polygone de Willis, des anastomoses importantes. Il y a donc des possibilités de suppléances, surtout efficaces en cas d'oblitération lente d'un ou de plusieurs troncs. Par contre, en ce qui concerne les branches pénétrant dans la profondeur, les anastomoses n'ont pas de valeur fonctionnelle, et la vascularisation profonde doit être considérée comme terminale, expliquant la gravité des oblitérations artérielles, en particulier dans la maladie athéromateuse.



Vue latérale droite de tête et cou montrant les deux artères principales qui vascularisent l'encéphale : l'artère carotide interne et l'artère vertébrale

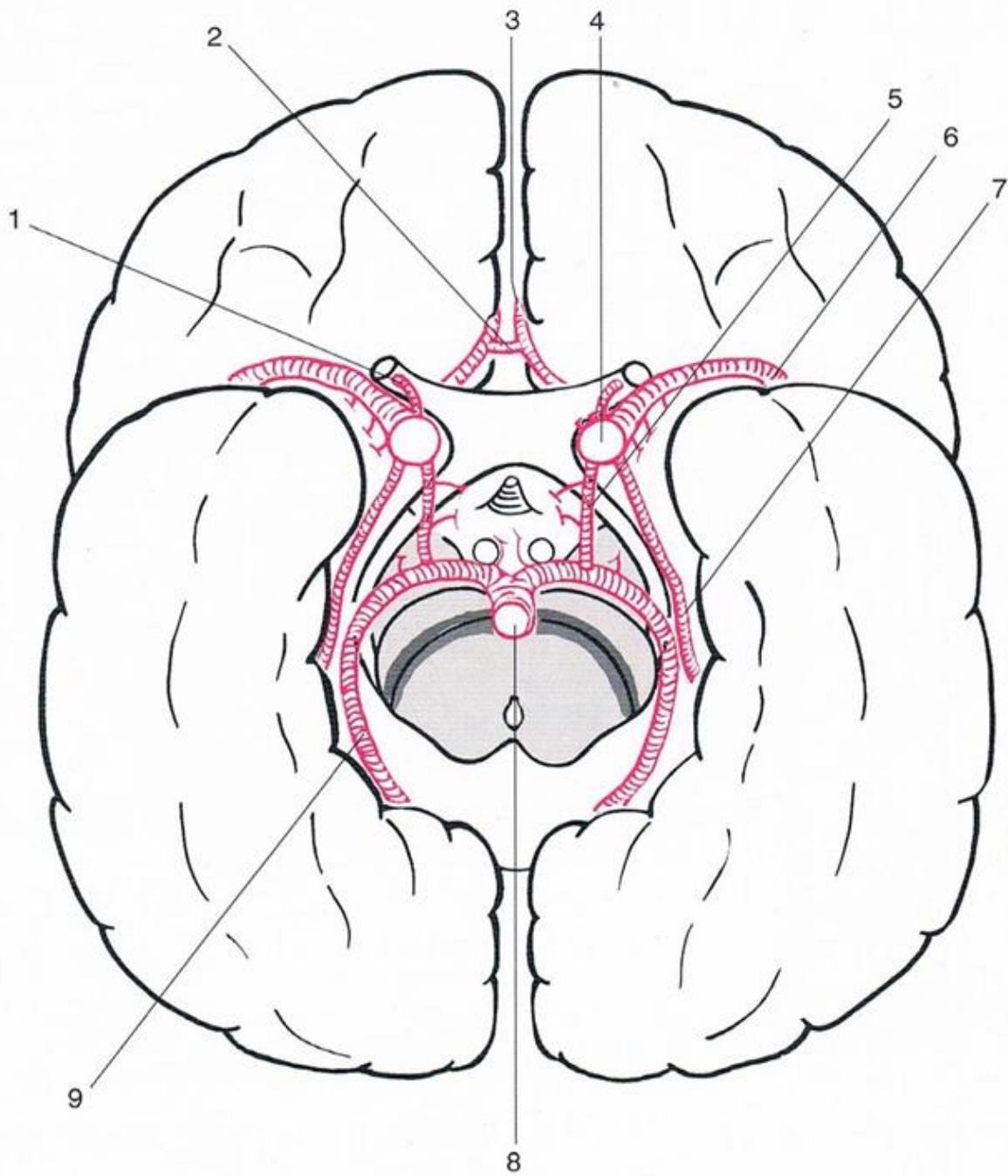
Circulation arterielle cervicale et cérébrale





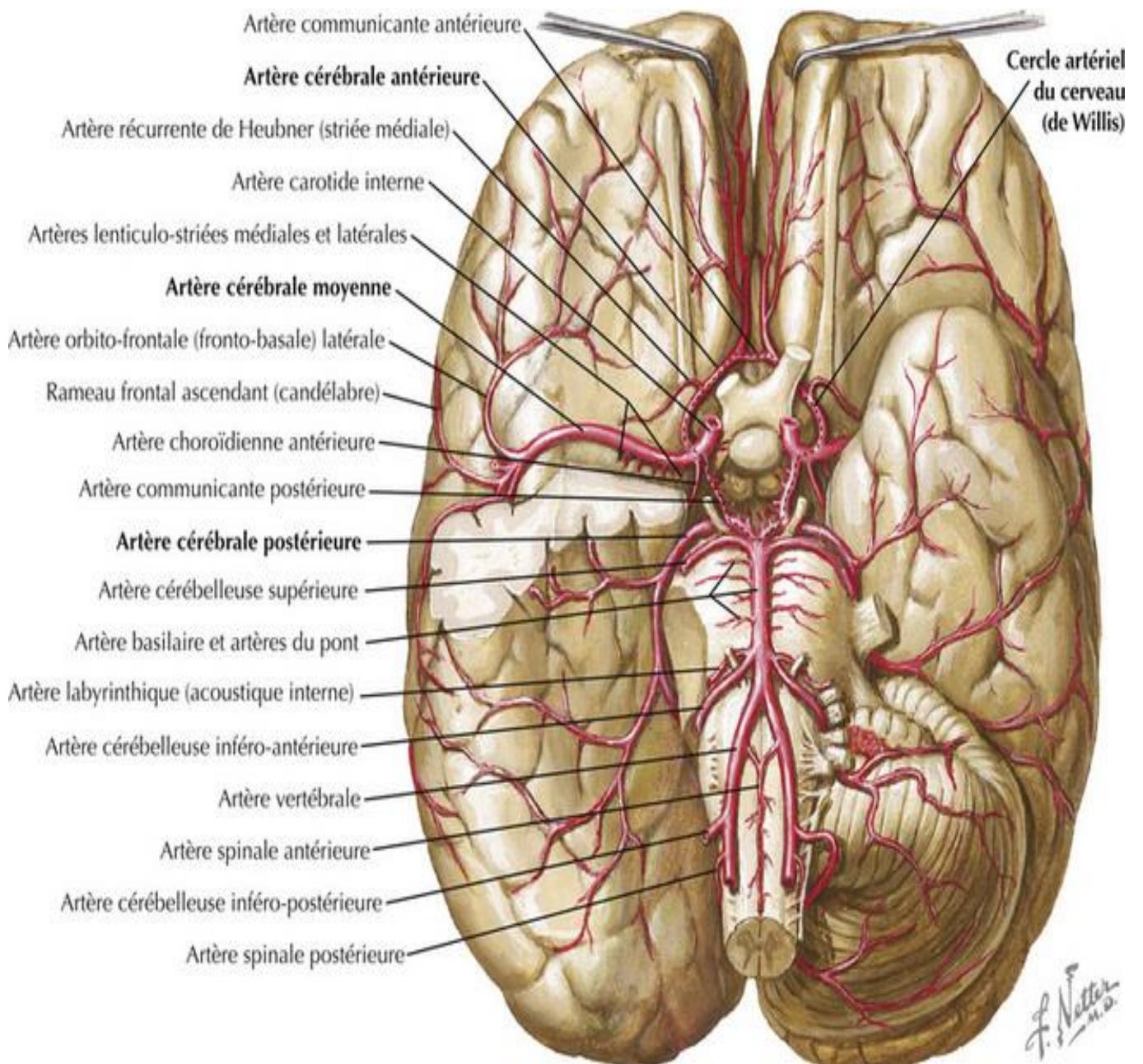
. Le tronc basilaire.

1. Tronc basilaire.
2. Artère cérébrale postérieure.
3. Artère cérébelleuse supérieure.
4. Artères protubérantielles.
5. Artère spinale antérieure.
6. Artère vertébrale.
7. Artère cérébelleuse inférieure.
8. Artère cérébelleuse moyenne.

