



Qui êtes-vous ?

<https://forms.gle/yeBgicPQrbu8bwwe6>

# Neuro-développement et Cardiopathies Congénitales



## Physiologie





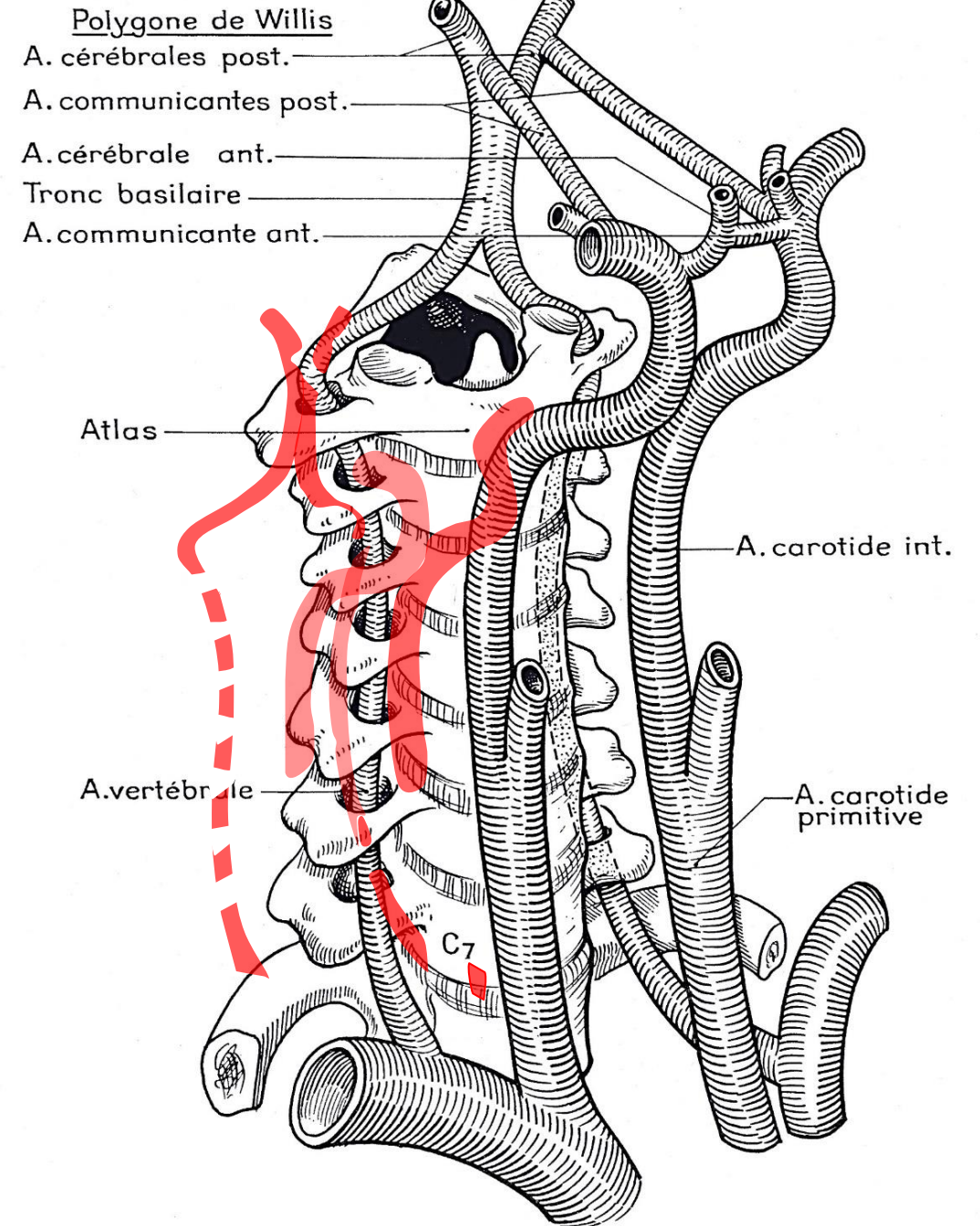
A traditional Japanese garden scene featuring a gravel path, moss-covered rocks, and a tree trunk. The text "CIRCULATION CEREBRALE" is overlaid in the center.

