

Cahier de TP de Neuroanatomie

Vascularisation du SNC

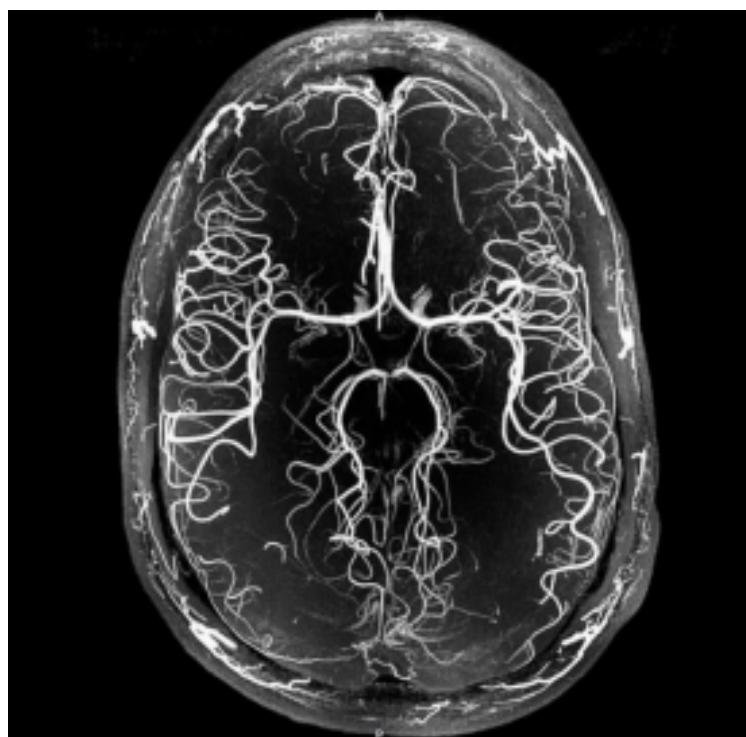


Table des matières

A. Vascularisation artérielle	3
1. Les voies artérielles d'apport	3
2. Le polygone de Willis	5
3. Le système antérieur (carotide interne)	7
4. Le système postérieur (vertébro-basilaire)	9
5. Territoires d'irrigation du cerveau	10
1. <i>Territoires superficiels ou corticaux</i>	10
2. <i>Territoires profonds</i>	12
6. Vascularisation du cervelet	17
7. Territoires d'irrigation du tronc	17
8. Territoires d'irrigation de la moelle épinière	19
B. Vascularisation veineuse (drainage)	21
1. Sinus veineux	23
2. Veines superficielles	24
3. Veines profondes	25
4. Ressources supplémentaires pour l'apprentissage	26

A. Vascularisation artérielle

1. Les voies artérielles d'apport

Quatre artères tendues verticalement (*Fig. 1 et 2*), issues directement ou indirectement de l'**arc aortique**, forment les voies d'apport de sang au cerveau dont la finalité est la formation du **cercle (ou polygone) de Willis** (*Fig. 1, 2, 4 et 5*). Ce dernier est une sorte de plateforme de lancement pour les artères cérébrales.

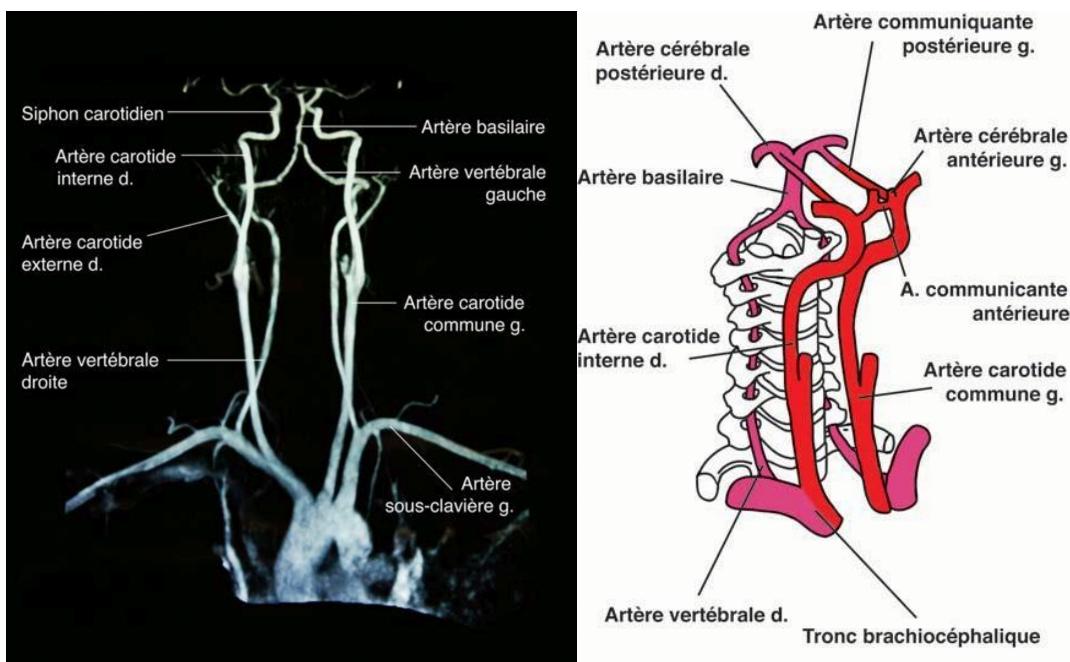


Fig. 1 : Angio-IRM du cou (artères d'apport du polygone de Willis) TP 2020

Fig. 2 : Schéma des artères d'apport, TP 2020

Ces vaisseaux d'apport peuvent être séparés en 2 groupes : le **système antérieur** (carotide commune-carotide interne) et le **système postérieur** (vertébro-basilaire) (*Fig. 2*). Le premier irrigue la plus grande partie des hémisphères, tandis que le deuxième vascularise le contenu de la fosse postérieure du crâne (tronc cérébral, cervelet) et la moelle épinière. Le **polygone de Willis** (*Fig. 4 et 5*) anastomose ces deux systèmes. Cependant le cercle de Willis est rarement complet au sein de la population, car il existe une grande variabilité anatomique.

Artères vertébrales

Les **artères vertébrales** (*Fig. 1 et 2*) sont issues dans 90% des cas des **artères sous-clavières**, elles-mêmes issues du **tronc brachiocéphalique** à droite et directement de l'**arc aortique** à gauche. Elles sont en rapport étroit avec les vertèbres cervicales, puisqu'elles longent le rachis, en traversant les **foramina transversaires** (de C6-C1), puis contournent les parties latérales de l'**atlas**, avant d'entrer dans le crâne, par le **foramen magnum**.

À l'intérieur de la **fosse crânienne postérieure** (Fig. 5), les deux artères vertébrales cheminent en regard de la face antérieure du **tronc cérébral** et fusionnent au niveau de la **jonction bulbo-pontique**, pour donner naissance à l'**artère basilaire**, axe de la vascularisation du tronc et de la région caudale des hémisphères.

Artères carotides

La **carotide commune droite** naît du **tronc brachiocéphalique** alors que la **carotide commune gauche** naît directement de l'**arc aortique**. Ces deux vaisseaux cheminent médialement à la **veine jugulaire interne** et antérieurement au rachis puis bifurquent au niveau C4 pour donner les **artères carotides externe (ACE)** et **interne (ACI)**. La carotide externe vascularise la face tandis que la carotide interne vascularise le cerveau. On note un **système d'anastomoses** entre ces deux artères (ACI et ACE) notamment au niveau orbitaire qui a un intérêt clinique en cas de sténose carotidienne interne ou d'incompétence du polygone de Willis.

Pour atteindre l'intérieur de la boîte crânienne, l'**artère carotide interne** passe par le **canal carotidien** situé sur la face inférieure du crâne, traverse le **rocher** (la partie pétreuse de l'os temporal) puis émerge à la pointe de celui-ci dans la **fosse crânienne moyenne** au-dessus du **foramen déchiré**. Il passe ensuite à travers le **sinus caverneux** pour finalement rejoindre le **cercle de Willis**.

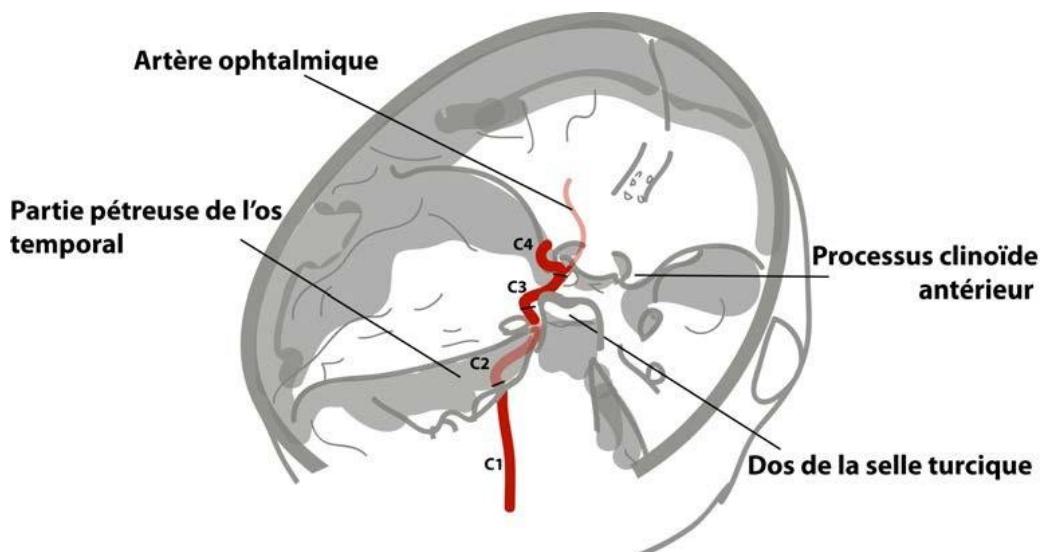


Fig. 3 : Segments de la carotide interne, TP 2020

On distingue généralement plusieurs segments des carotides : **cervical (C1)**, **intrapétreux (C2)**, **intra-caverneux (C3)** et **cérébral (C4)**. Les segments C3 et C4 forment le **siphon carotidien** (Fig. 3). Lors de son trajet, la carotide interne est accompagnée par un **plexus sympathique** (à destination de l'œil) et un **plexus veineux**. Il est intéressant de noter que contrairement à l'artère carotide externe, l'artère carotide interne ne donne pas de branche collatérale dans sa portion cervicale.

2. Le polygone de Willis

Le **cercle de Willis** (ou **polygone de Willis**) (Fig. 4, 5 et 6) est un système d'anastomoses unifiant les circulations antérieures et postérieures. Il se situe sur la face inférieure du cerveau et baigne dans l'espace sous-arachnoïdien, plus précisément dans les **citernes opto-chiasmatique, sylvienne et carotidienne**. Il reçoit son apport vasculaire de la part des **artères carotides internes** et du **tronc basilaire**.