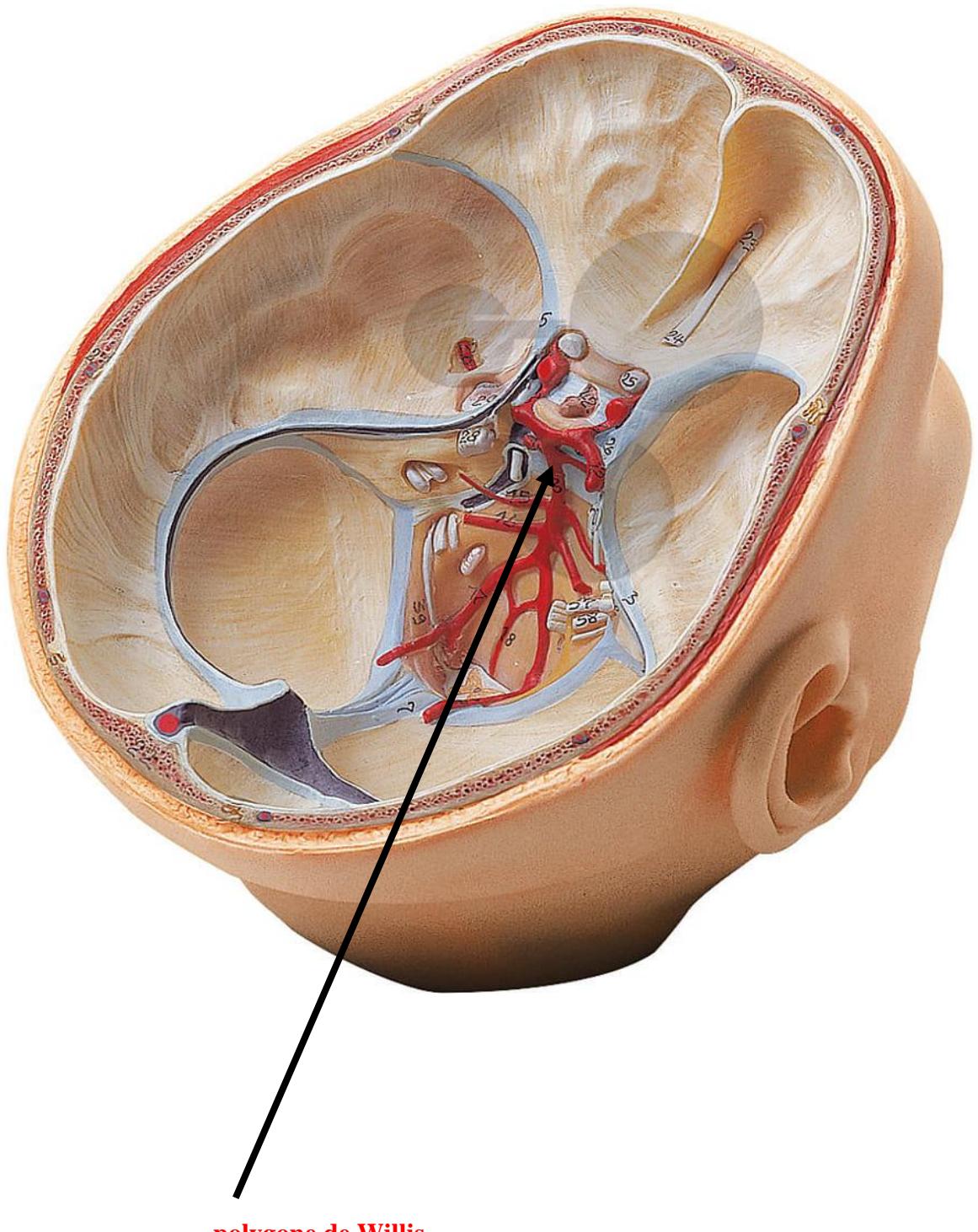


. Le polygone de Willis.

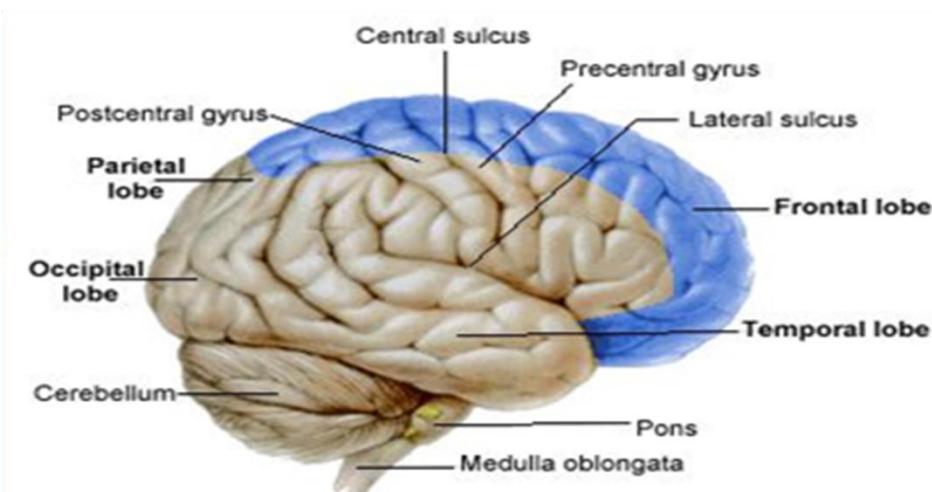
1. Artère ophtalmique.
2. Artère communicante antérieure.
3. Artère cérébrale antérieure.
4. Artère carotide interne.
5. Artère communicante postérieure.
6. Artère sylvienne.
7. Artère choroïdienne antérieure.
8. Tronc basilaire.
9. Artère cérébrale postérieure.



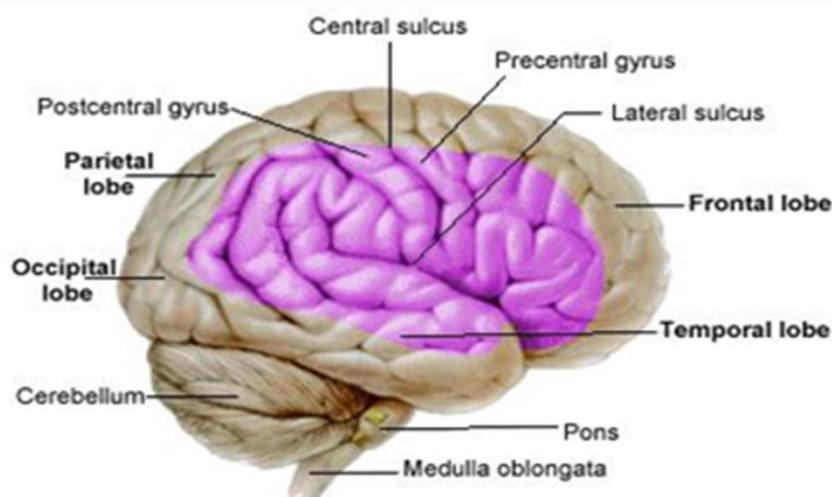
Vue inférieure de l'encéphale et le polygone de Willis



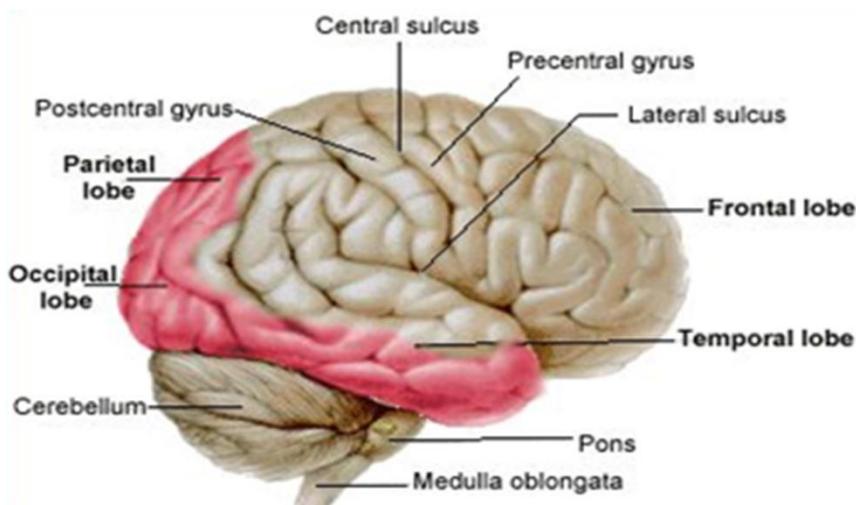
polygone de Willis



Territoire de l'artère cérébrale antérieure



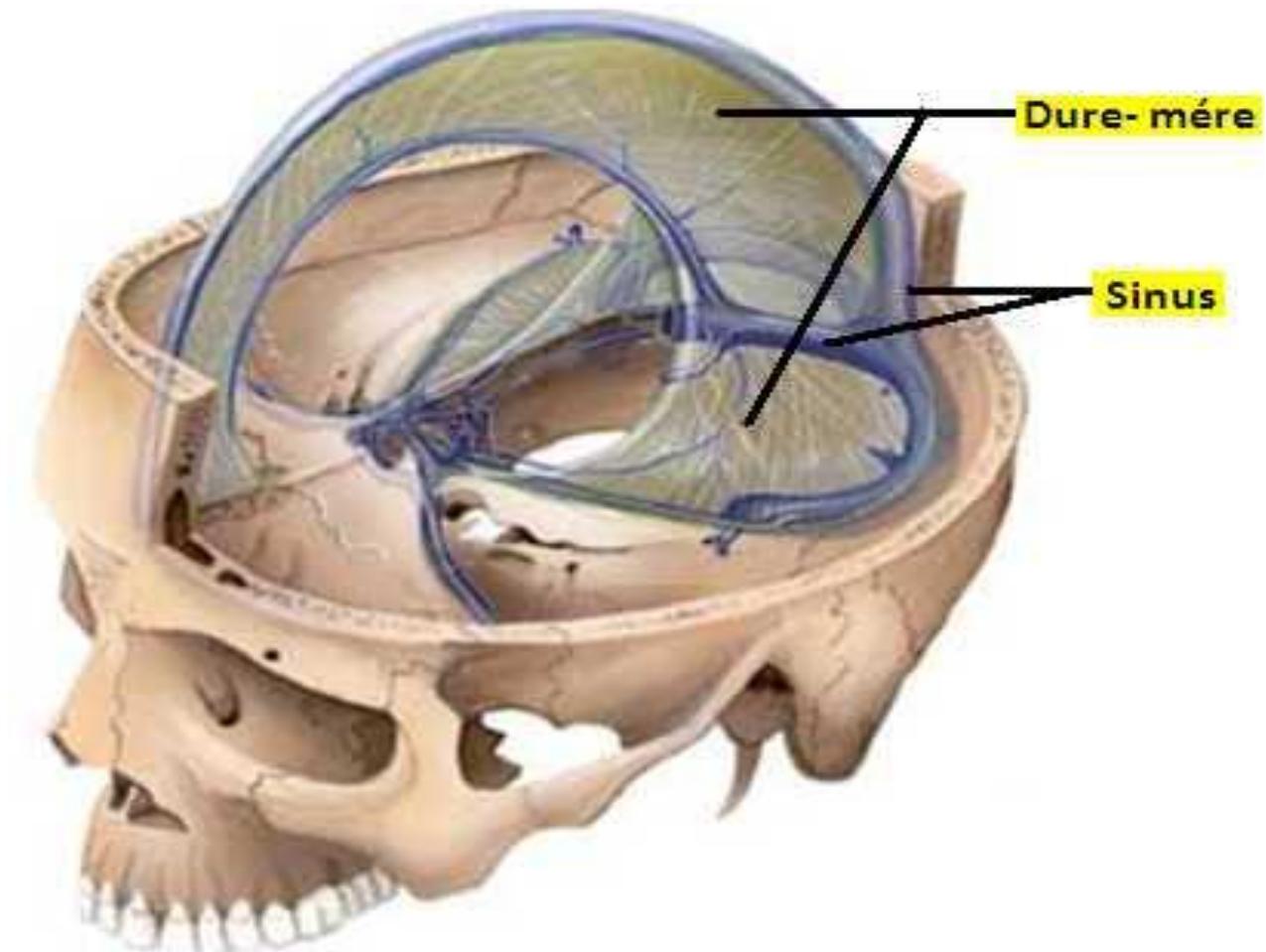
Territoire de l'artère cérébrale moyenne



Territoire de l'artère cérébrale postérieure

2-LES VEINES.