**CIRCULATION CEREBRALE**



# Vascularisation du cerveau

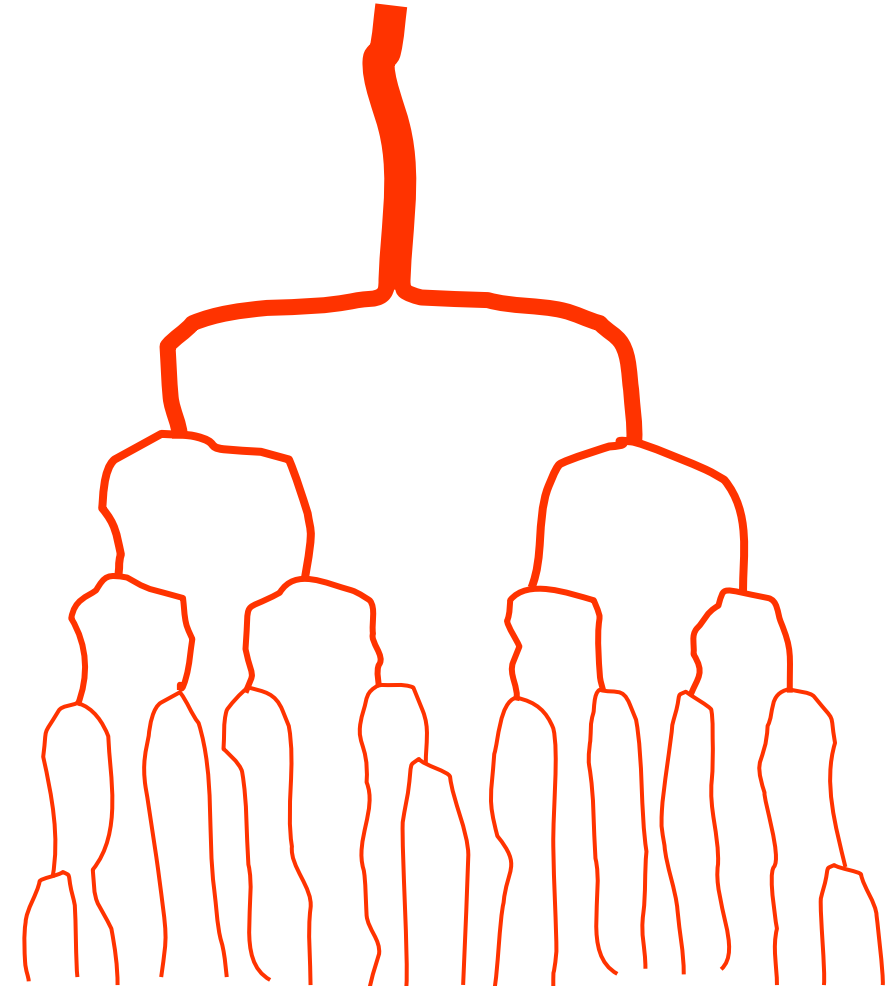
- \* 4 axes artériels
  - **Systeme antérieur** :
    - 2 artères carotides internes
  - **Systeme postérieur** :
    - 2 artères vertébrales
- \* Systeme veineux
  - Superficiel
  - Profond
  - Sinus veineux
  - Veine jugulaire interne



# Particularités de la circulation cérébrale

- La circulation cérébrale est avant tout **nutritionnelle**.
- Elle transporte aussi des **messages** vers les organes périphériques
- Elle est contenue à l'intérieur d'un réceptacle osseux **inextensible**
- C'est une **circulation terminale**, sensible à toute diminution de la perfusion locale ou globale
- Cette fragilité est compensée par des systèmes de **suppléance anastomotique** situés à plusieurs niveaux