Les artères carotides internes donnent chacune 3 branches du cercle de Willis :

- les **artères cérébrales antérieures (ACA)**, anastomosées par l'**artère communicante antérieure (AComA)** qui relie ainsi la circulation gauche et droite de l'encéphale
- les **artères cérébrales moyennes** (ou artères sylviennes) (**ACM**) que les artères carotides donnent dans leur prolongement
- les **artères communicantes postérieures (AComP)** s'anastomosant avec les **artères cérébrales postérieures (ACP)**, les branches terminales de l'**artère basilaire**

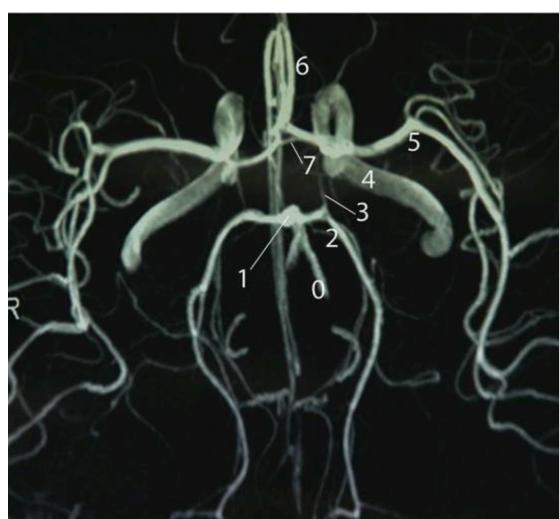


Fig. 4 : Angio-IRM du cercle de Willis, TP 2020
0 = A. Vertébrale
1 = A. Basilaire
2 = A. Cérébrale postérieure
3 = A. Communicante postérieure
4 = A. Carotide interne
5 = A. Cérébrale moyenne
6 = A. Cérébrale antérieure
7 = A. Communicante antérieure

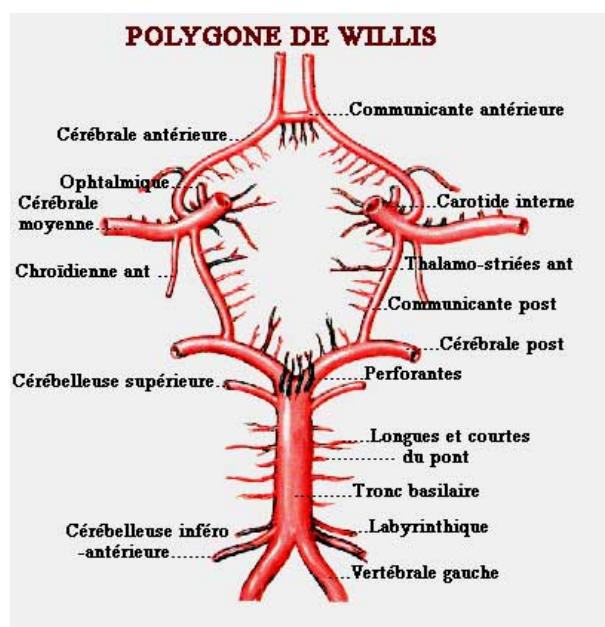


Fig. 5 : Polygone de Willis,
<https://i.servimg.com/u/f57/18/72/54/70/tm/polygo10.jpg>

Le cercle de Willis possède une certaine **importance clinique**. Premièrement, il permet en cas de sténose ou d'obstruction de compenser (en partie) les zones touchées par l'insuffisance d'une artère. Au-delà du polygone de Willis, les vaisseaux sont des **artères terminales** (sans anastomoses fonctionnelles). Une lésion artérielle ne peut pas être compensée, néanmoins il existe au niveau superficiel certaines communications partiellement fonctionnelles entre les territoires occipital et pariétal.

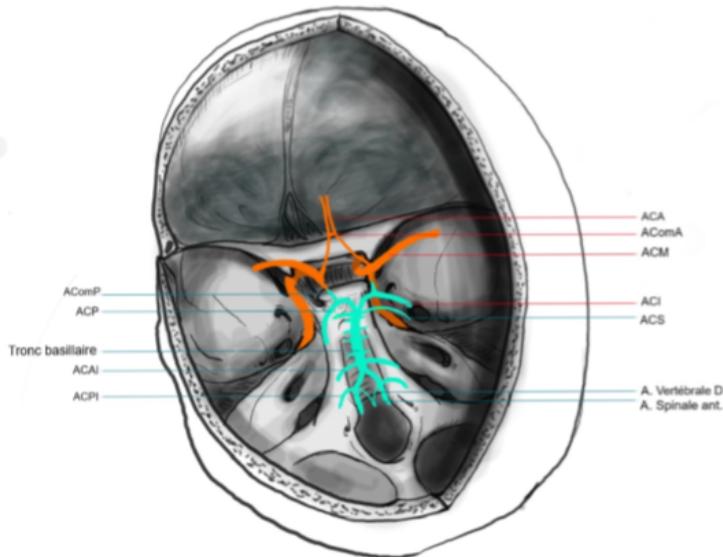
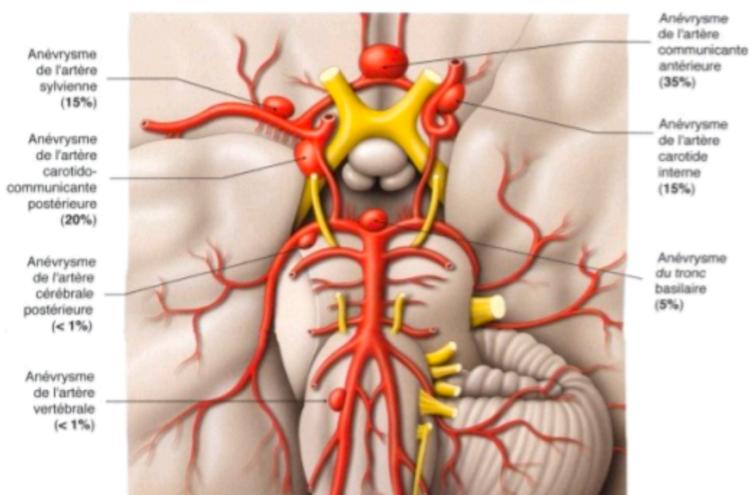


Fig. 6 : Position du cercle de Willis dans le crâne. En orange, circulation antérieure issue des ACIs. En turquoise, circulation postérieure en provenance du tronc basilaire, formé par les artères vertébrales.

Deuxièmement, 90% des **anévrismes cérébraux** se forment sur le polygone de Willis (Fig. 7), plus particulièrement dans la circulation antérieure comme par exemple l'artère communicante antérieure (ACoM).

Finalement, rappelez-vous que le cercle de Willis est souvent sujet à des **variations** car moins de 40% des individus ont un polygone complet.



*Fig. 7 : Localisation et fréquence des anévrismes sur le cercle de Willis. À titre informatif !
A.B. Safran neuro ophtalmologie, rapport SFO 2004, Masson 2004*

3. Le système antérieur (carotide interne)

Les 4 branches terminales de la carotide interne (Fig. 8) :

1. L'**artère cérébrale antérieure** pénètre dans la **fissure médiane** du cerveau, longeant la face médiale des hémisphères (Fig. 8, 9 et 10). Elle donne naissance principalement à deux artères : l'**artère péri-calleuse** et l'**artère calloso-marginale** (Fig. 10a et b).
2. L'**artère cérébrale moyenne ou sylvienne** (Fig. 8 et 9) présente d'abord un premier segment horizontal « **M1** » contre la face inférieure du lobe frontal (Fig. 8), puis gagne la face latérale de l'hémisphère par un trajet sinueux dans le sillon de Sylvius. On nomme la partie circulante sur l'insula « **M2** » et son prolongement circulant sur la face intérieure des opercules « **M3** ». Sa dernière partie sort de la vallée sylvienne par la **scissure latérale** pour devenir « **M4** » superficielle (Fig. 15). (90% des anévrismes de l'artère cérébrale moyenne se trouvent à la jonction entre les segments M1 et M2.)
3. L'**artère choroïdienne antérieure** (Fig. 8 et 10) naît directement de la carotide interne, au-dessus de l'artère communicante postérieure (**AComP**). Elle s'oriente en arrière, s'étend entre le **tractus optique** et le **gyrus parahippocampal**, entre dans la **citerne ambiante** puis pénètre dans la **corne temporale du ventricule latéral** à travers la **fissure choroïdienne** pour se distribuer aux **parois et plexus choroïdes**.
4. L'**artère communicante postérieure** (Fig. 8 et 10) anastomose la **carotide interne** à l'**artère cérébrale postérieure**.

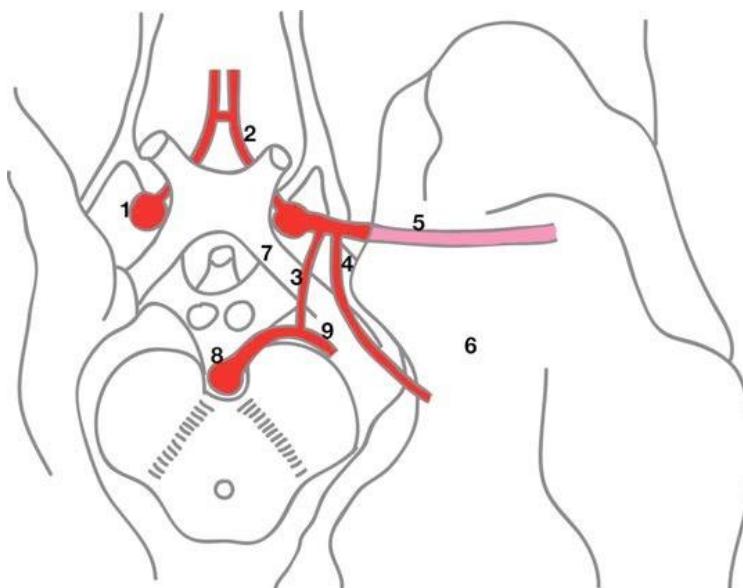


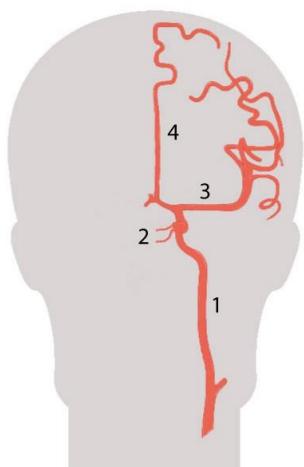
Fig. 8 : Artères terminales de l'ACI, sur la face ventrale du cerveau. Issu du TP 2020.

- | | |
|---|--|
| ① | A. Carotide interne |
| ② | A. Cérébrale antérieure |
| ③ | A. Communicante postérieure |
| ④ | A. Choroïdienne antérieure |
| ⑤ | A. Cérébrale moyenne |
| ⑥ | Gyrus parahippocampique |
| ⑦ | Tractus optique |
| ⑧ | A. Basilaire |
| ⑨ | A. Cérébrale postérieure, partie post-communicante |

Principales branches collatérales de la carotide interne :

- **L'artère hypophysaire (Fig. 9)** irrigue l'hypophyse.
- **L'artère ophtalmique (Fig. 10)** naît au niveau du segment cérébral (**C4**) et vascularise l'œil et les autres structures de l'orbite. Son occlusion proximale (proche de son émergence) ne provoque pas de cécité définitive car elle est soutenue par son **anastomose avec l'artère angulaire**, branche de l'artère carotide externe.