Les veines de l'encéphale aboutissent à de gros troncs veineux inclus dans des dédoublements dure-mériens : **les sinus**.



Les principaux sinus veineux sont :

Les deux sinus latéraux droit et gauche, qui naissent d'un carrefour veineux situé en regard de la protubérance occipitale interne : **le torcular** ou pressoir d'Hérophile. Chaque sinus latéral longe horizontalement le pourtour de la fosse cérébrale postérieure, puis s'engage dans la gouttière du sinus latéral creusée dans la paroi interne du rocher pour aboutir au trou déchiré postérieur où chacun d'eux passe dans la région cervicale en prenant le nom de veine jugulaire interne.

Le sinus longitudinal supérieur qui va de l'apophyse crista galli au torcular en suivant la partie médiane de la voûte.

Le sinus droit, situé dans l'insertion de la faux du cerveau sur la tente du cervelet;

Le **sinus longitudinal inférieur** qui longe la petite courbure de la faux du cerveau et vient se jeter dans le sinus droit.

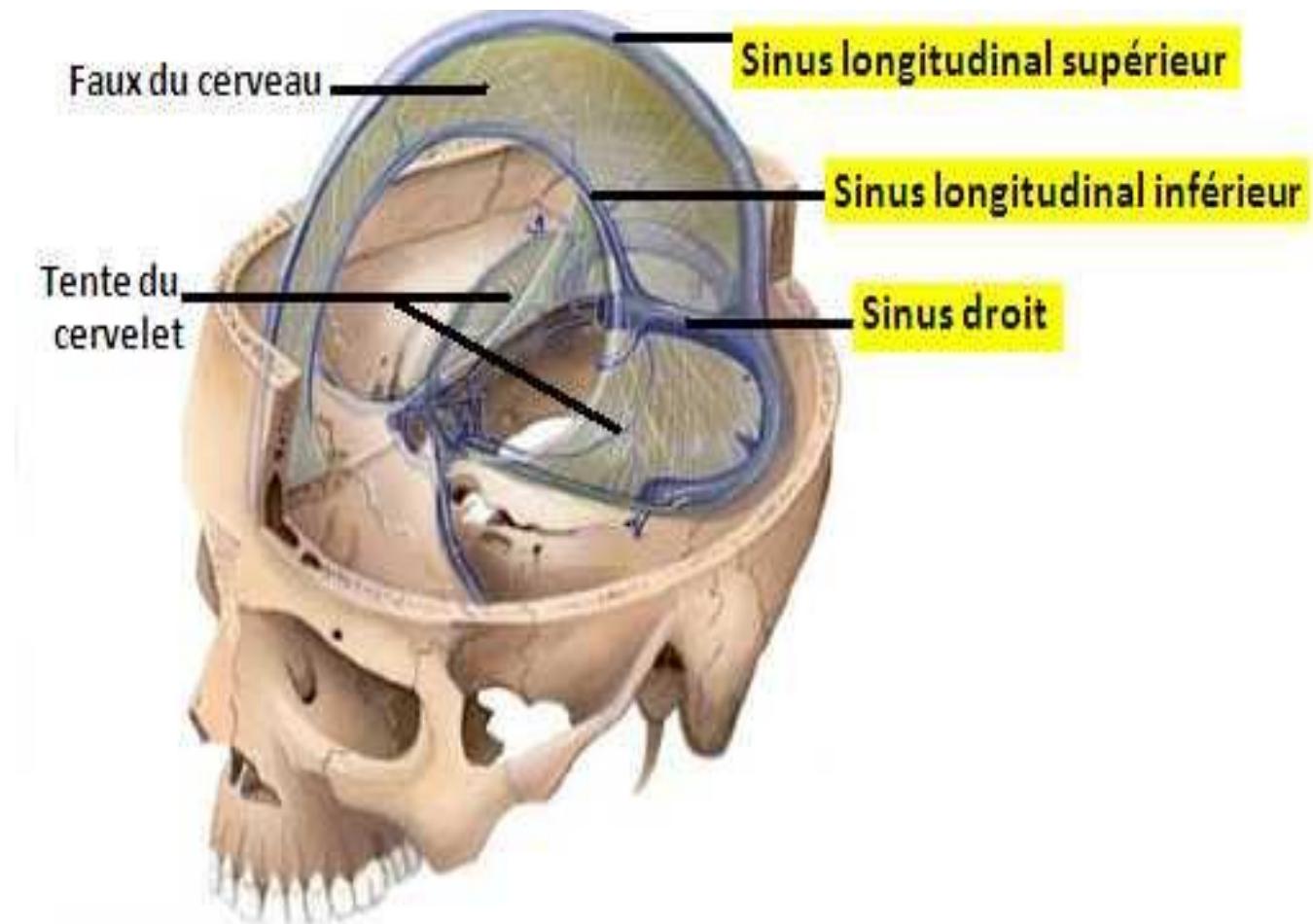
Les **sinus caverneux**, vastes carrefours veineux situés sur les flancs de la loge hypophysaire, qui reçoivent des affluents à leur partie antérieure et envoient par leur partie postérieure deux veines de chaque côté rejoindre le sinus latéral : ce sont les sinus pétreux supérieur et inférieur.

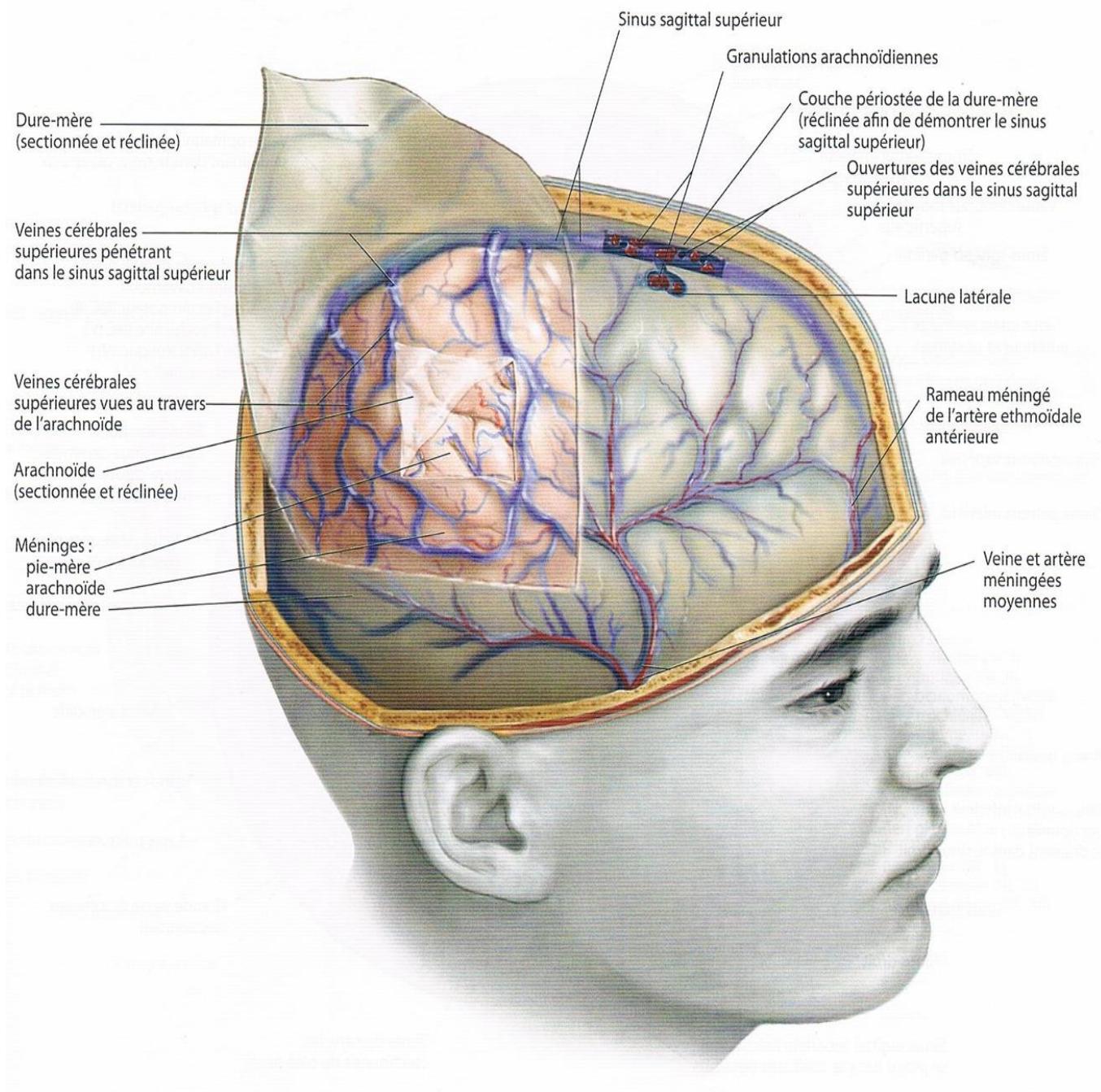
Le sang veineux du cerveau parvient dans ces sinus :

Par des veines superficielles qui rejoignent le sinus le plus proche.

par deux groupes de veines profondes qui rejoignent la partie initiale du sinus droit au niveau d'une dilatation veineuse appelée ampoule de Galien : ce sont, d'une part, deux veines basilaires qui suivent d'avant en arrière les parties latérales de la fente de Bichat, et, d'autre part, deux veines parcourant d'avant en arrière la toile choroïdienne supérieure (dépendance médiane de cette même fente de Bichat) : les veines de Galien.

Finalement, tout le sang veineux cérébral aboutit aux sinus latéraux, puis aux **deux veines jugulaires internes**.





Les hémorragies cérébrales

Est une hémorragie se produisant dans le cerveau, à la suite d'un traumatisme crânien ou sous forme d'accident vasculaire cérébral (**AVC**). Elle est souvent associée à un brutal déficit hémicorporel (paralysie du côté droit ou gauche). C'est une affection fréquente, qui est un enjeu de santé publique notamment en raison de sa fréquence et des risques de handicaps et séquelles neurocognitives.