CIRCULATION TERMINALE

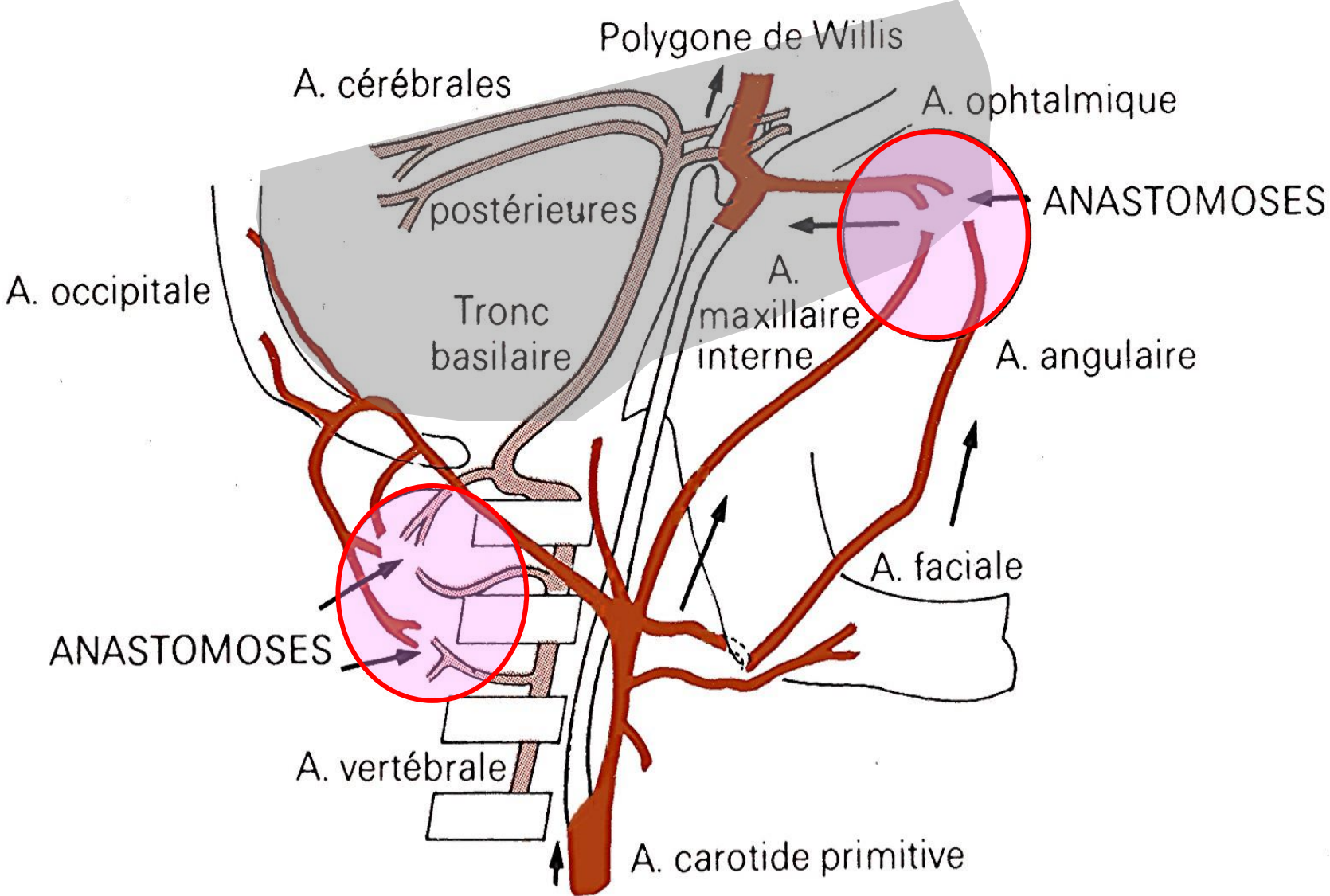


# Les 4 niveaux anastomotiques

Les troncs artériels et leurs capillaires les plus distaux sont reliés entre eux par des anastomoses de valeur fonctionnelle inégale

- Entre les systèmes carotidiens externe et interne : [artère angulaire - artère ophtalmique](#)
- Entre les artères de la base du crâne: [polygone de Willis](#)
- Entre les territoires profond et superficiel d'une même artère
- Entre des [territoires artériels adjacents](#)