De face :



De profil :

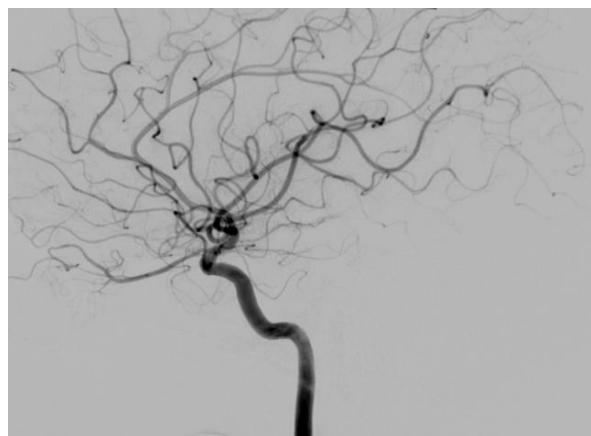
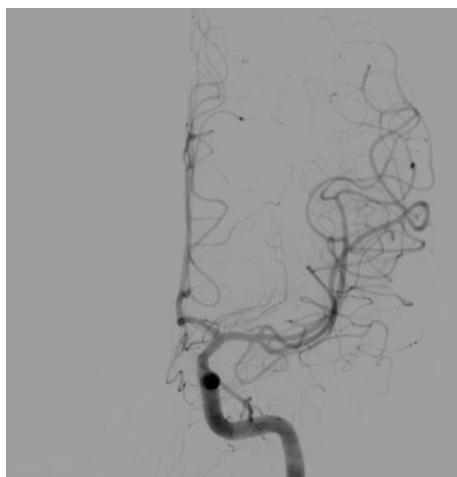
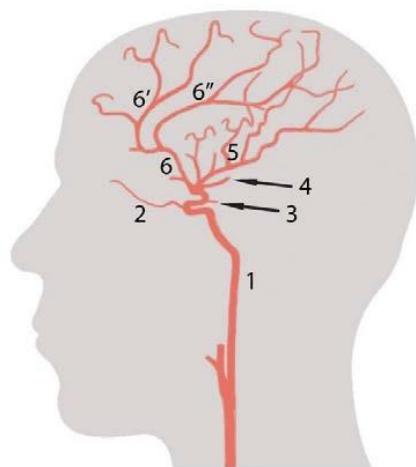


Fig. 9 issu du TP 2020

- A. Branches carotidiennes de face
- ① A. Carotide interne
 - ② Aa. Hypophysaires
 - ③ A. Cérébrale moyenne (ACM)
 - ④ A. Cérébrale antérieure (ACA)
- B. Angiographie (face)

Fig. 10 issu du TP 2020, A. Branches carotidiennes de profil, B. Angiographie (profil)

- ① A. Carotide interne
- ② A. Ophtalmique
- ③ A. Communicante postérieure (ACP)
- ④ A. Choroïdienne antérieure
- ⑤ A. Cérébrale moyenne (ACM)
- ⑥ A. Cérébrale antérieure (ACA)
- (6') A. Calloso-marginale
- (6'') A. Péricalleuse

4. Le système postérieur (vertébro-basilaire)

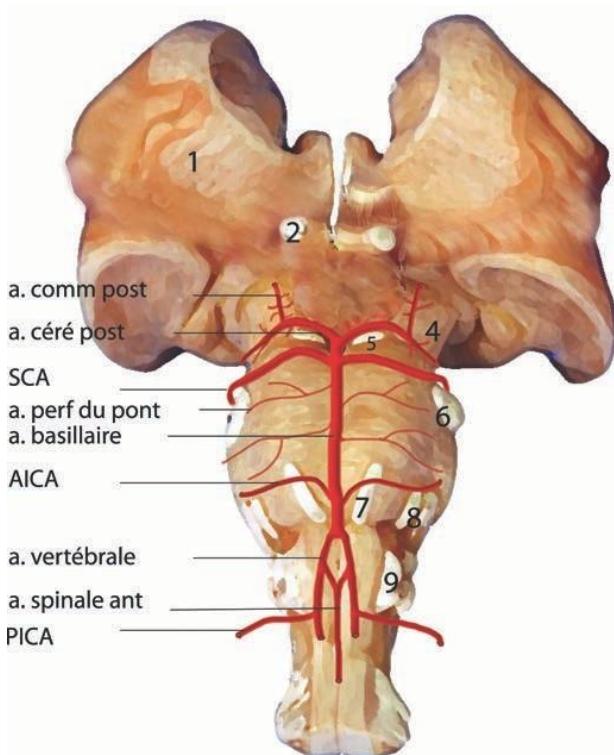


Fig. 11 : Système vertébro-basilaire et sortie des nerfs crâniens, issu du TP 2020

- ① Thalamus
- ② Nerf optique droit
- ③ Hypophyse (enlevée sur l'image)
- ④ Crus cerebri
- ⑤ Nerf III
- ⑥ Nerf V
- ⑦ Nerf VI
- ⑧ Nerfs VII et VIII
- ⑨ Nerfs XI

Branches collatérales

- Classement en fonction des artères d'origine (Fig. 11) :

Branches des artères vertébrales	Branches du tronc basilaire
<ul style="list-style-type: none"> • Les artères spinales se rejoignent pour vasculariser la ME (système longitudinal). • Les rameaux perforants sont destinés à vasculariser le bulbe latéral. • L'artère cérébelleuse postéro-inférieure (PICA) irrigue la face dorsale du bulbe et la face inférieure du cervelet. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les rameaux perforants, destinés à la vascularisation du bulbe et du pont • L'artère cérébelleuse antéro-inférieure (AICA) • L'artère cérébelleuse supérieure (SCA)

- Classement en fonction du territoire du tronc perfusé (Fig. 24) :

- Les artères **paramédianes** → zone **ventrale**
- Les artères **circonférentielles courtes** → zone **latérale**
- Les artères **circonférentielles longues** (= a. cérébelleuses) → zone **dorsale**

Branches terminales du tronc basilaire (Fig. 12) :

Le tronc basilaire se divise en 2 artères, les **artères cérébelleuses supérieures (SCA)** et, après avoir lâché ses dernières collatérales, les **artères cérébrales postérieures (ACP)**. Il est important de noter que le **nerf III** chemine entre la SCA et l'ACP, on parle de **pince oculomotrice**.

Les artères cérébrales postérieures donnent 4 branches :

1. Les **artères thalamoperforées** sortent au niveau du segment pré-communicant.
2. Les **artères thalamogéniculées** sortent au niveau du segment post-communicant.
3. Les **artères choroïdiennes postérieures** sortent au niveau post-communicant.
4. Les **artères communicantes postérieures** sont issues de la carotide interne et servent d'anastomose entre les systèmes antérieur et postérieur (cercle de Willis).

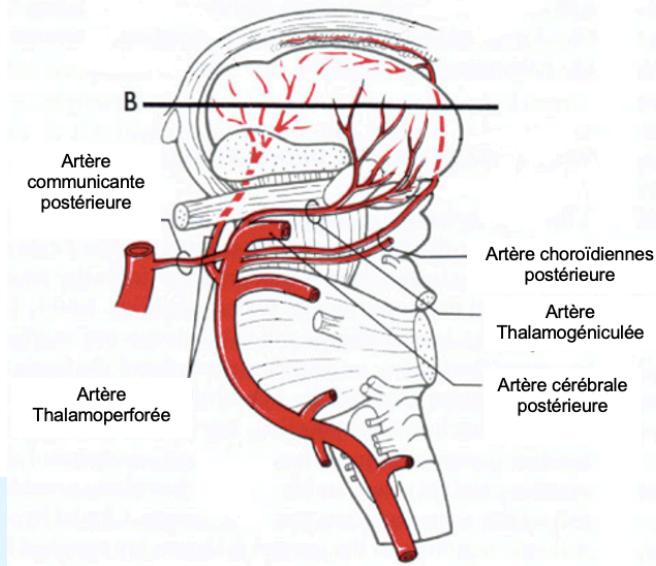


Fig. 12 : Vascularisation du thalamus, TP 2020

5. Territoires d'irrigation du cerveau

1. Territoires superficiels ou corticaux

Les **branches superficielles** (Fig. 13 et 14) irriguent la **surface de chaque hémisphère**. Trois paires d'artères contribuent à cette irrigation : les **artères cérébrales antérieures (ACA)**, **moyennes (ACM)** et **postérieures (ACP)**. Elles irriguent les faces médiales, latérales et inférieures du cerveau qu'elles atteignent en suivant les scissures ou les sillons. La vascularisation superficielle est de type **terminale** pour la majeure partie du cortex, en conséquence chaque artère irrigue un territoire bien déterminé. En effet, même si ces 3 territoires adjacents communiquent par des **anastomoses**, ces dernières sont **peu efficaces**, laissant ces zones de jonction sensibles à l'hypoperfusion.

Globalement, l'**artère cérébrale moyenne** irrigue la majorité de la **face latérale** de l'hémisphère, les deux branches superficielles **péricalleuse** et **calloso-marginale** de l'**artère cérébrale antérieure** irriguent la **face médiale** et s'étendent sur la **face dorsale et rostrale du cerveau**, autour de la scissure longitudinale. Le territoire des branches de l'**artère cérébrale postérieure** couvre la **face inférieure et caudale** (Fig. 14).

L'**artère choroïdienne antérieure** par ses branches corticales contribue à la vascularisation de l'**hippocampe et de l'uncus** (Fig. 15).

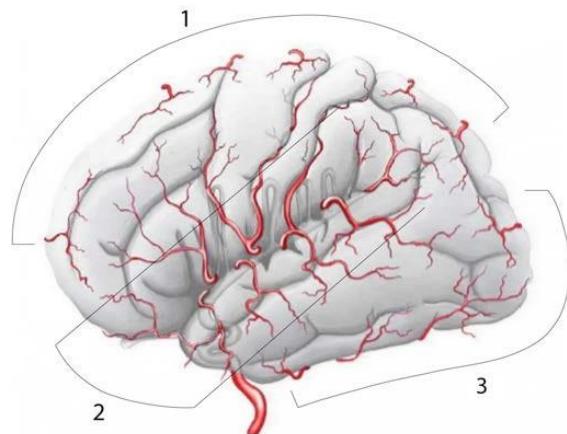


Fig. 13 : Branches superficielles de la face latérale du cerveau, TP 2020

- ① Artère cérébrale antérieure
- ② Artère cérébrale moyenne
- ③ Artère cérébrale postérieure

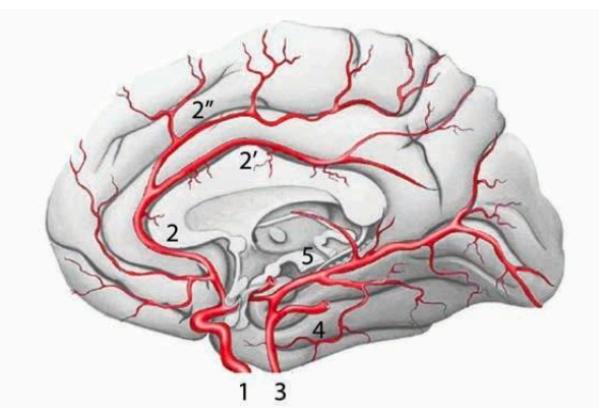


Fig. 14 : Branches superficielles de la face médiale du cerveau, TP 2020

- ① Artère carotide interne
- ② Artère cérébrale antérieure, qui donne l'a. péricalleuse (2') et l'a. callosomarginale (2'')
- ③ Tronc basilaire
- ④ Artère cérébelleuse supérieure
- ⑤ Artère cérébrale postérieure