Il existe quatre types **d'AVC hémorragique** :

1-l'hémorragie intracérébrale

2-l'hémorragie méningée (hémorragie sous-arachnoïdienne)

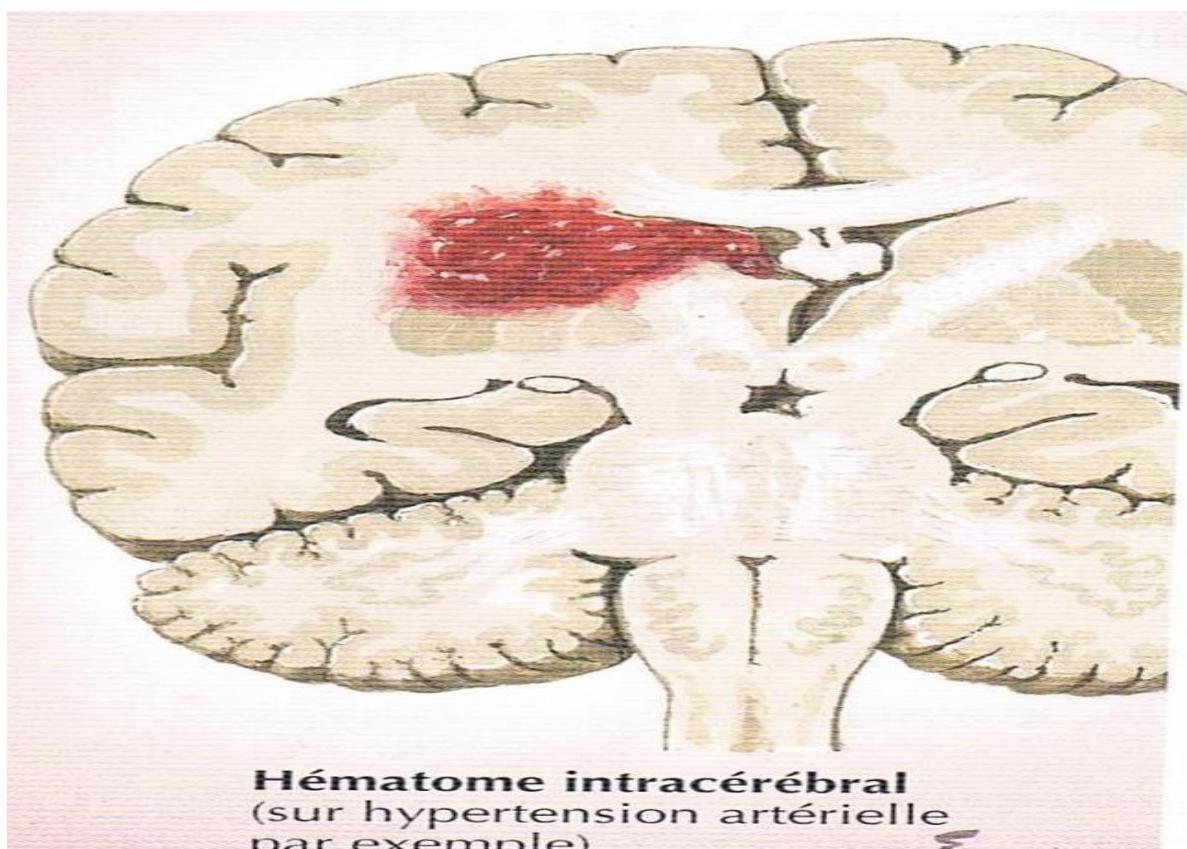
3-L'hématome sous-dural, ou (hémorragie sous-durale) :

désigne l'épanchement de sang dans les espaces méningés. À la suite d'un traumatisme crânien avec lésion des petites veinules qui traversent l'espace sous-dural, l'hémorragie a lieu entre l'arachnoïde qui entoure le cerveau et le feuillet interne de la dure-mère qui est en contact avec la boîte crânienne. L'hématome ne peut pas traverser de l'autre côté du cerveau par rapport au côté d'origine de l'hémorragie. En effet, la faux du cerveau sépare en deux l'espace sous-dural. Les hématomes sous-duraux peuvent causer une augmentation de la pression intracrânienne, avec compression et lésion du cerveau.

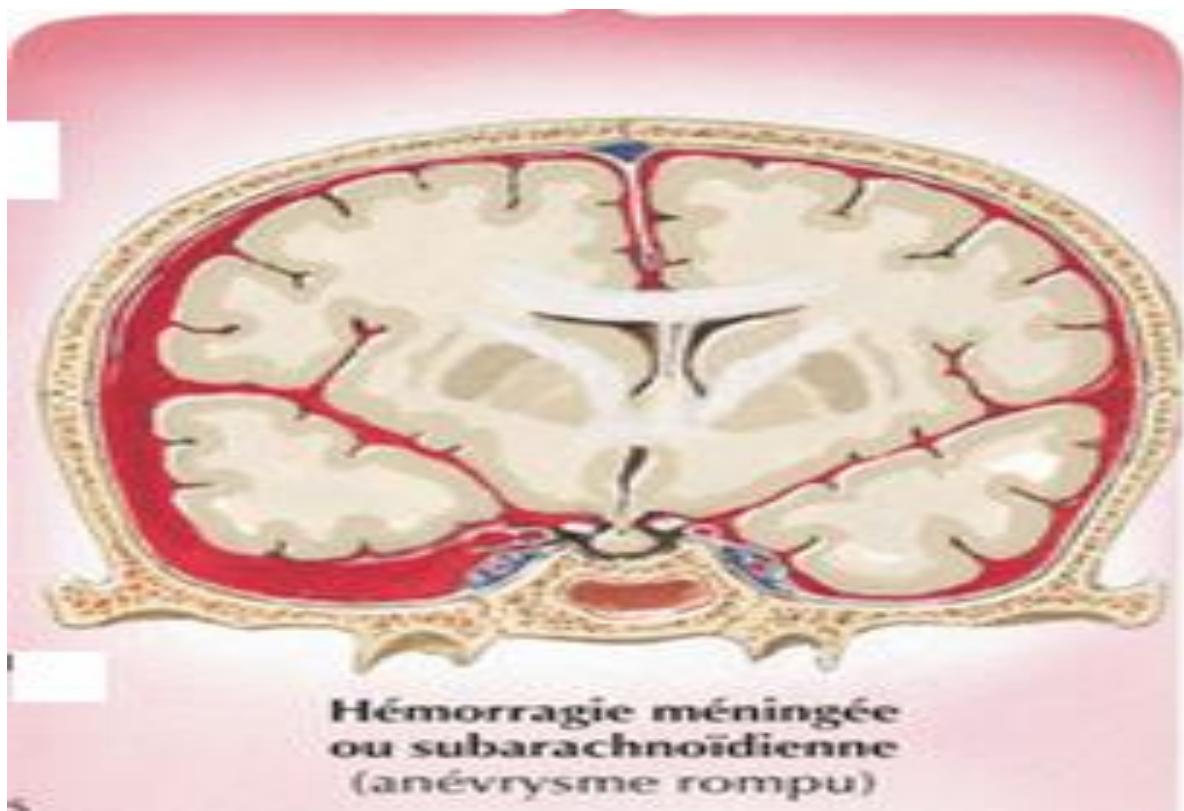
4-L'hématome extradural ou épidual ou encore péridurale :

est un épanchement de sang entre un os du crâne et la dure-mère du cerveau. C'est une des complications possibles d'un traumatisme crânien majeur chez l'homme. Bien que relativement rare (2 à 5 % des traumatismes crâniens), elle représente une urgence chirurgicale de par sa première place dans la hiérarchie lésionnelle du polytraumatisme et, de ce fait, l'hématome extradural est la préoccupation majeure de tout neurochirurgien dans la surveillance immédiate de tout traumatisme crânien.

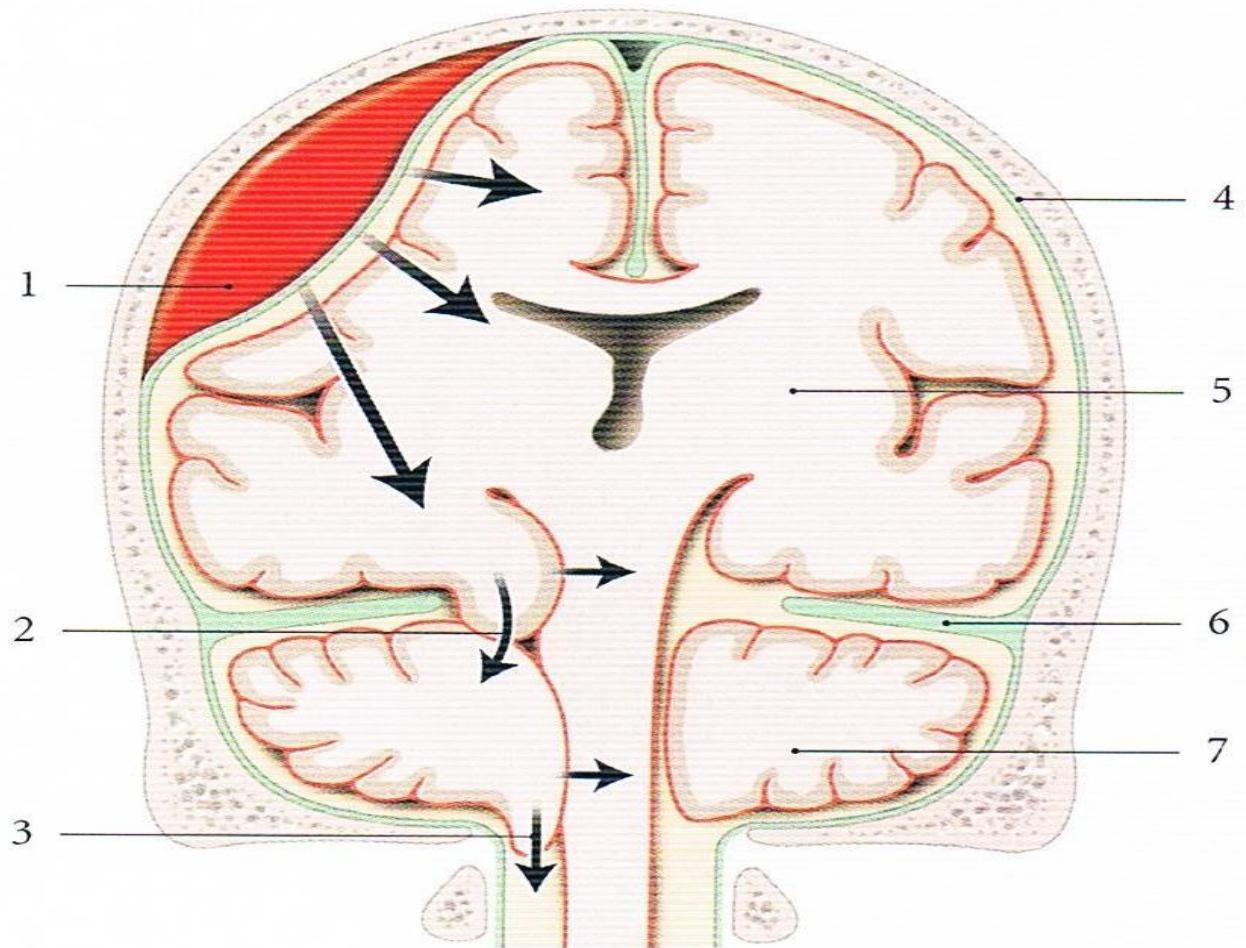
Laissé à lui-même, il peut évoluer vers la mort. Le cerveau finit par être comprimé par l'accumulation de sang qui résulte de la rupture, entre autres, de l'artère méningée moyenne ; cette artère sillonne le périoste du crâne et se rompt par traumatisme. Cette compression conduit, à terme, à un engagement temporal ou cérébelleux avec comme conséquence une compression du tronc cérébral¹ où se trouve le centre respiratoire.