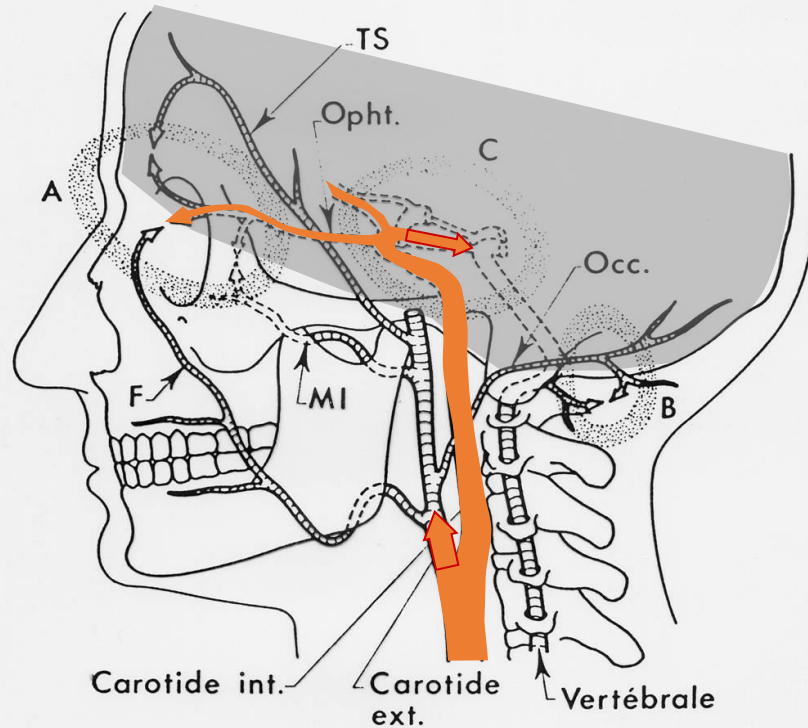
# Anastomoses extra/intracrâniennes



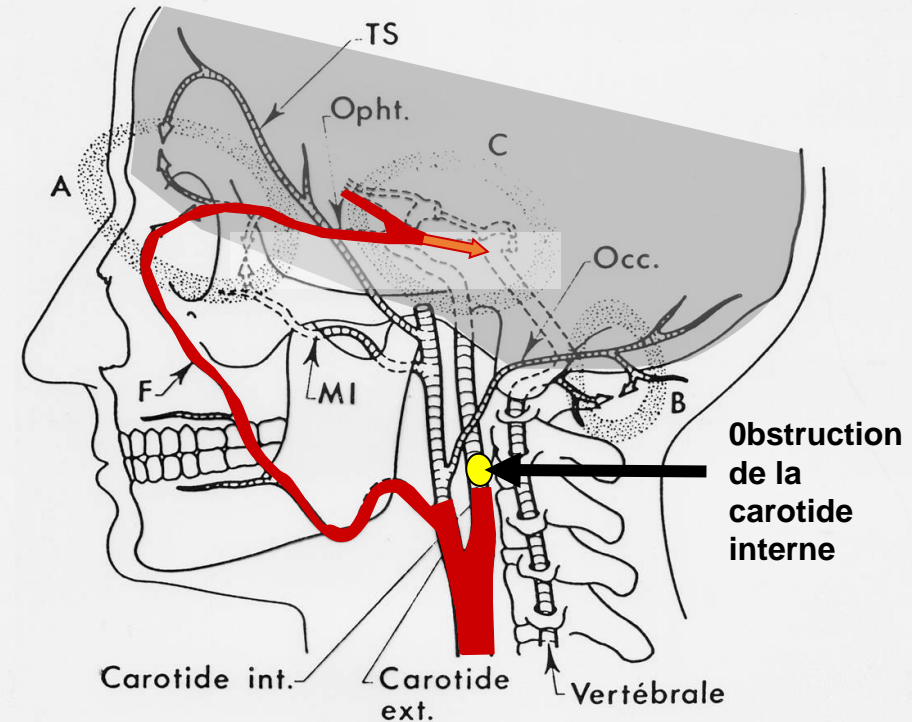
# Systèmes anastomotiques

Carotide externe → Carotide interne

Sens physiologique de la circulation de l'artère ophtalmique