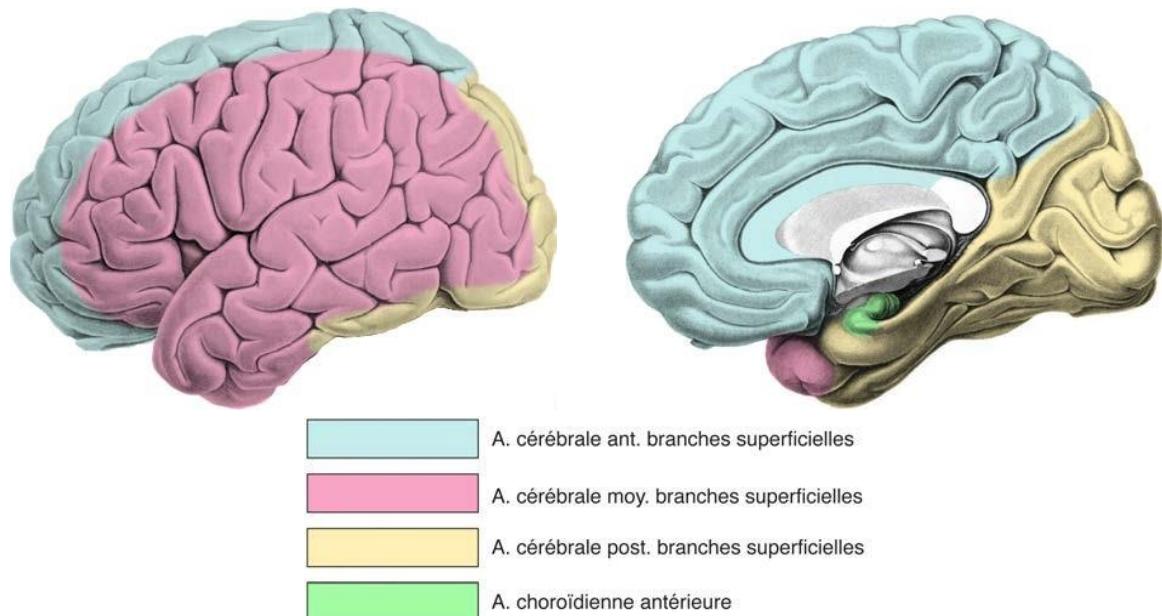


Fig. 15 : Territoires d'irrigation superficielle respectif des artères cérébrales, TP 2020

2. Territoires profonds

Les **branches profondes ou centrales** irriguent les **noyaux gris** et la **substance blanche centrale**. Il n'y a aucune anastomose à ce niveau, c'est pourquoi ces territoires sont les plus sensibles à l'hypoxie.

En fonction des artères cérébrales :

Artère cérébrale antérieure

Les branches profondes de l'**artère cérébrale antérieure** sont l'**artère récurrente de Heubner** (*Fig. 16 et 17*) et les **artères du groupe antéro-médiales** (*Fig. 16 et 17*). Le territoire vasculaire partagé par ces deux groupes couvre :

- une partie de la tête du **noyau caudé**
- la partie rostrale du **putamen**
- la partie antérieure de **l'hypothalamus**
- le chiasma **optique**
- la partie inférieure du **bras antérieur de la capsule interne**

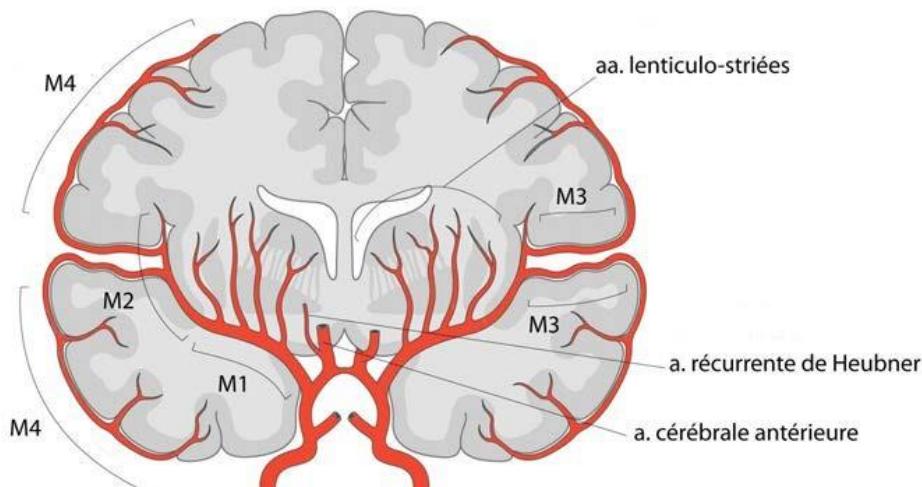


Fig. 16 : Branches profondes et segments de l'artère cérébrale moyenne, TP 2020

Artère cérébrale moyenne

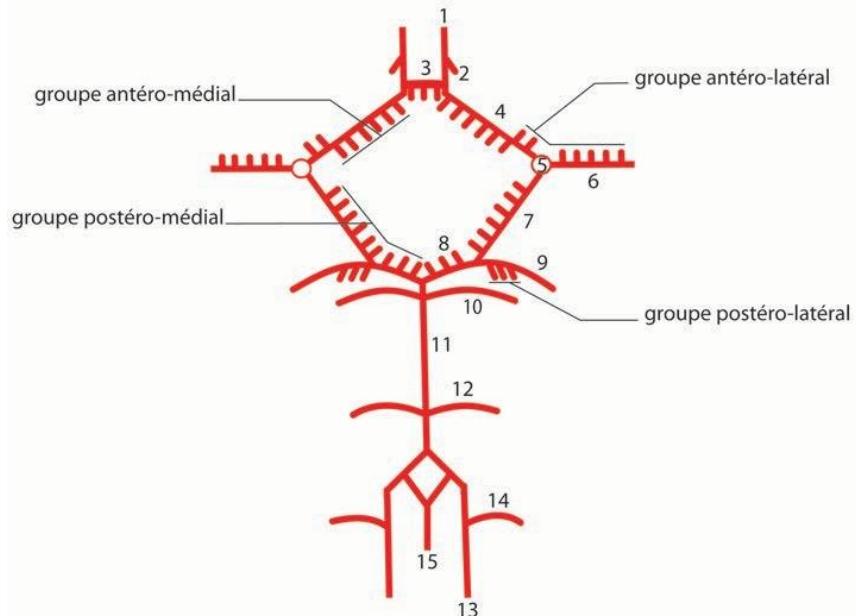
L'**artère cérébrale moyenne** donne les **branches profondes lenticulostriées** (groupe antérolatéral (*Fig. 16*)), qui vascularisent la plus grande partie des **ganglions de la base** et la moitié supérieure de la **capsule interne**.

L'**artère choroïdienne antérieure** (*Fig. 8*) par ses branches perforantes contribue à la vascularisation de :

- l'**amygdale**
- la partie inférieure du **bras postérieur de la capsule interne**
- le **plexus choroïde** des **ventricules latéraux**

Fig. 17 : Branches profondes du cercle de Willis et le système vertébrobasilaire, TP 2020

1. ACA post-communicante
2. A. récurrente de Heubner
3. AComA
4. ACA pré-communicante
5. ACI
6. ACM
7. AComP
8. ACP pré-communicante
9. ACP post-communicante
10. SCA
11. A. basilaire
12. AICA
13. A. vertébrale
14. PICA
15. A. spinale antérieure



Artère cérébrale postérieure

Les branches profondes de l'**artère cérébrale postérieure** (Fig. 17) peuvent être séparées en deux groupes :

- Les **artères du groupe postéromédial** issues de la **partie pré-communicante** de l'artère cérébrale postérieure, vascularisant les corps mamillaires, l'hypothalamus, les pédoncules cérébraux ainsi que le noyau subthalamique. L'artère thalamoperforée qui irrigue la partie rostrale du thalamus fait partie de ce groupe.
- Les **artères du groupe postérolatéral** (a. thalamogéniculée et choroïdienne postérieur) issues de la **partie post-communicante** de l'ACP vascularisant la partie postéro-latérale du thalamus (Fig. 18).

En fonction de structures particulières :

Thalamus (Fig. 18)

- **Aa. thalamoperforées** (ACP pré-communicant) → partie rostrale du thalamus
- **Aa. thalamogéniculées** (ACP post-communicant) → partie caudale du thalamus

Capsule interne (Fig. 19)

- Moitié supérieure : branches de l'artère cérébrale moyenne
- Moitié inférieure :
 - Bras antérieur : artère cérébrale antérieure
 - Genou : artère cérébrale antérieure ou artère communicante postérieure
 - Bras postérieur : artère choroïdienne antérieure

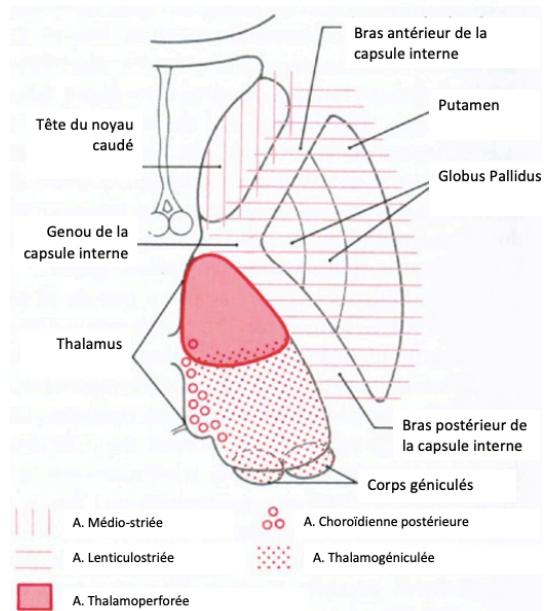


Fig. 18 : Territoire d'irrigation des branches profondes de l'ACP en coupe coronale

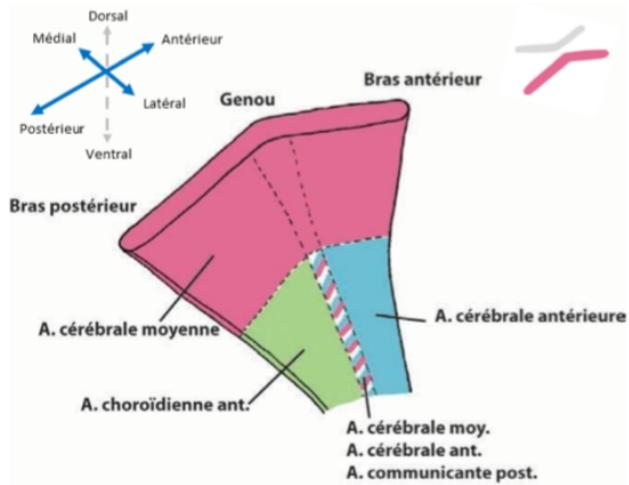


Fig. 19 (TP 2020) : Représentation de la vascularisation de la capsule interne droite. Croix fléchée bleue : orientation de la capsule interne dans le cerveau.

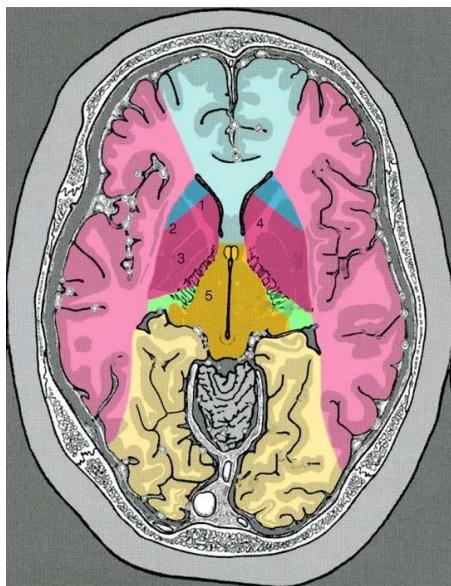


Fig. 20 (TP 2020) : Territoires d'irrigation du cerveau, coupe axiale.