Hématome intracérébral
(sur hypertension artérielle
par exemple)

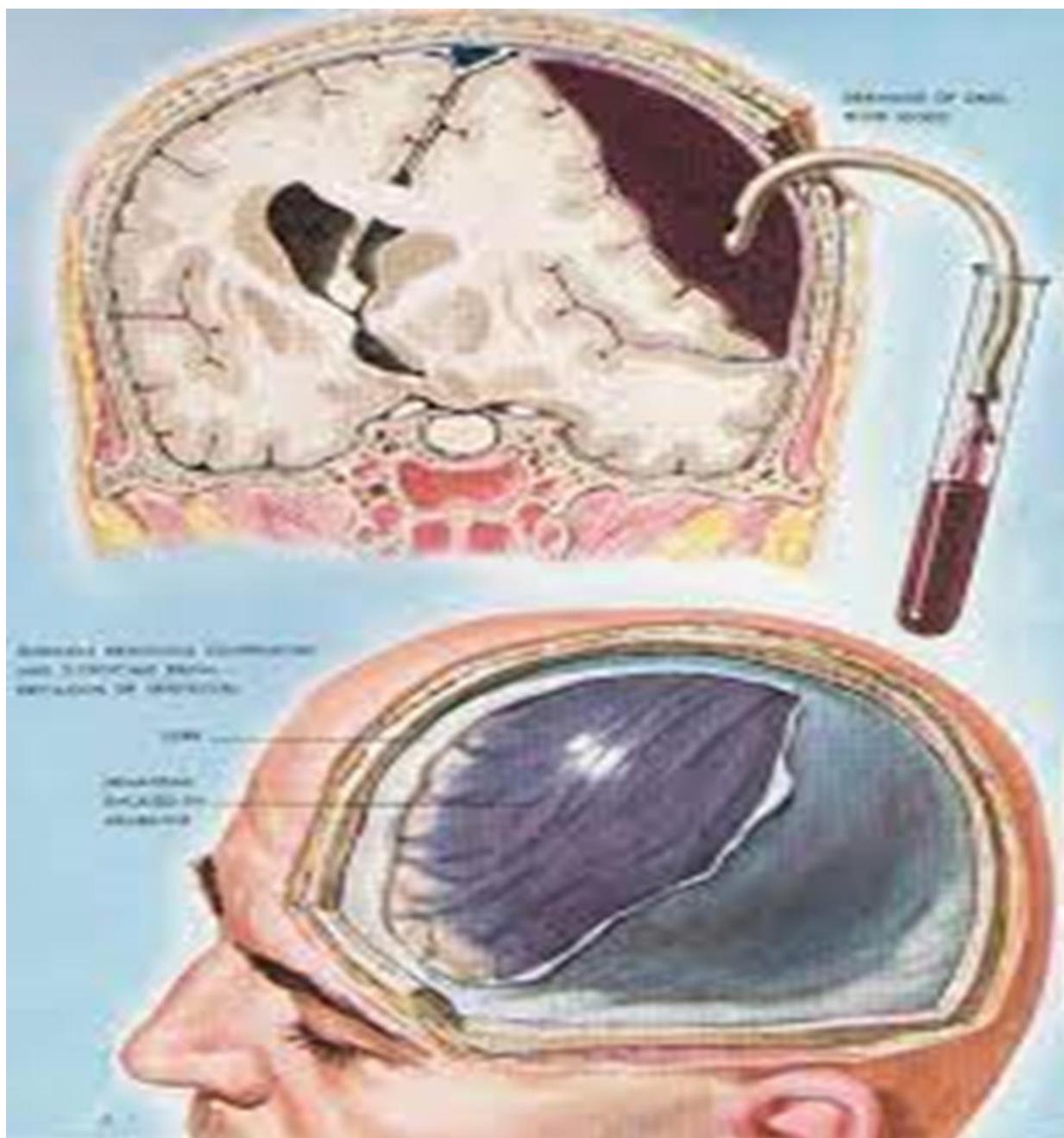


**Hémorragie méningée
ou subarachnoïdienne**
(anévrysme rompu)

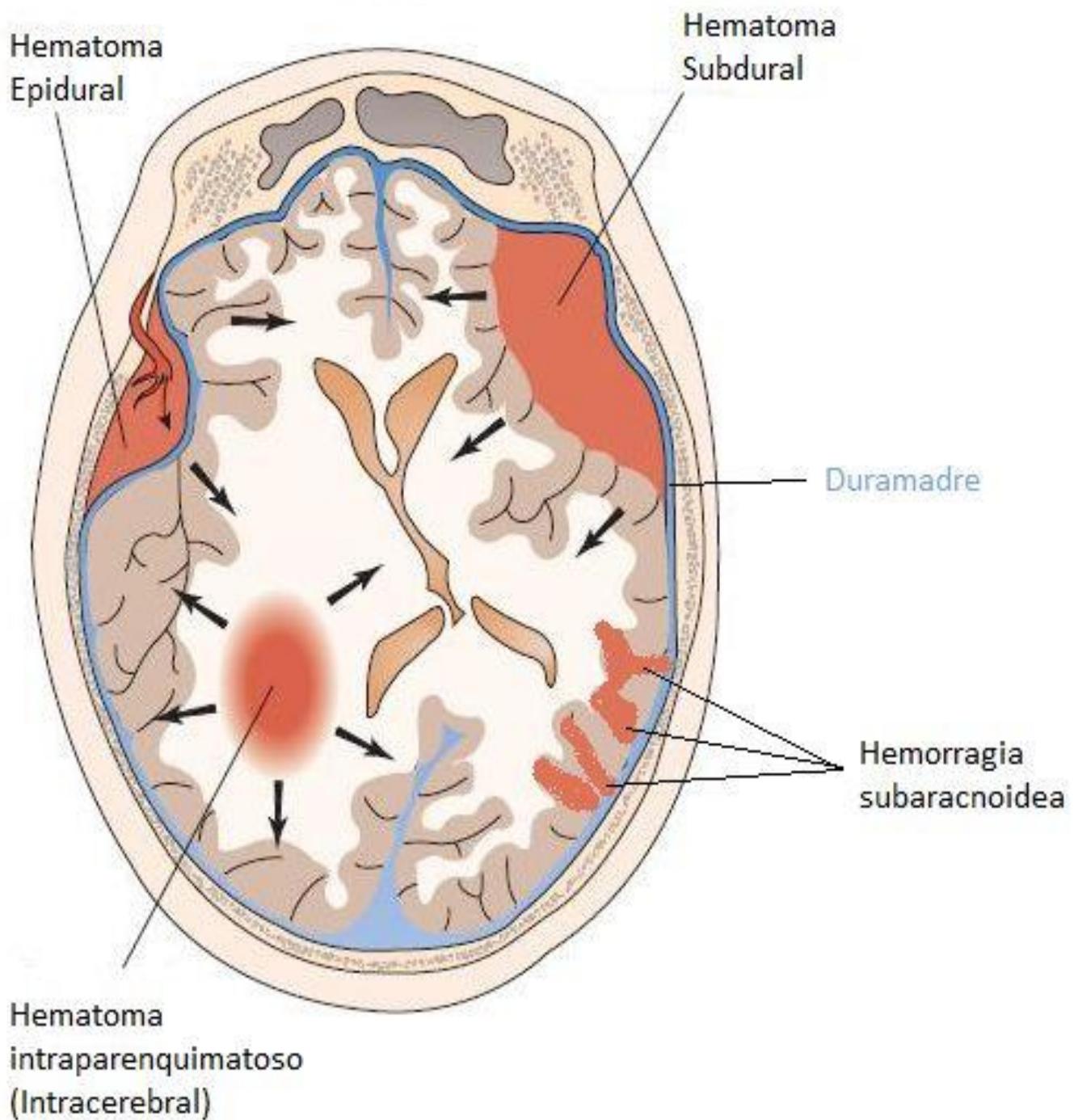


1-hématome extradural. 2-engagement temporal. 3-engagement cérébelleux.