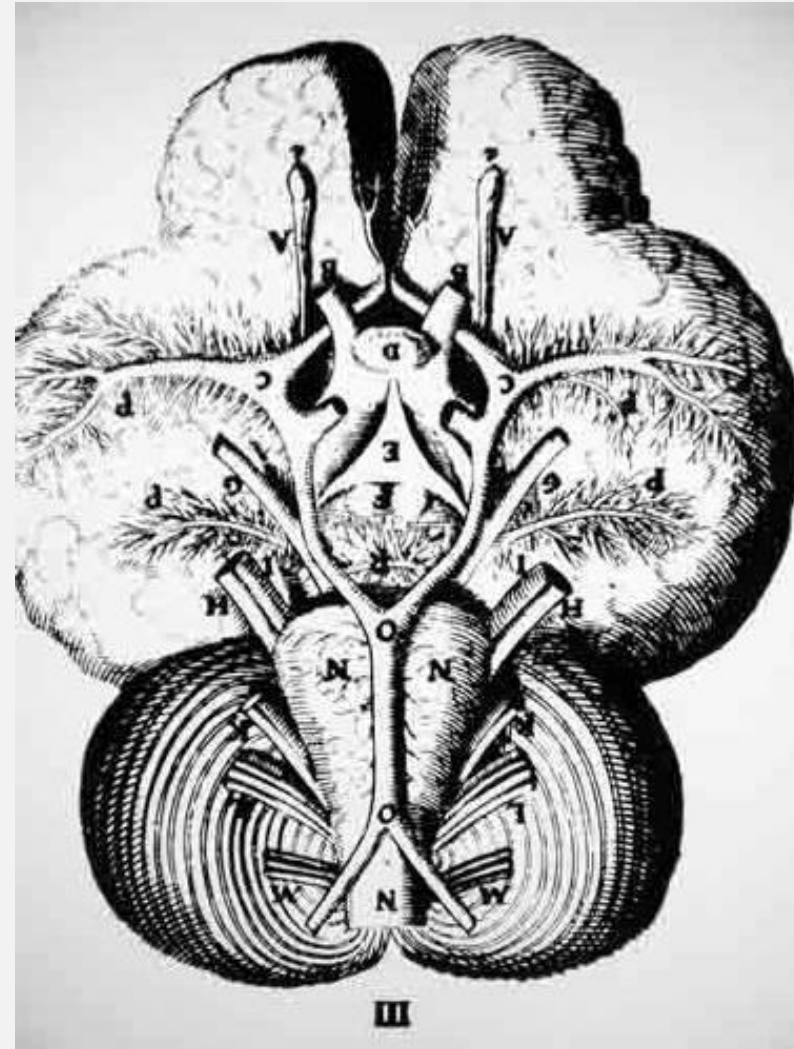
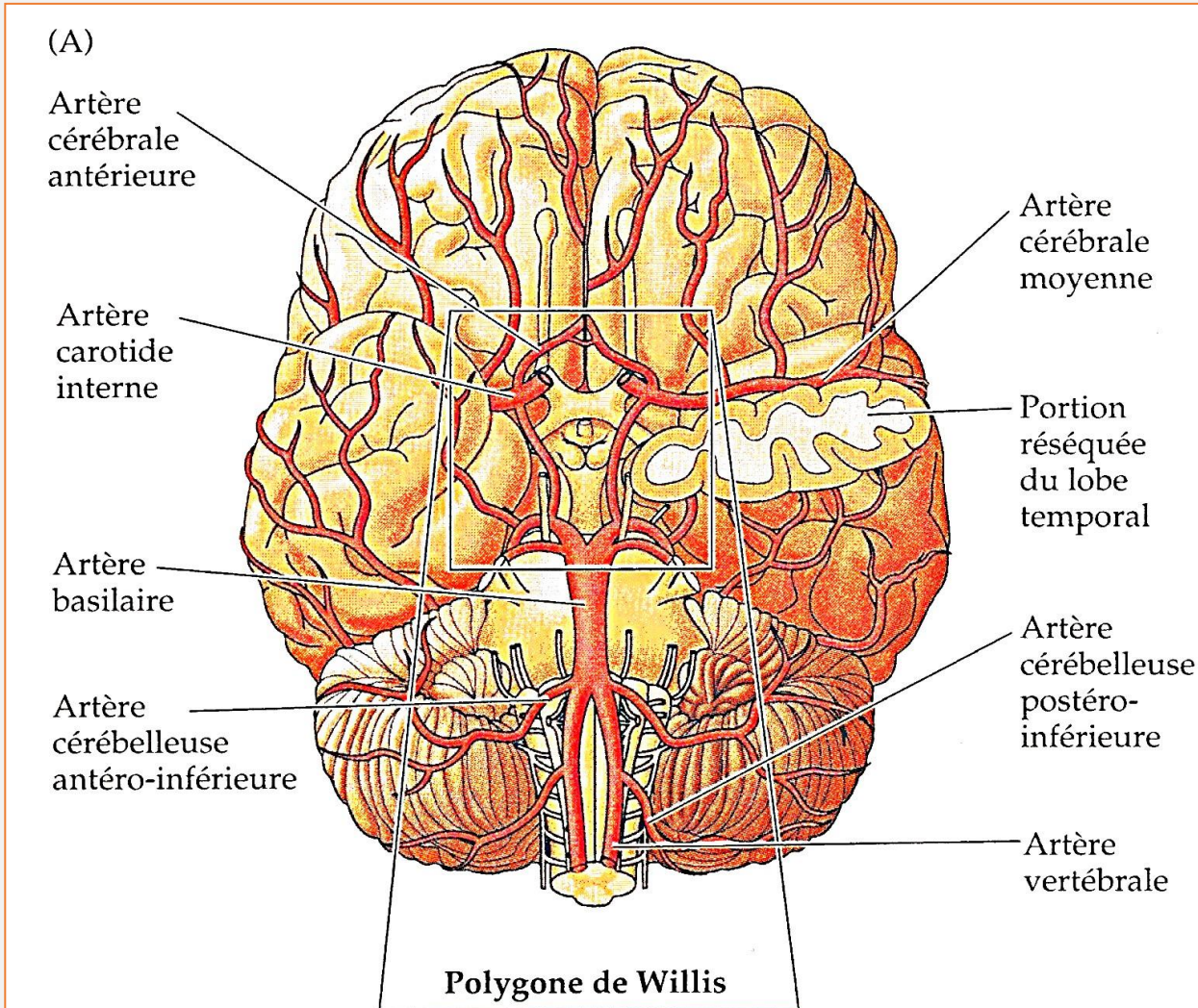
Suppléance par la carotide externe via l'artère nasale. Circulation antidromique dans l'artère ophtalmique