1. Noyau caudé
2. Putamen
3. Globus pallidus
4. Bras antérieur de la capsule interne
5. Thalamus

A. cérébrale ant. branches superficielles
A. cérébrale ant. branches profondes
A. cérébrale moy. branches superficielles
A. cérébrale moy. branches profondes
A. cérébrale post. branches superficielles
A. cérébrale post. branches profondes
A. choroidienne antérieure

Ganglions de la base (Fig. 20, 21 et 22)

- **Striatum et pallidum** : artères perforantes (Fig. 16)
 - Branches centrales antéro-médiales (ACA) : partie rostrale du putamen et tête du noyau caudé
 - Artères lenticulostriées (ACM) : majorité du striatum/pallidum et partie supérieure de capsule interne
 - Artère choroidienne antérieure : queue du noyau caudé et globus pallidus interne
- **Noyaux sous-thalamiques** : branches profondes des ACP et AComP (Fig. 22d)
- **Substance noire** : branches de l'artère basilaire (Fig. 24c)

Fig. 21 : Territoires d'irrigation du cerveau, coupes coronales (TP 2020)

1. Gyrus cingulaire
2. Corps du corps calleux
3. Rostrum du corps calleux
4. Noyau accumbens
5. Tête du noyau caudé
6. Capsule interne: bras antérieur
7. Putamen
8. Chiasma optique

A. cérébrale ant. branches superficielles
A. cérébrale ant. branches profondes
A. cérébrale moy. branches superficielles
A. cérébrale moy. branches profondes
A. cérébrale post. branches superficielles
A. cérébrale post. branches profondes
A. choroïdienne antérieure

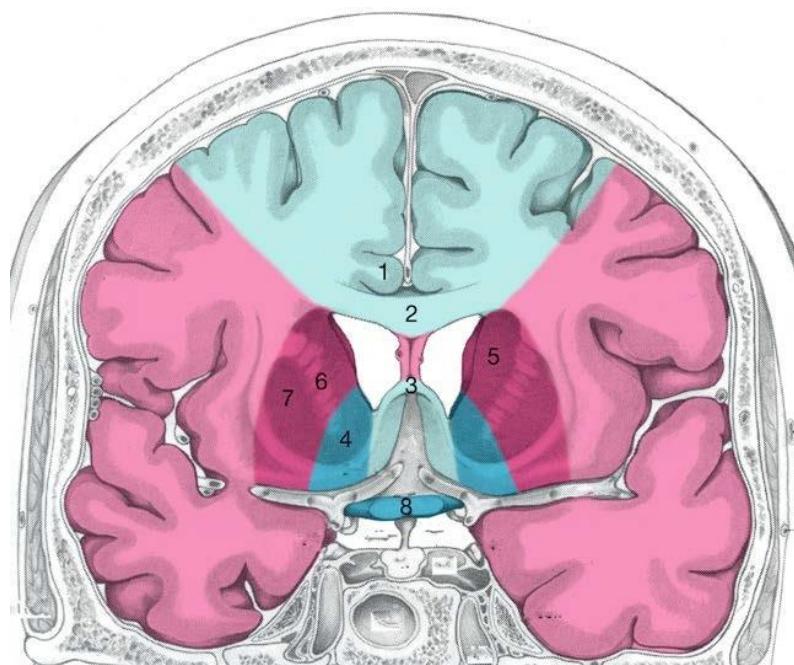
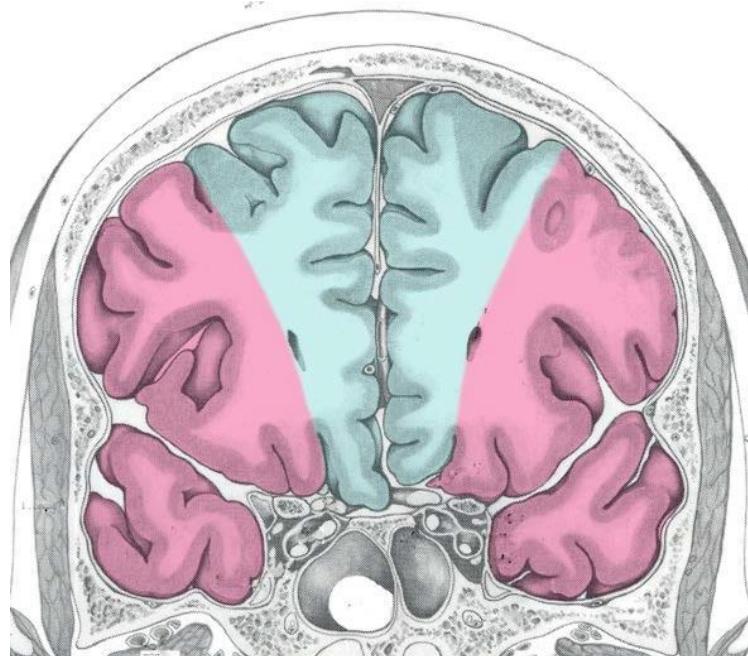
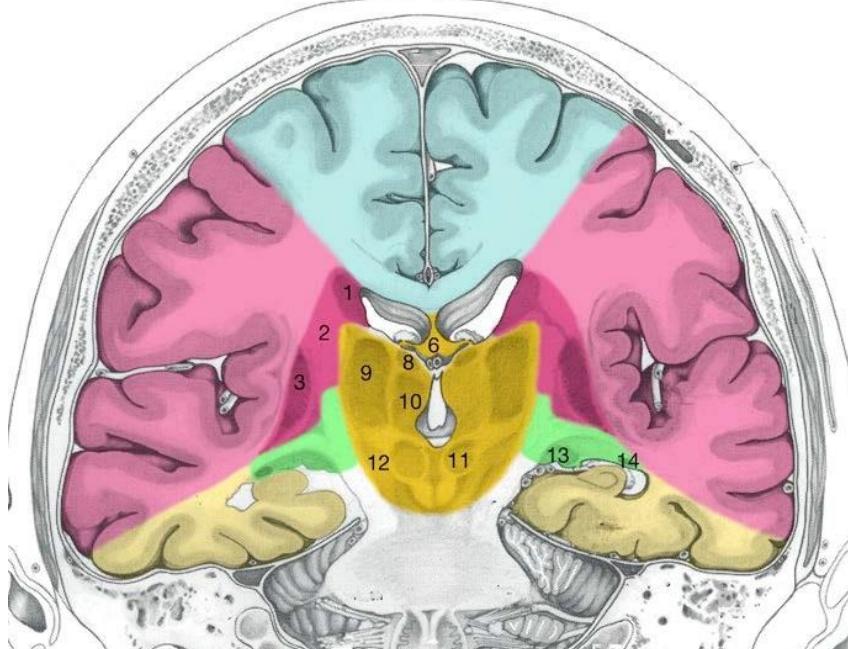
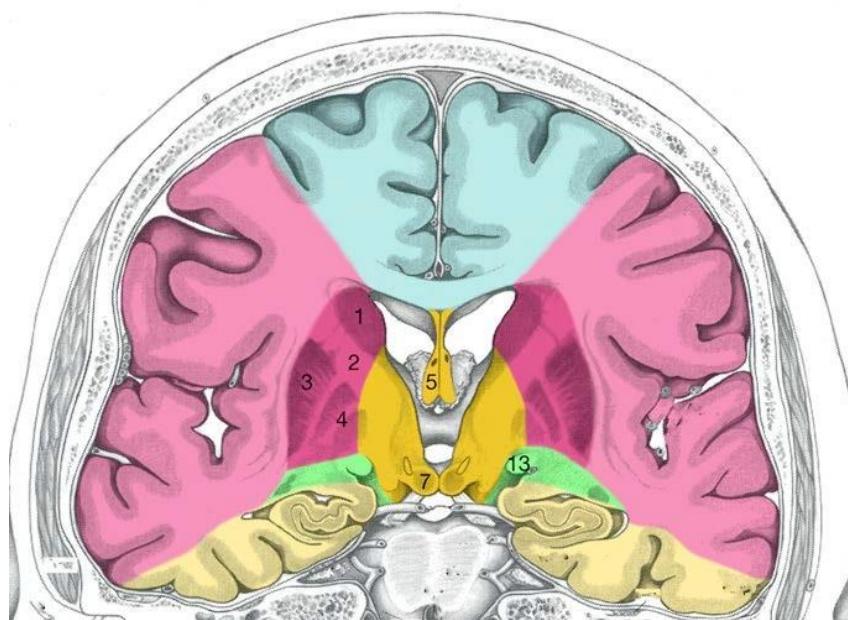


Fig. 22 : Territoires d'irrigation du cerveau, coupes coronales (TP 2020)

1. Corps du noyau caudé
2. Capsule interne: bras postérieur
3. Putamen
4. Globus pallidus
5. Colonnes du fornix
6. Corps du fornix
7. Corps mamillaires
8. Thalamus : noyau antérieur
9. Thalamus : noyau ventral antérieur
10. Thalamus : noyau médio-dorsal
11. Tronc cérébral : noyaux rouges

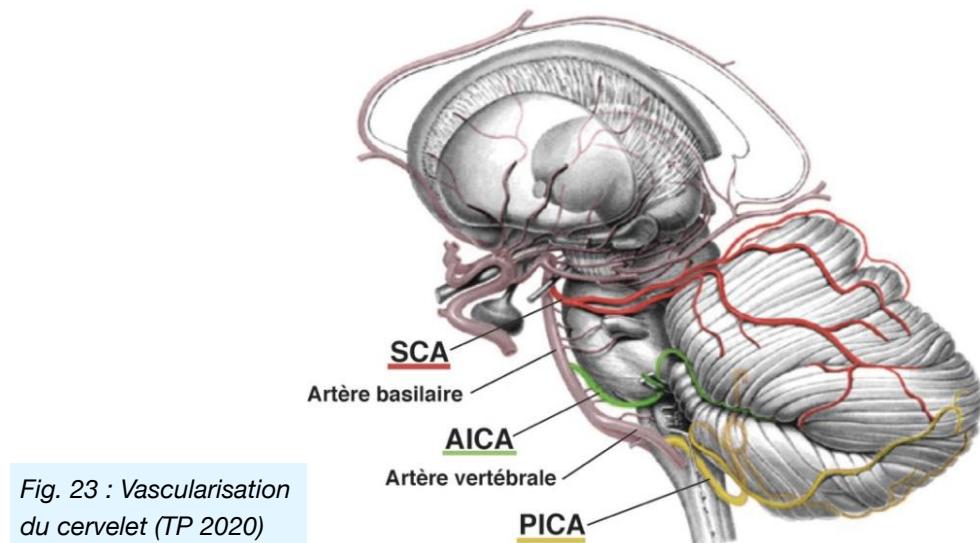
12. Noyaux sous-thalamiques
13. Tractus optique
14. Queue du noyau caudé

A. cérébrale ant. branches superficielles
A. cérébrale ant. branches profondes
A. cérébrale moy. branches superficielles
A. cérébrale moy. branches profondes
A. cérébrale post. branches superficielles
A. cérébrale post. branches profondes
A. choroidienne antérieure



6. Vascularisation du cervelet

- **L'artère cérébelleuse inférieure et postérieure (Posterior Inferior Cerebellar Artery, PICA)** : Cette artère est issue de l'artère vertébrale et vascularise la **partie caudale du cervelet**. Son artère est très variable.
- **L'artère cérébelleuse inférieure et antérieure (Anterior Inferior Cerebellar Artery, AICA)**: Cette artère est issue de l'artère basilaire. Elle vascularise la partie de **l'hémisphère du cervelet qui est située en dessous de la fissure horizontale**.
- **L'artère cérébelleuse supérieure (Superior Cerebellar Artery, SCA)** : Cette artère est issue de l'artère basilaire, juste avant que celle-ci ne se divise pour donner les 2 ACP. Elle traverse la citerne inter-pédonculaire, puis se divise en 2 branches qui contournent le mésencéphale dans la citerne ambiante. L'artère cérébelleuse supérieure vascularise **la partie supérieure de l'hémisphère du cervelet**.