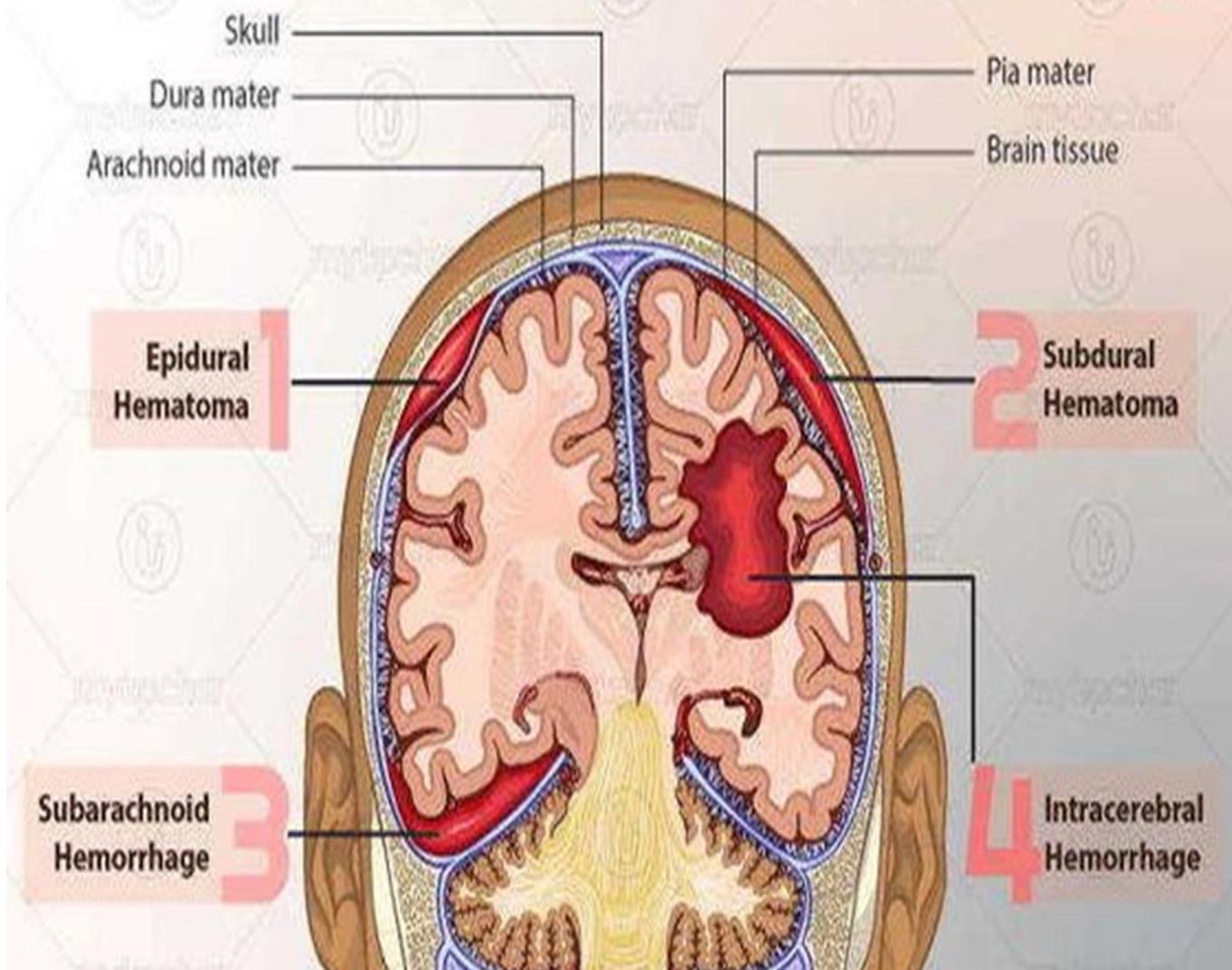
4-dure-mère. 5-cerveau.



Extraction de l'hématome épидural après craniotomie (acte d'urgence neurochirurgicale)

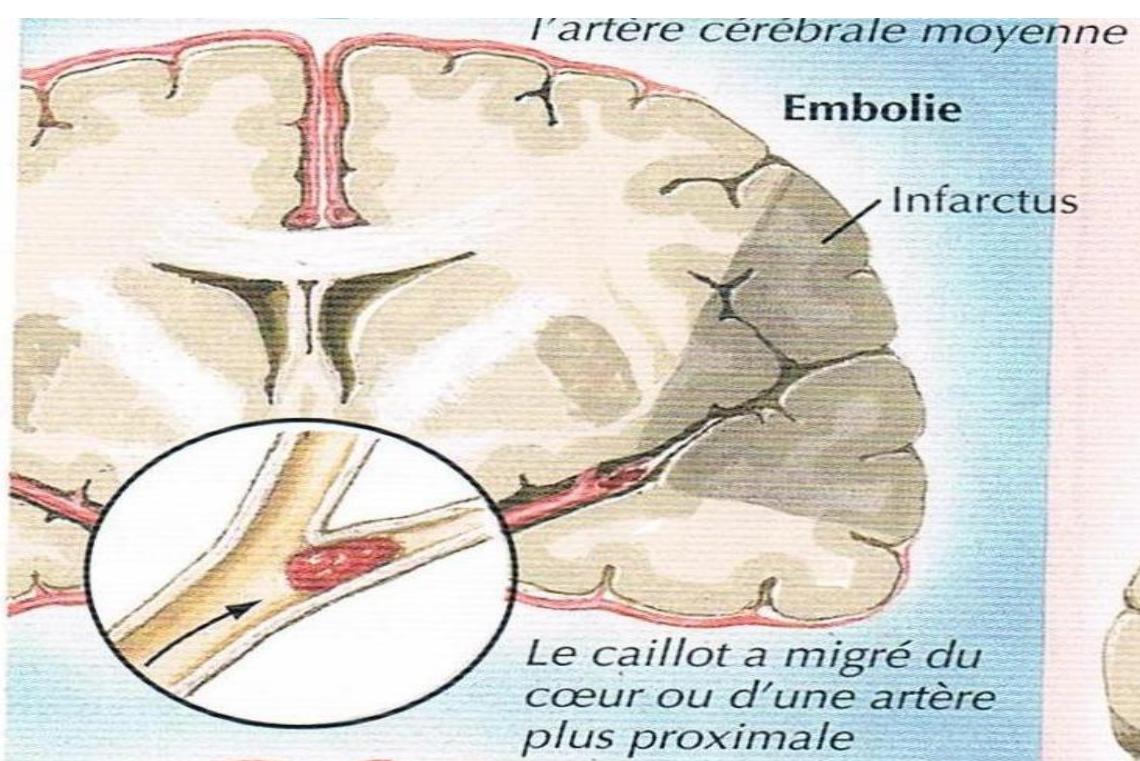
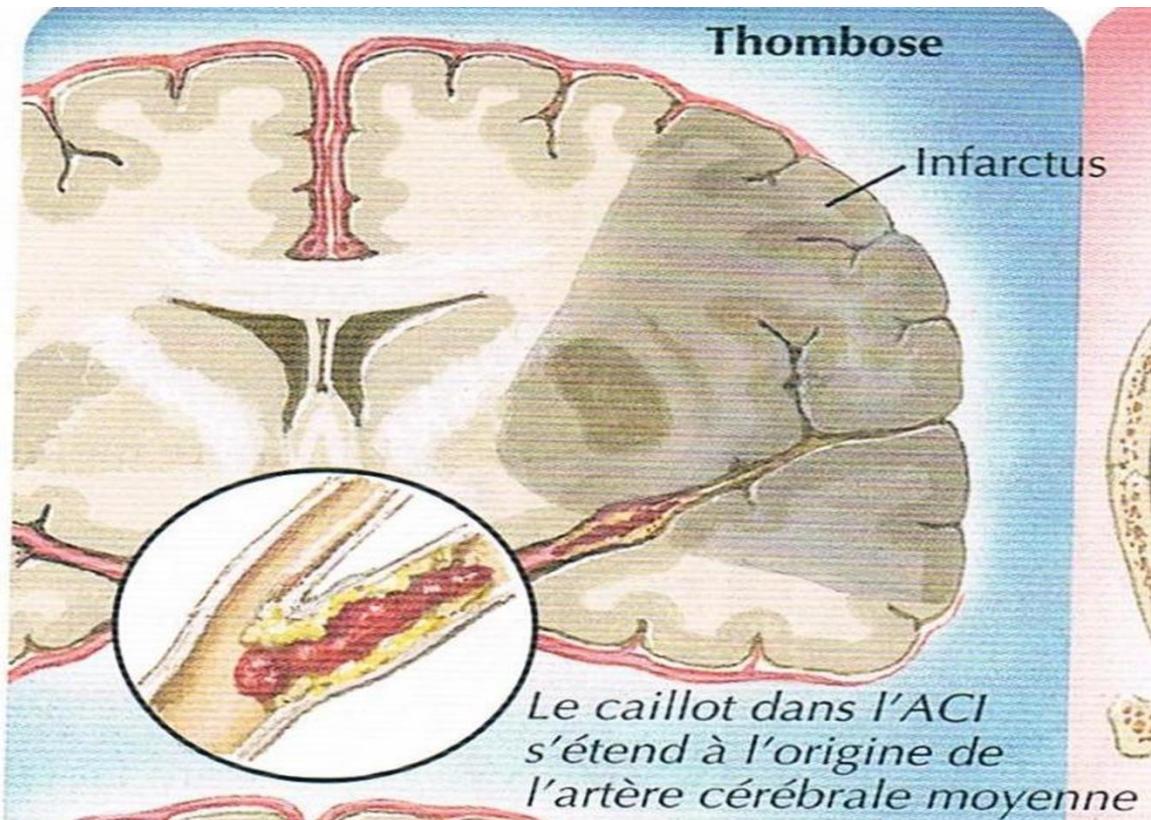