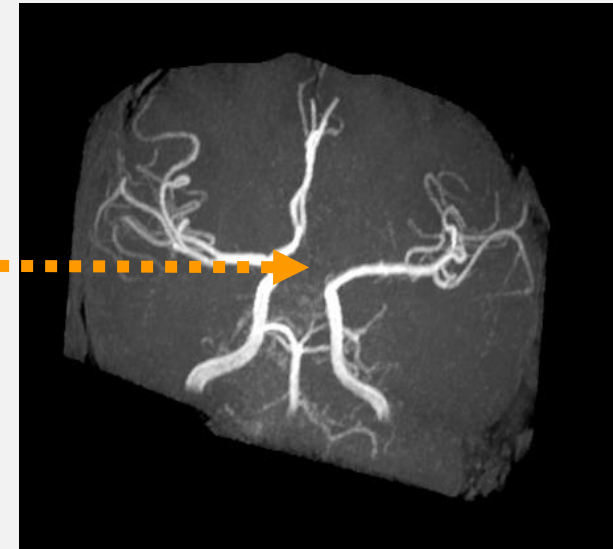
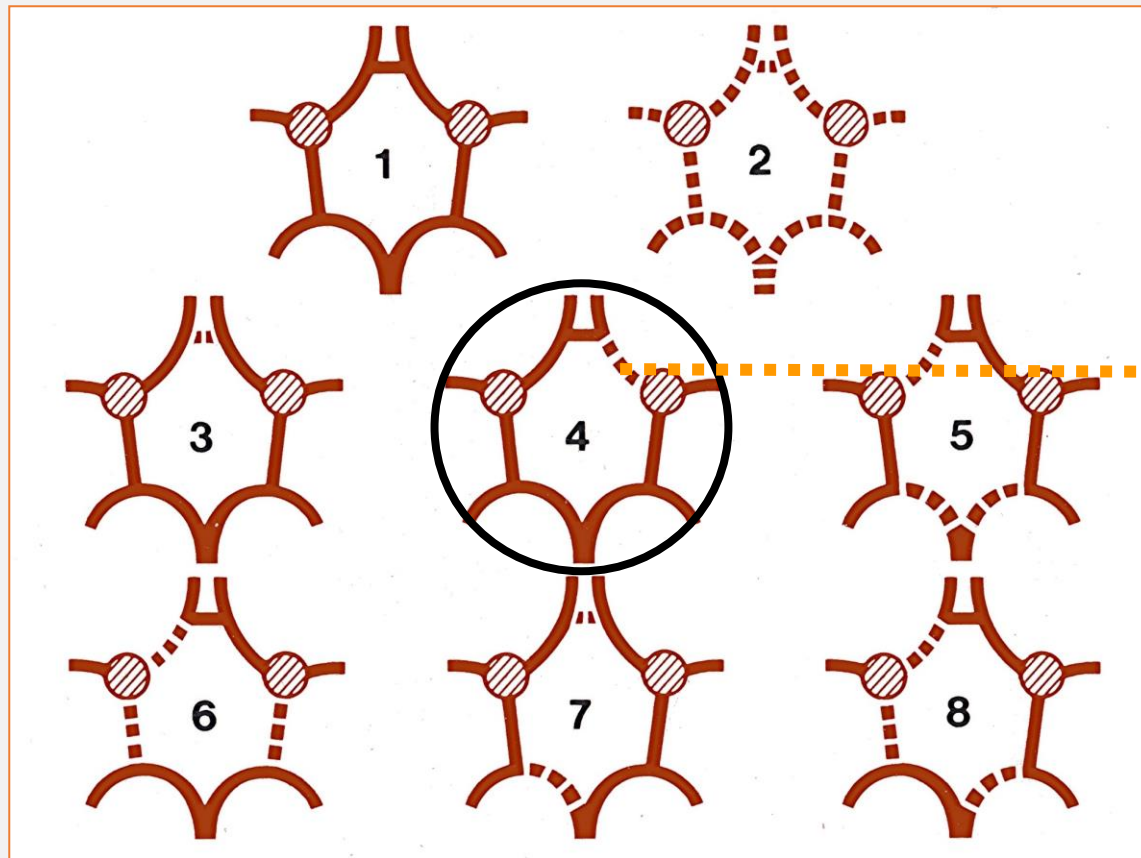
# Systemes anastomotiques