7. Territoires d'irrigation du tronc

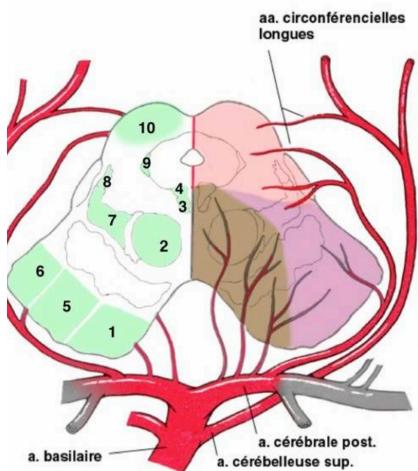
Nous aborderons les territoires de vascularisation des trois étages du tronc cérébral, niveau par niveau. Il faut garder à l'esprit que les lésions peuvent survenir à tous les niveaux du tronc et qu'elles ne sont pas forcément isolées...

En coupe axiale, le tronc cérébral peut être divisé en 3 territoires d'irrigation (Fig. 24) et suivant le niveau où l'on se trouve, les artères ont des origines différentes :

	Aa. paramédianes	Aa. circonférentielles courtes	Aa. circonférentielles longues
	Zone ventrale	Zone latérale	Zone dorsale
Mésencéphale	Artère cérébrale postérieure (ACP) (groupe postéromédial)	Artère cérébrale postérieure (ACP)	Artère basilaire et artère cérébelleuse supérieure (SCA)
Pont	Artère basilaire	Artère basilaire	Artère basilaire
Bulbe	Artère spinale antérieure	Artère vertébrale	PICA

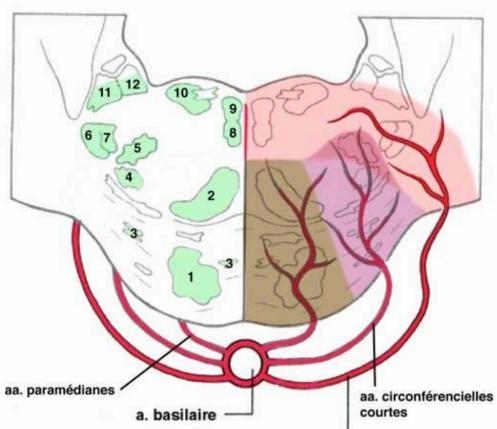
Fig. 24 : Territoires d'irrigation du mésencéphale (A), pont (B) et bulbe (C) (TP 2020)

A) Mésencéphale



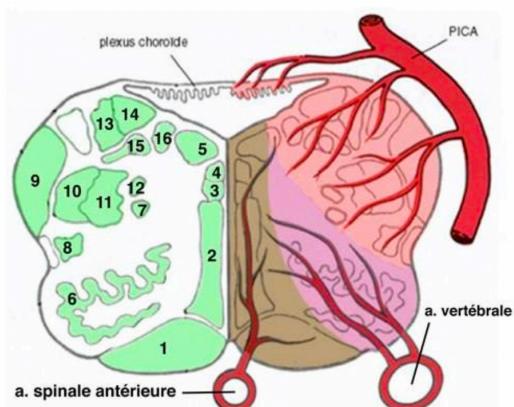
ACP (groupe postéromédial)	1. tractus corticopontique 2. noyau rouge 3. noyau du nerf III 4. noyaud'Edinger-Westphal
Artère cérébrale postérieure	5. tractus corticospinal 6. tractus corticopontique 7. lémnisque médian
Artère basilaire et artère cérébelleuse supérieure (SCA)	7. lémnisque médian 8. système antérolatéral (fibres spinothalamiques) 9. noyau mésencéphalique du nerf V 10. collicule supérieur

B) Pont



Artère basilaire	1. tractus corticospinal 2. lémnisque médian 3. noyaux pontiques
Artère basilaire	3. noyaux pontiques 4. système antérolatérale 5. noyau moteur du nerf VII
Artère basilaire	6. tractus spinal du nerf V 7. noyau spinal du nerf V 8. tractus tectospinal 9. faisceau longitudinal médian 10. noyau du nerf VI 11. noyau vestibulaire latéral 12. noyau vestibulaire médial

C) Bulbe



Artère spinale antérieure	1. tractus corticospinal 2. lémnisque médian 3. tractus tectospinal 4. faisceau longitudinal médian 5. noyau hypoglosse
Artère vertébrale	5. noyau hypoglosse 6. olive inférieure
Artère cérébelleuse inférieure et postérieure (PICA)	7. noyau ambigu 8. système antérolatéral 9. pédoncule cérébelleux inférieur 10. le tractus spinal du nerf V 11. le noyau spinal du nerf V 12. fibres descendantes du système sympathique 13. noyau vestibulaire inférieur 14. noyau vestibulaire médial 15. noyau solitaire et son tractus 16. noyau moteur dorsal du nerf X

8. Territoires d'irrigation de la moelle épinière

5. Deux systèmes de vascularisation : longitudinal et segmentaire

Le système longitudinal

Il est essentiellement composé des **artères spinales postérieures et antérieures**. Ces artères spinales proviennent des **artères vertébrales** : au niveau de la décussation pyramidale, deux branches s'en détachent et s'unissent pour former **une artère spinale antérieure**; deux autres branches descendant sur la face dorsale de la moelle épinière et forment les **artères spinales postérieures**.

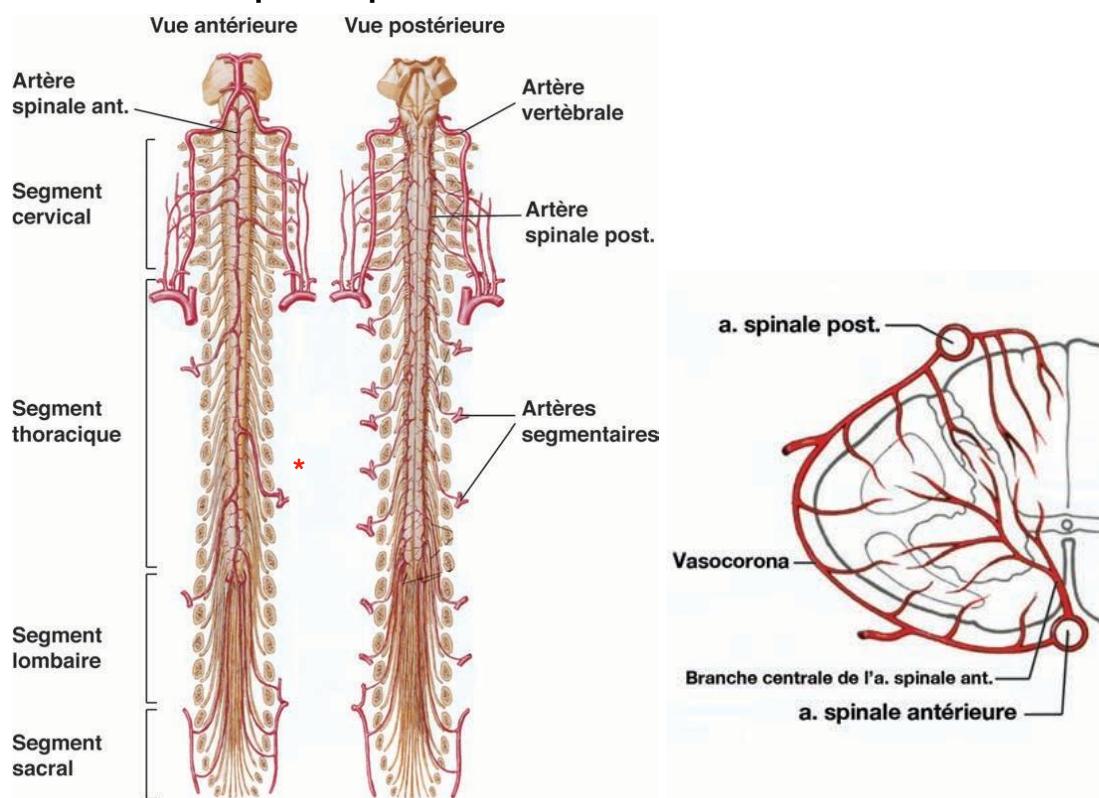


Fig. 25 : Vascularisation de la moelle épinière, (a) aspect longitudinal et (b) aspect axial (TP 2020)

* Artère d'Adamkiewicz

Aux niveaux cervicaux, les accidents vasculaires médullaires sont rares car le système longitudinal est efficace et il est soutenu par des **artères radiculo-médullaires** (naissant des artères vertébrales ou cervicales profondes) qui anastomosent les artères spinales par un anneau vasculaire appelé **Vasocorona** (Fig. 25b). Cependant à partir du niveau thoracique, l'axe vasculaire spinal antérieur s'essouffle.

Remarque :

L'artère d'Adamkiewicz est un vaisseau impair, latéralisé à gauche dans la majorité des cas. Elle naît d'une artère intercostale ou lombaire haute, à un niveau très variable (Th8 à L2). Elle prend le relais de l'artère spinale antérieure en vascularisant les 2/3 inférieurs de la ME y compris le renflement lombo-sacré. Lors d'opérations chirurgicales de l'aorte (thoracique ou abdominale), son repérage en pré-opératoire (angio-CT, angio-IRM avec reconstruction 3D) est essentiel. Ceci permet d'éviter les rares complications paralytiques (paraplégie) si on coupe cette artère.

Le système segmentaire

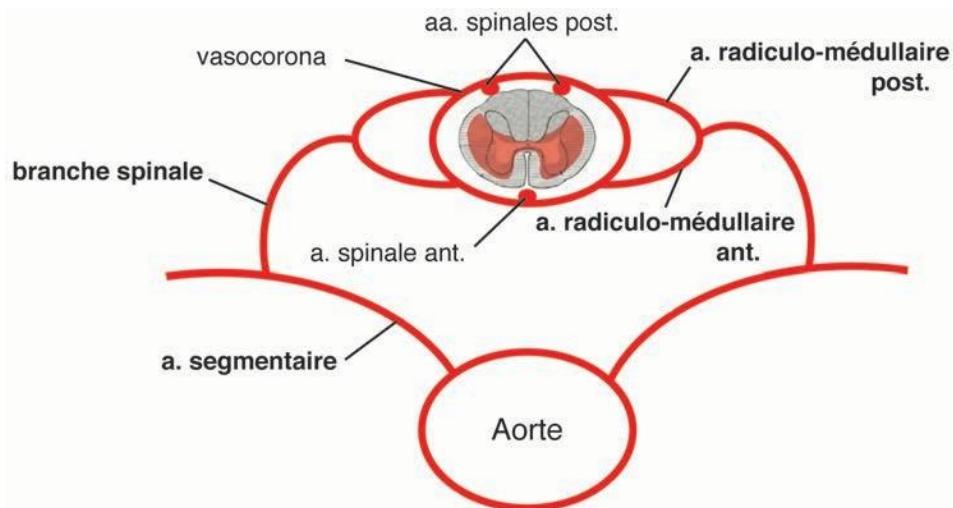


Fig. 26 : Vascularisation segmentaire de la moelle épinière (TP 2020)

Il est composé des **artères radiculo-médullaires antérieures et postérieures** issues de la branche spinale des **artères segmentaires** qui, suivant le niveau, sont des **artères cervicales, intercostales ou lombaires**. Ce réseau horizontal présent tout le long de la moelle épinière est un soutien important au système longitudinal, particulièrement aux niveaux thoraciques où la capacité de l'artère spinale antérieure s'affaiblit. Une artère radiculo-médullaire devient alors spécialement importante : **l'artère d'Adamkiewicz** (* de Fig. 25a). Au-delà, ce sont les **artères sacrales** qui assument l'apport.