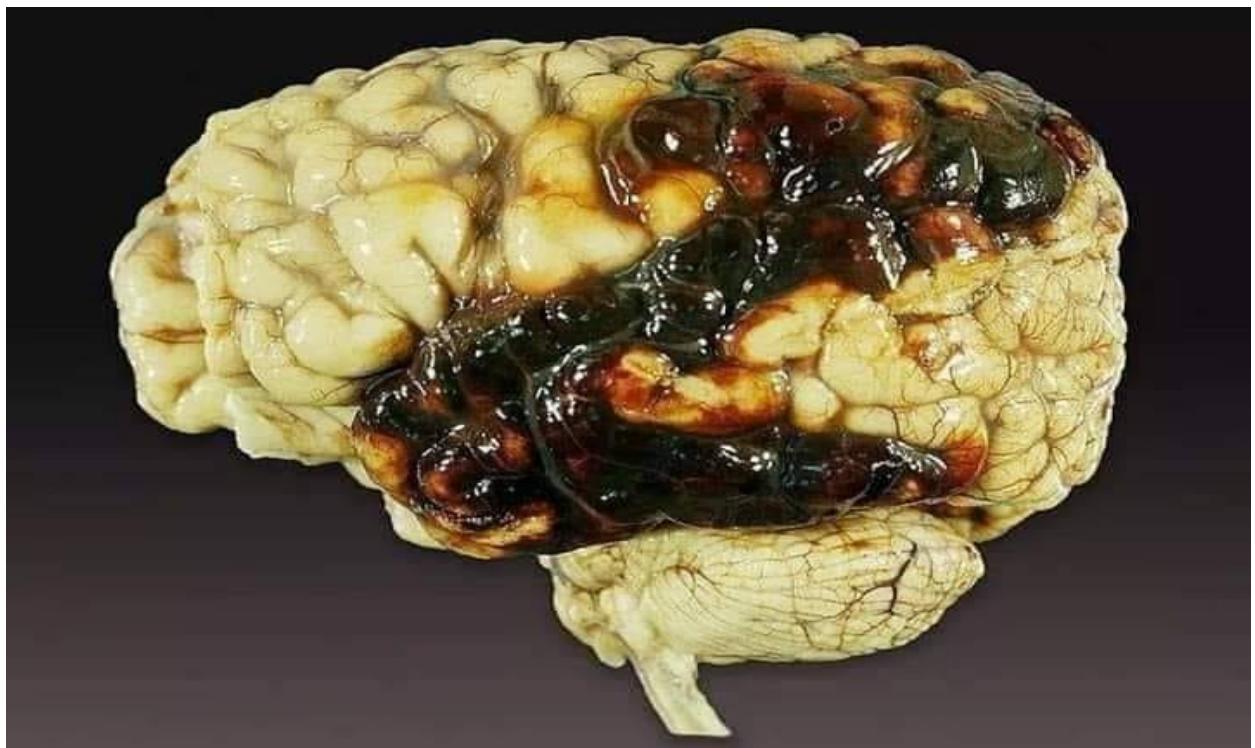
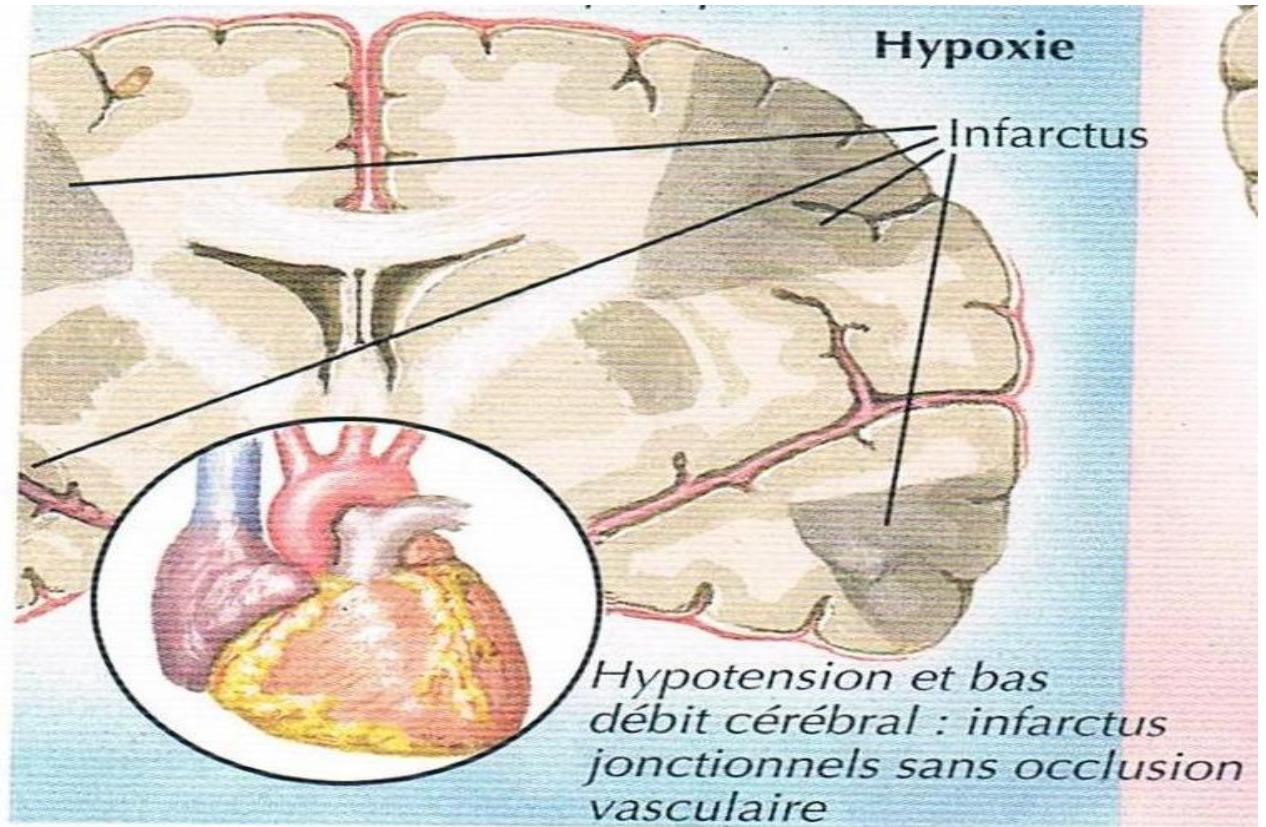
Types of brain hemorrhage



Les ischémies cérébrales.

Il existe trois types d'AVC ischémiques : par thrombose, embolie ou hypoxie





Ischémie cérébrale.

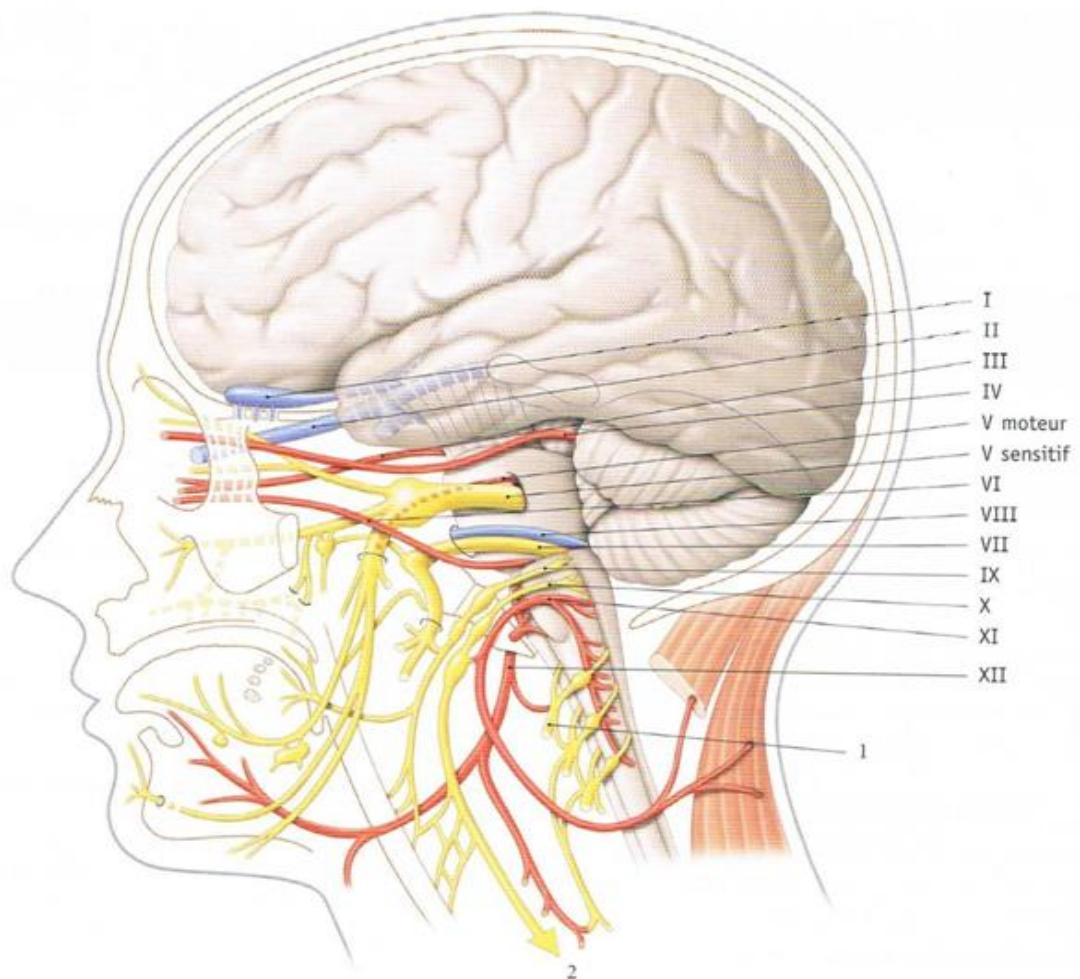
Encéphale et nerfs crâniens.

Les nerfs crâniens sont les nerfs qui émergent directement du tronc cérébral (par opposition aux nerfs spinaux qui émergent de la moelle épinière). Les mammifères en possèdent **12 paires**, **Ils sont numérotés en chiffres romains**.

-**Les nerfs I et II ne sont techniquement pas des nerfs crâniens proprement dits, mais des extensions respectivement du télencéphale et diencéphale.**

-Les 10 autres nerfs crâniens prennent leur origine dans le tronc cérébral.