## Artères de la base - Polygone de Willis



# Systemes anastomotiques

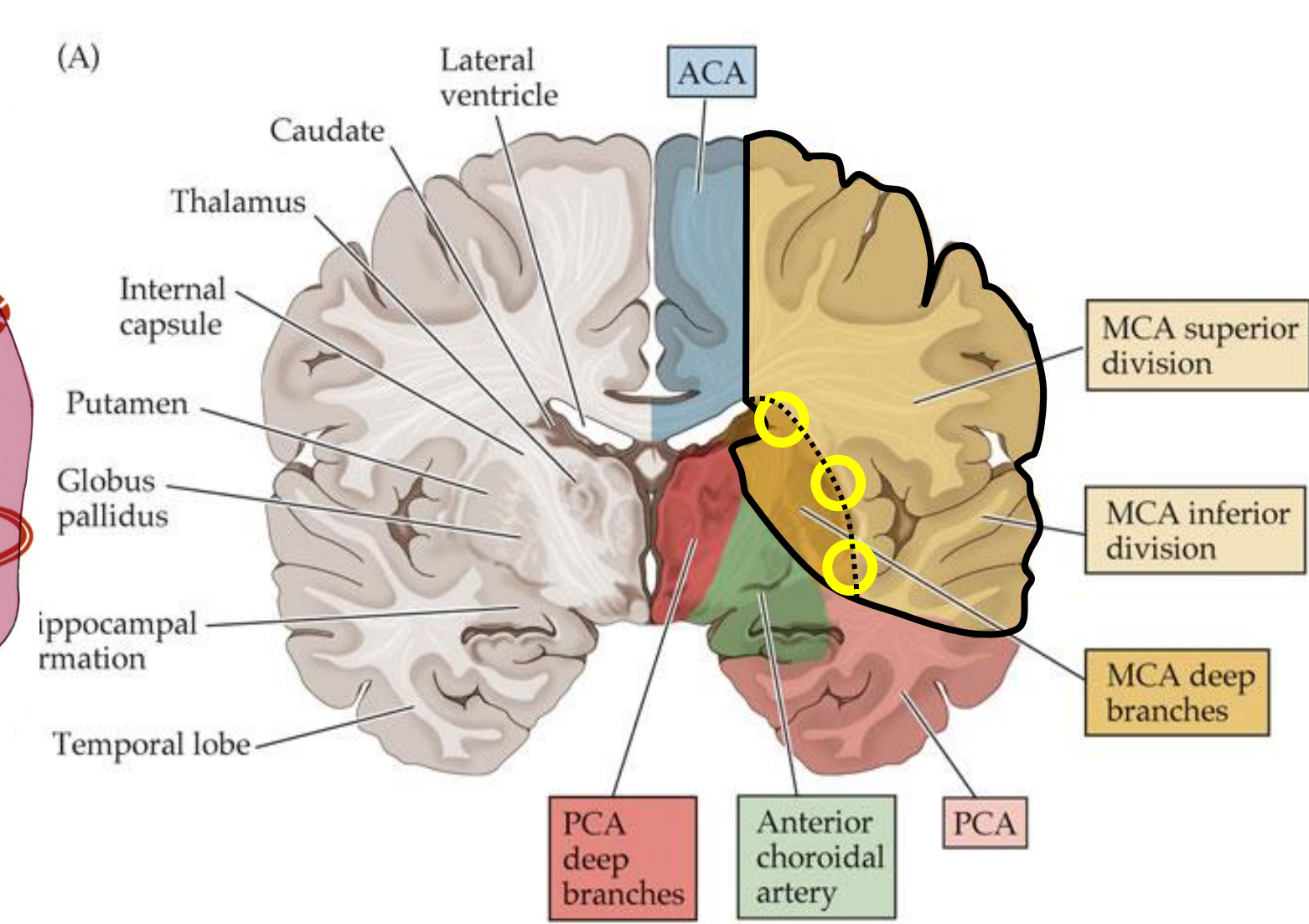
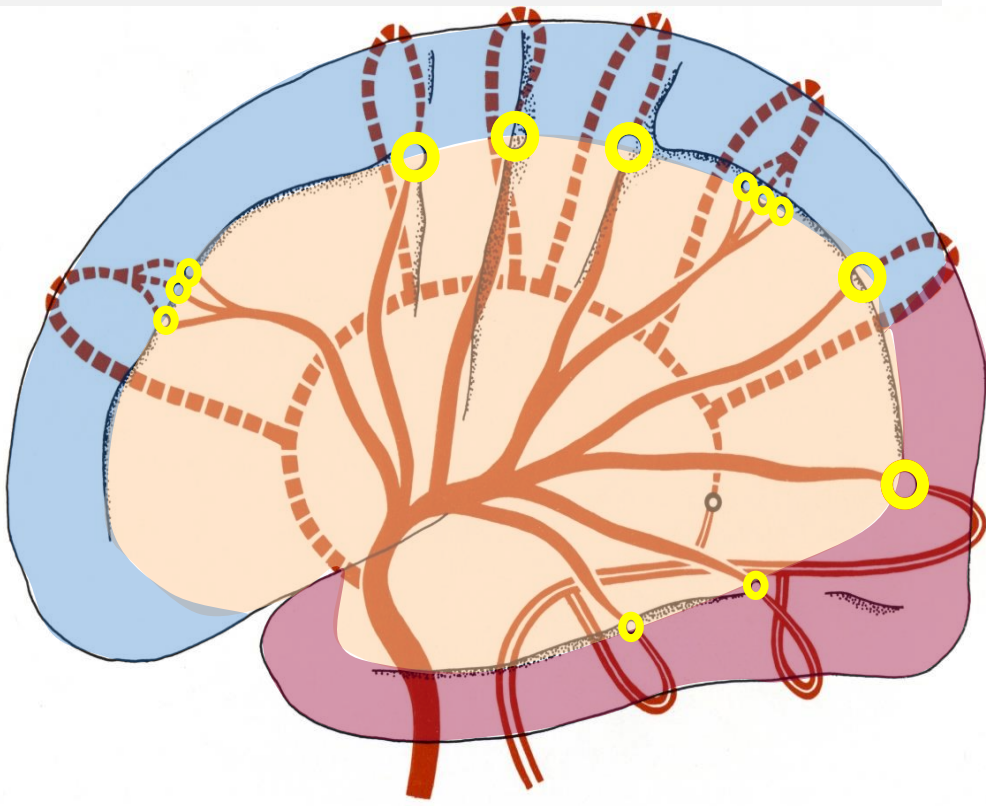
Variations anatomiques du polygone de Willis