Territoires vasculaires :

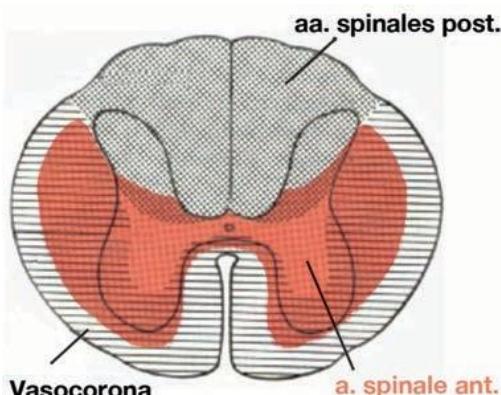


Fig. 27 : Territoires vasculaires de la moelle épinière (TP 2020)

Artère spinale antérieure	<ul style="list-style-type: none"> Cornes ventrales Base des cornes dorsales Grande partie des tractus ventro-latéraux
Artères spinales postérieures	<ul style="list-style-type: none"> Reste des cornes dorsales Tractus dorsaux
Vasocorona	Partie extérieure des tractus ventro-latéraux

B. Vascularisation veineuse (drainage)

Le drainage veineux du cerveau converge dans la **veine jugulaire interne** en comprenant les **veines superficielles**, les **veines profondes** et les **sinus crâniens**.

Les veines et sinus du cerveau ne contiennent **pas de valvules**. Dans certaines régions clés, surtout au niveau du sinus sagittal supérieur, les veines et les sinus communiquent par les « **bridging veins** » ou « veines en pont » (Fig. 32). Ces anastomoses fragiles sont importantes à connaître car leur rupture peut être une cause fréquente d'hématome sous-dural chez l'enfant secoué ou chez le patient âgé, en cas de chute.

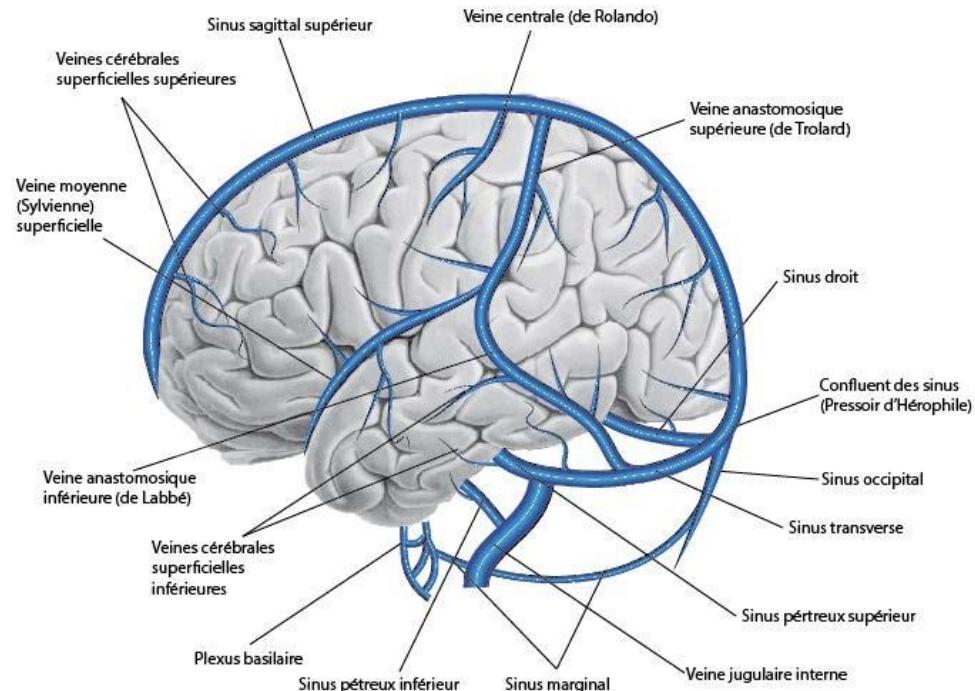


Fig. 28 : Veines et sinus de la face latérale du cerveau (TP 2020)

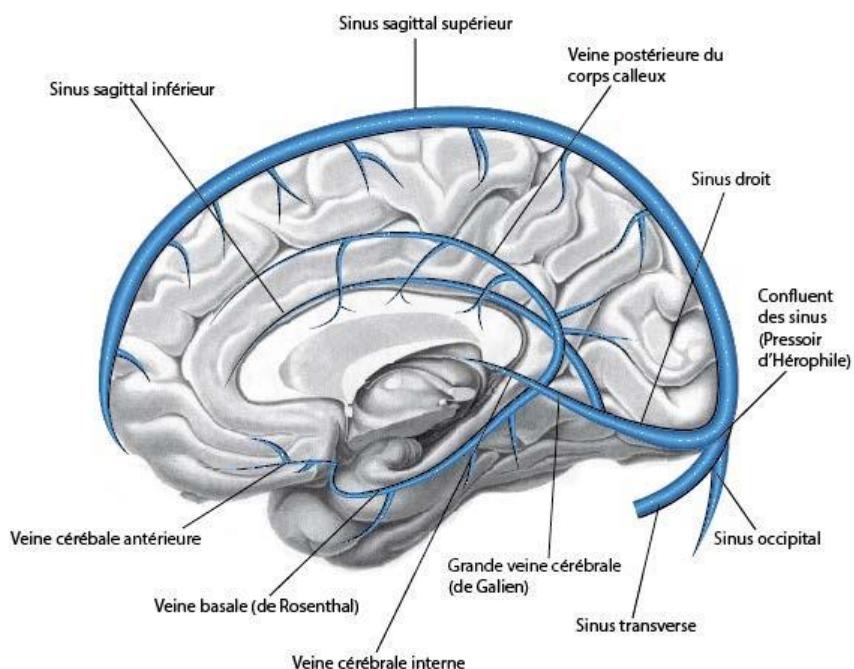


Fig. 29 : Veines et sinus de la face médiale du cerveau (TP 2020)

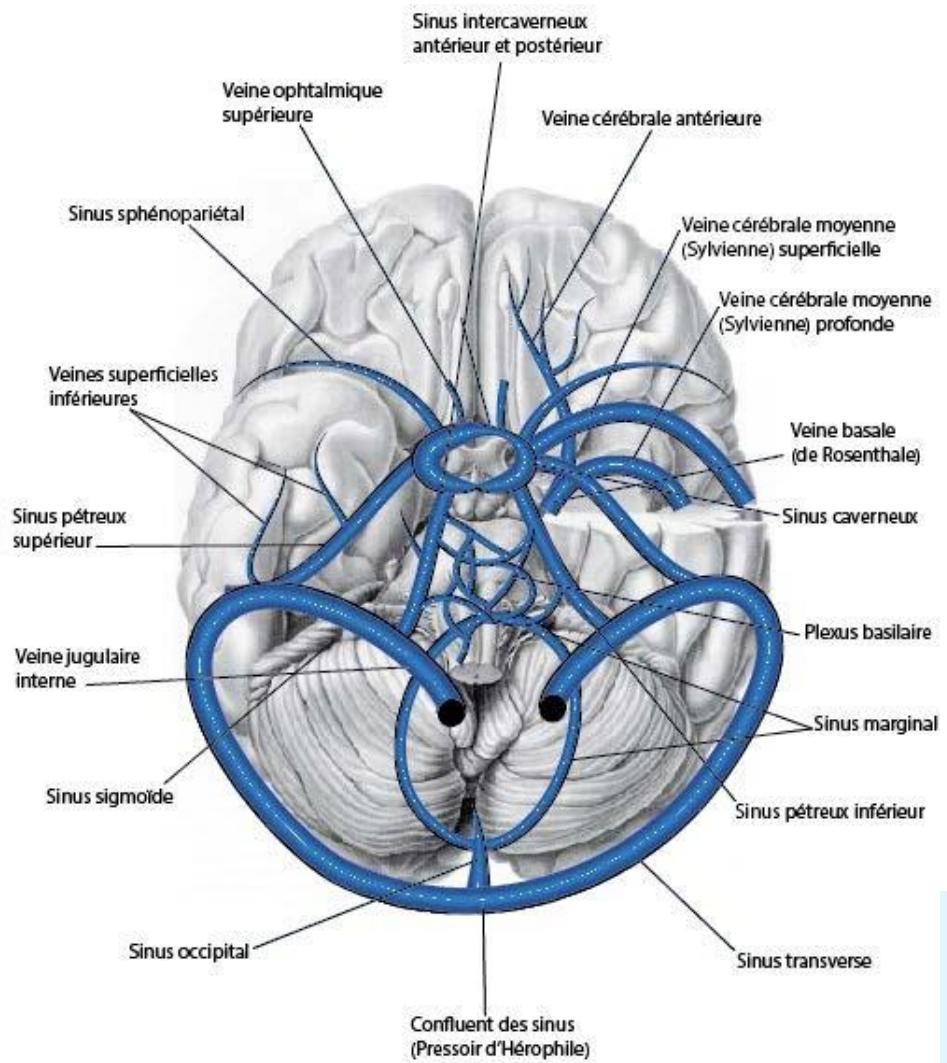


Fig. 30 : Veines et sinus de la face inférieure du cerveau (TP 2020)

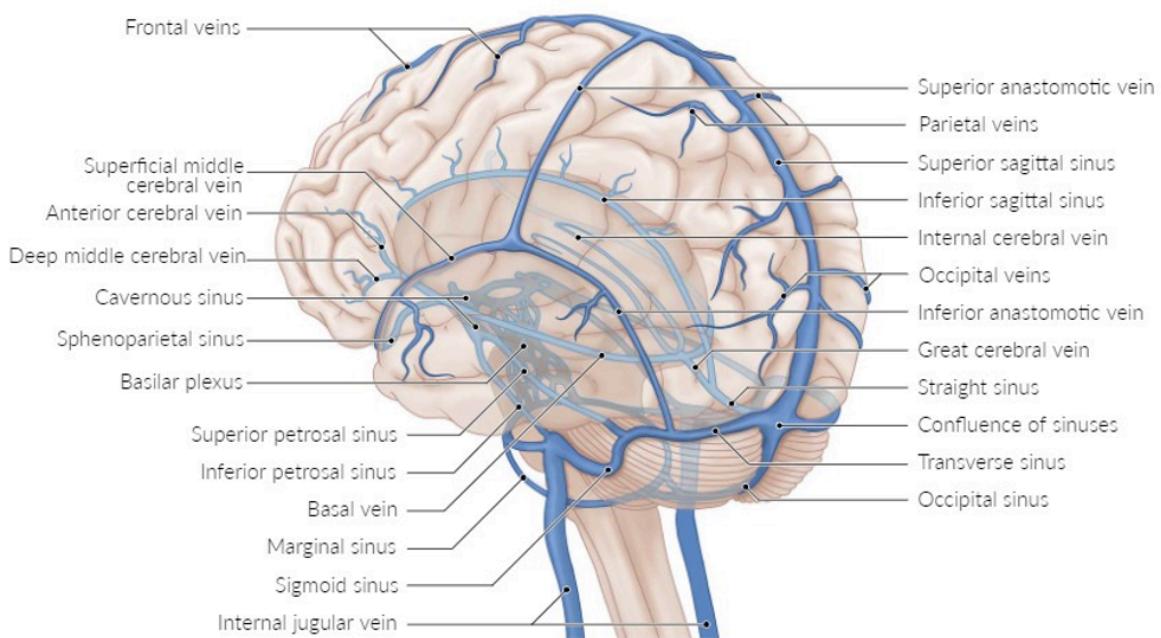


Fig. 31 : Représentation 3D des veines et des sinus principaux (« Cerebrovascular system » AMBOSS)

1. Sinus veineux

Les feuillets méningé et périosté de la dure-mère, normalement accolés, se séparent par endroits, pour créer des espaces couverts d'endothélium : les **sinus veineux de la dure-mère** ou **sinus veineux cérébraux**, permettant l'écoulement du sang qu'ils contiennent.