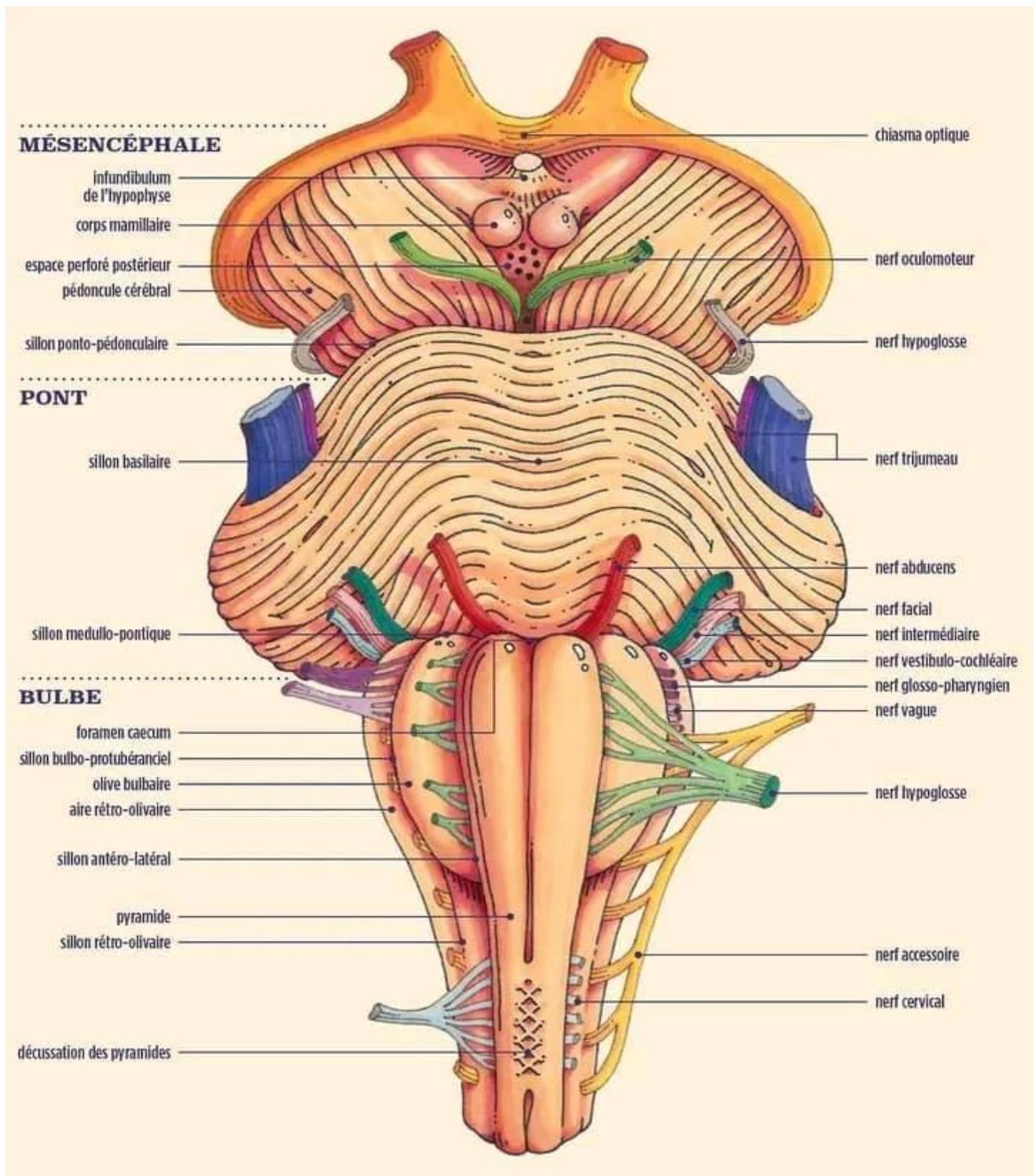
-**Trois sont sensoriels, cinq sont moteurs** et les **quatre autres sont dits mixtes** c'est-à-dire qu'ils ont à la fois une fonction sensorielle (ou sensitive) et motrice.



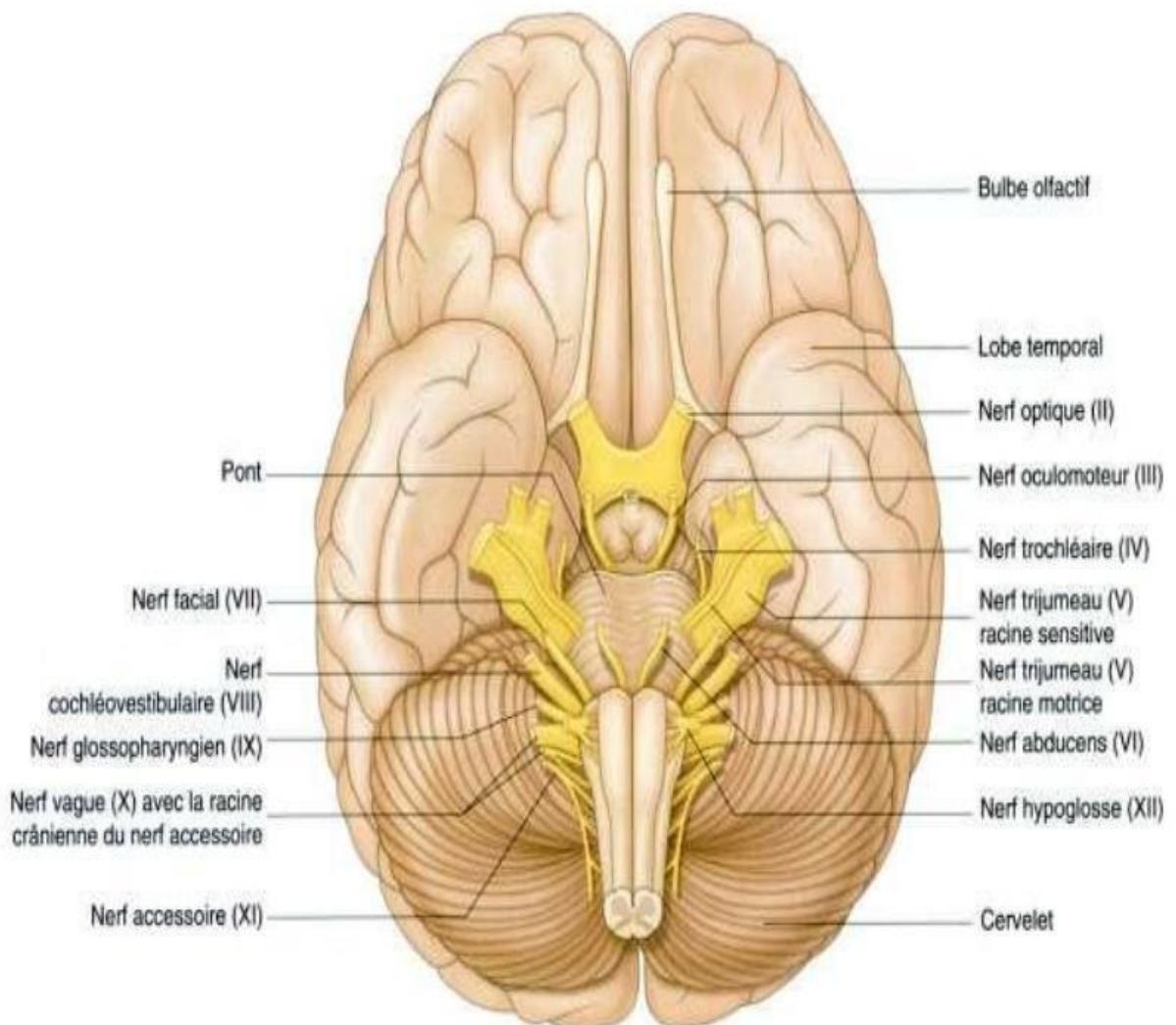
. Diagramme général des nerfs crâniens

En bleu : nerfs sensoriels et sensitifs
En rouge : nerfs moteurs
En jaune : nerfs mixtes

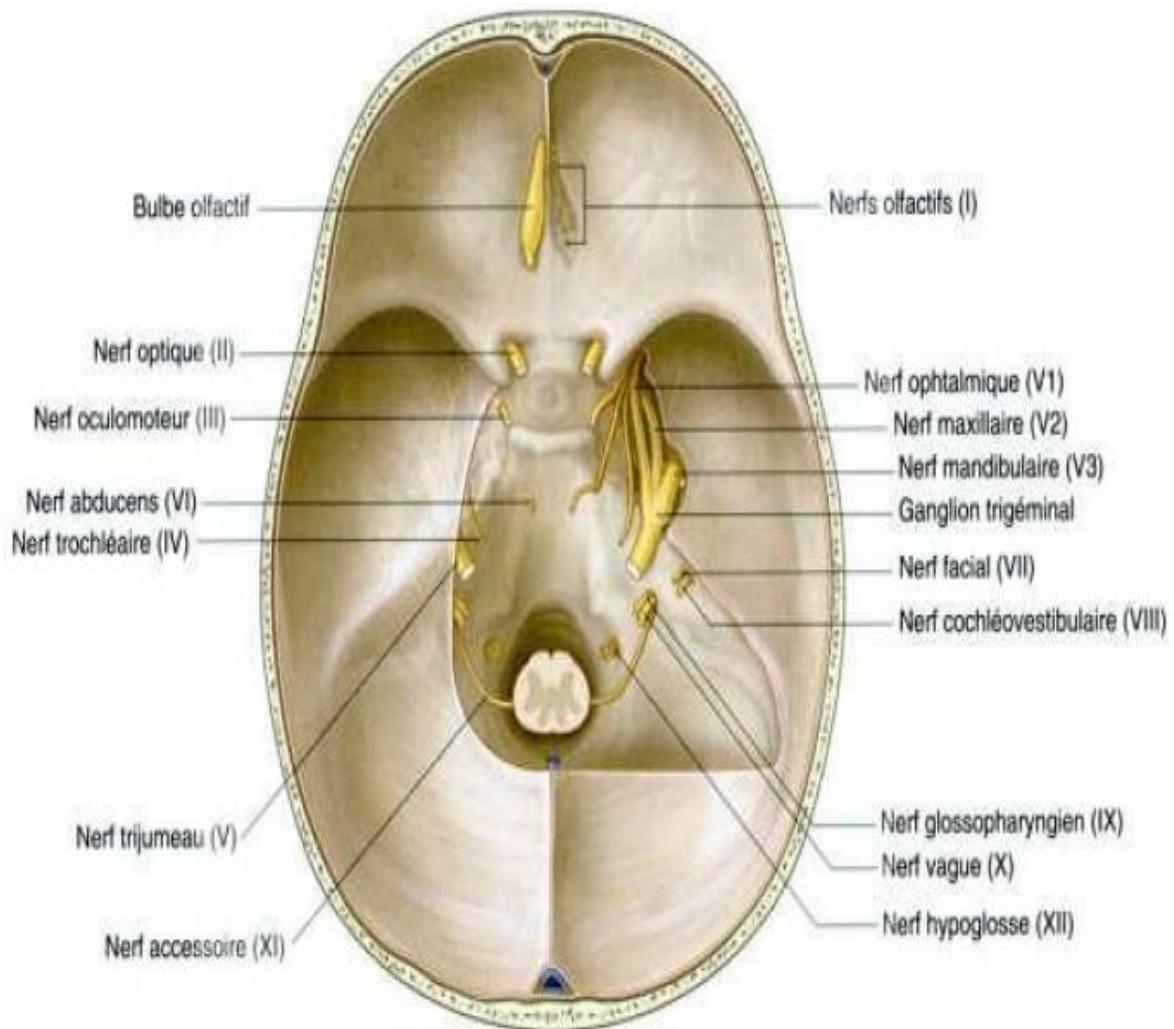
1. n. spinal
2. vers le thorax, l'abdomen et le pelvis



Émergence des nerfs crâniens



Vue inférieure de l'encéphale avec les nerfs crâniens.



Endobase et émergence des nerfs crâniens