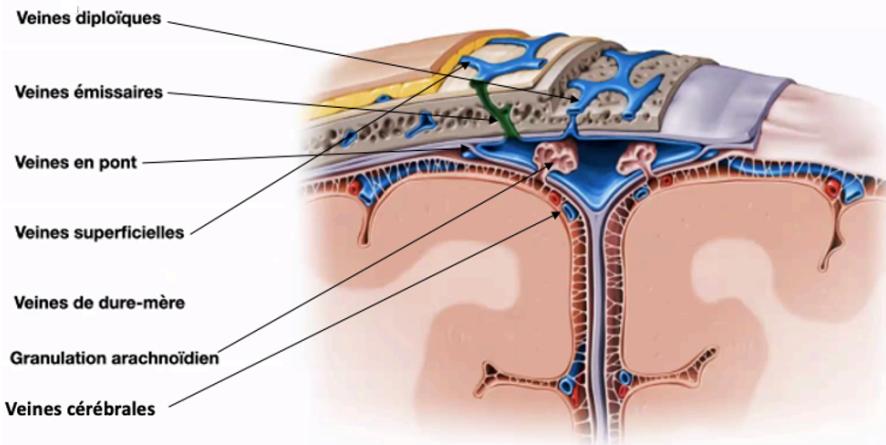


Fig. 32 : Représentation schématique coronale, du sinus sagittal supérieur, de son emplacement au sein de la dure-mère et de ses voies d'apport.

Le **sang veineux** et le **LCR** se drainent dans ces compartiments. Il existe également des connexions entre les sinus et certaines **veines extra-crâniennes** comme, par exemple, le plexus vertébral interne et la veine faciale.

Remarque :

La thrombose des sinus duraux provoque en premier lieu des céphalées, mais elle peut aussi provoquer des parésies sensitives et motrices, ou une aphasicie, si la pathologie s'étend aux veines corticales (veines superficielles).

En fonction de leur nombre, les principaux sinus veineux de la dure-mère peuvent être divisés en deux groupes : les **sinus impairs** et les **sinus pairs**.

Sinus impairs (1x sur la ligne médiane)

- Le **sinus sagittal supérieur** se situe à la jonction entre la faux du cerveau et la dure-mère accolée à la voûte du crâne. Il se termine dans le confluent des sinus.
- Le **sinus sagittal inférieur** se situe à l'extrémité inférieure de la faux du cerveau. Il se jette dans le sinus droit.
- Le **sinus droit**, dans la tente du cervelet, se termine dans le confluent des sinus.
- Le **sinus occipital** se situe sur l'insertion de la faux du cervelet. Il monte pour se jeter dans le confluent des sinus.
- Le **confluent des sinus** ou **pressoir d'Hérophile** achemine le sang du sinus sagittal supérieur, du sinus droit et du sinus occipital vers les sinus transverses. Il se situe à la jonction de ces cinq sinus.

Sinus pairs (1x à gauche et 1x à droite)

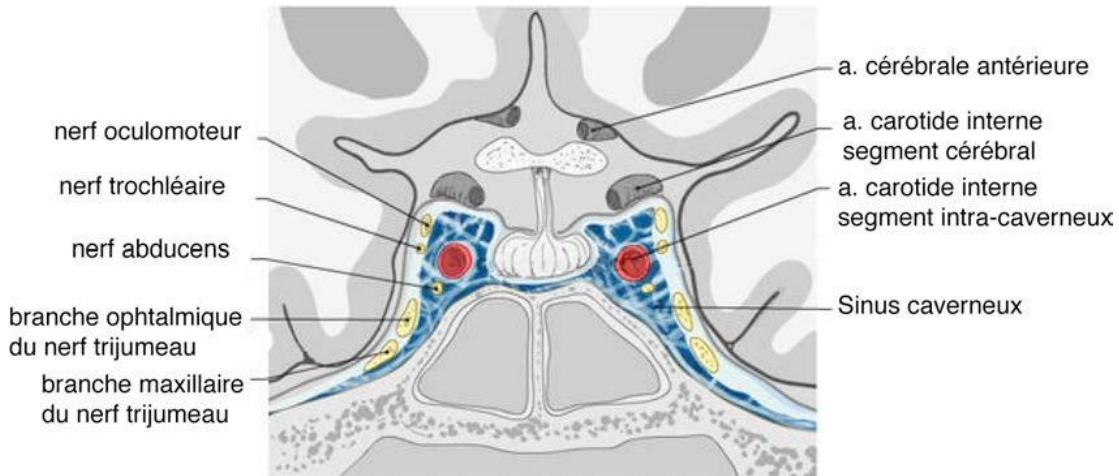


Fig. 33 : Illustration du sinus caverneux et de son contenu en coupe coronale (TP 2020)

- Les **sinus caverneux** se situent latéralement à la selle turcique. Ils sont reliés au plexus veineux ptérygoïdien via des veines émissaires et à la veine faciale via les veines ophtalmiques. La connexion avec ces veines explique qu'une infection des sinus paranasaux peut se compliquer d'une thrombose des sinus caverneux qui se manifeste par des symptômes oculaires tels qu'une exophthalmie, une paralysie oculomotrice et un déficit sensitif dans le territoire des branches du nerf trijumeau.
- Les **sinus transverses** se situent entre la tente du cervelet et la dure-mère, accolés à la voûte du crâne dans le sillon du même nom. Ils se continuent par les sinus sigmoïdes.
- Les **sinus sigmoïdes** suivent leur sillon. Ils se jettent dans la veine jugulaire interne.
- Les **sinus pétreux supérieurs et inférieurs** drainent à gauche et à droite les deux sinus caverneux. Le sinus pétreux supérieur longe le bord supérieur de la partie pétreuse de l'os temporal et se jette dans le sinus sigmoïde. Le sinus pétreux inférieur suit la fissure pétro-occipitale, quitte la boîte crânienne et rejoint la veine jugulaire depuis l'extérieur.

2. Veines superficielles

Les **veines superficielles** se drainent dans le **sinus sagittal supérieur** qui rejoint le **confluent des sinus**, le **sinus droit** puis le **sinus latéral** pour se jeter finalement dans la **veine jugulaire interne**. Leur thrombose isolée provoque une triade caractéristique de symptômes : céphalées, crises épileptiques focales et déficits neurologiques focaux. Les principales veines superficielles sont les suivantes :

- La **veine moyenne superficielle** (paire) ou **veine sylvienne superficielle** se situe sur la partie antérieure du sillon Sylvien. Elle est en connexion avec le sinus caverneux.
- La **veine anastomotique supérieure** (paire) ou **veine de Trolard** relie la veine moyenne superficielle et la veine de Labbé au sinus sagittal supérieur.
- La **veine anastomotique inférieure** (paire) ou **de Labbé** relie les veines moyennes superficielles et les veines de Trolard aux sinus transverses.

- La **veine basale** (pair) ou **veine de Rosenthal** se situe sur la face ventrale du lobe temporal et se jette dans la grande veine cérébrale (de Galien).
- Les **veines émissaires** percent le crâne pour faire la connexion entre les sinus veineux cérébraux et les veines exo-crâniennes. Il y a des variations interindividuelles, mais on peut nommer par exemple les veines émissaires frontale, pariétale et mastoïdienne. Il en existe d'autres n'ayant pas reçu de nom.

3. Veines profondes

Les **veines cérébrales profondes** sont au centre du cerveau. Elles drainent les **structures internes du prosencéphale** (les toiles choroïdiennes, les noyaux striés et le thalamus). Les principales veines profondes sont les suivantes :

- La **veine thalamo-striée** (paire) ou **veine terminale** parcourt la stria terminale qui se trouve entre le thalamus et le noyau caudé sur la face inféro-latérale des ventricules latéraux. A la hauteur des foramina de Monroe, elle repart vers l'arrière pour se jeter dans la veine cérébrale interne.
- La **veine cérébrale interne** (paire) chemine sur le côté du 3e ventricule pour se jeter dans la veine de Galien postérieurement à la glande pineale.
- La **veine choroïdienne** (paire) voyage avec le plexus choroïde parallèlement à la veine thalamo-striée. Elle finit comme cette dernière dans la veine cérébrale interne.
- La **grande veine cérébrale ou veine de Galien** (impaire) se trouve sous le splénium du corps calleux et se jette dans le sinus droit.

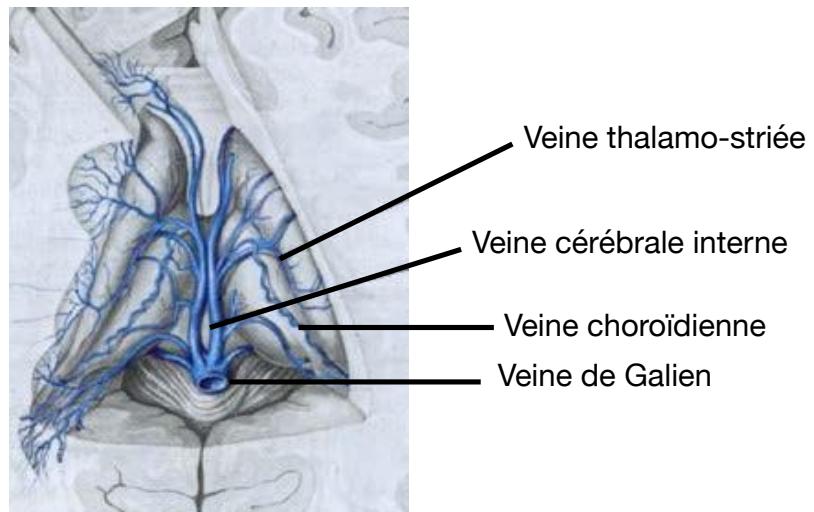


Fig. 34 : Veines cérébrales profondes (TP 2020)

4. Ressources supplémentaires pour l'apprentissage

Résumé des territoires de drainage du cerveau (De « cerebrovascular system », AMBOSS)

Sinus et veines	Territoires drainés
Sinus sagittal supérieur	Cortex superficiel
Sinus sagittal inférieur	Surface médiane des hémisphères cérébraux
Sinus droit	Veines profondes corticales
Sinus occipital	Lobe occipital
Sinus caverneux	Oeil (et cortex superficiel)
Sinus pétreux supérieur	Oreille interne
Sinus pétreux inférieur	Bulbe, pont et surface inférieur du cervelet
Veines superficielles	Cortex superficiel
Veine basale de Rosenthal	Lobe temporal
Veine thalamostriée	Ganglions de la base et thalamus
Veine choroïdienne	Plexus choroïde du 3ème ventricule
Veine de Galien	Veines profondes

Organisation schématique du drainage veineux du cerveau