# Systemes anastomotiques

Anastomoses distales entre territoires vasculaires

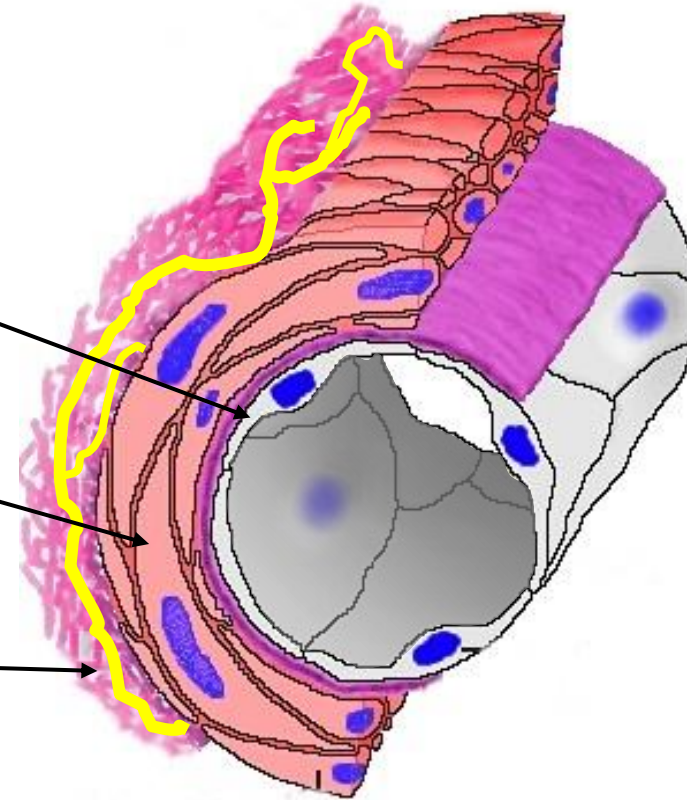




# Structure des artères cérébrales

Les artères cérébrales sont formées de 3 tuniques concentriques:

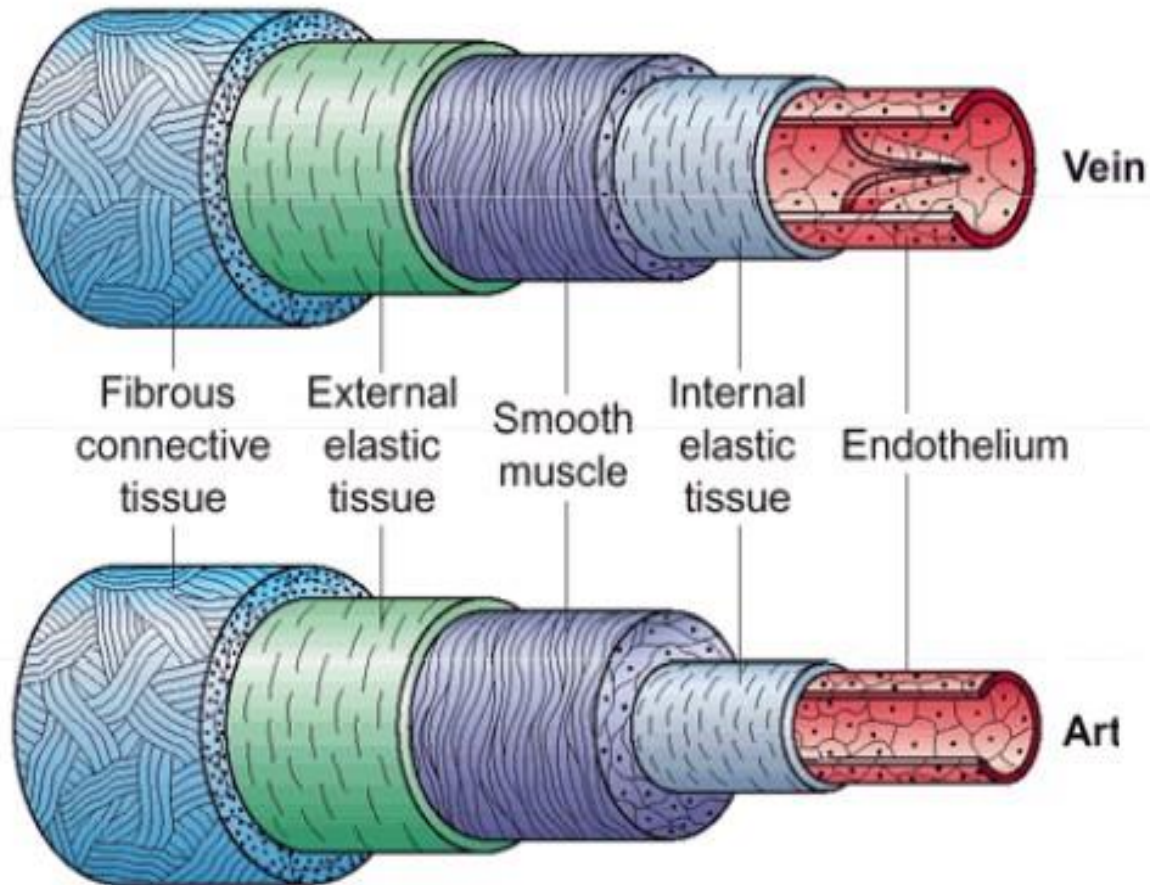
- Couche interne (intima)  
monocouche de cellules endothéliales
- Couche musculaire (média)  
épaisseur variable de cellules musculaires lisses
- Couche externe (adventice)  
fibreuse contenant les réseaux nerveux périvasculaires



Artère cérébrale

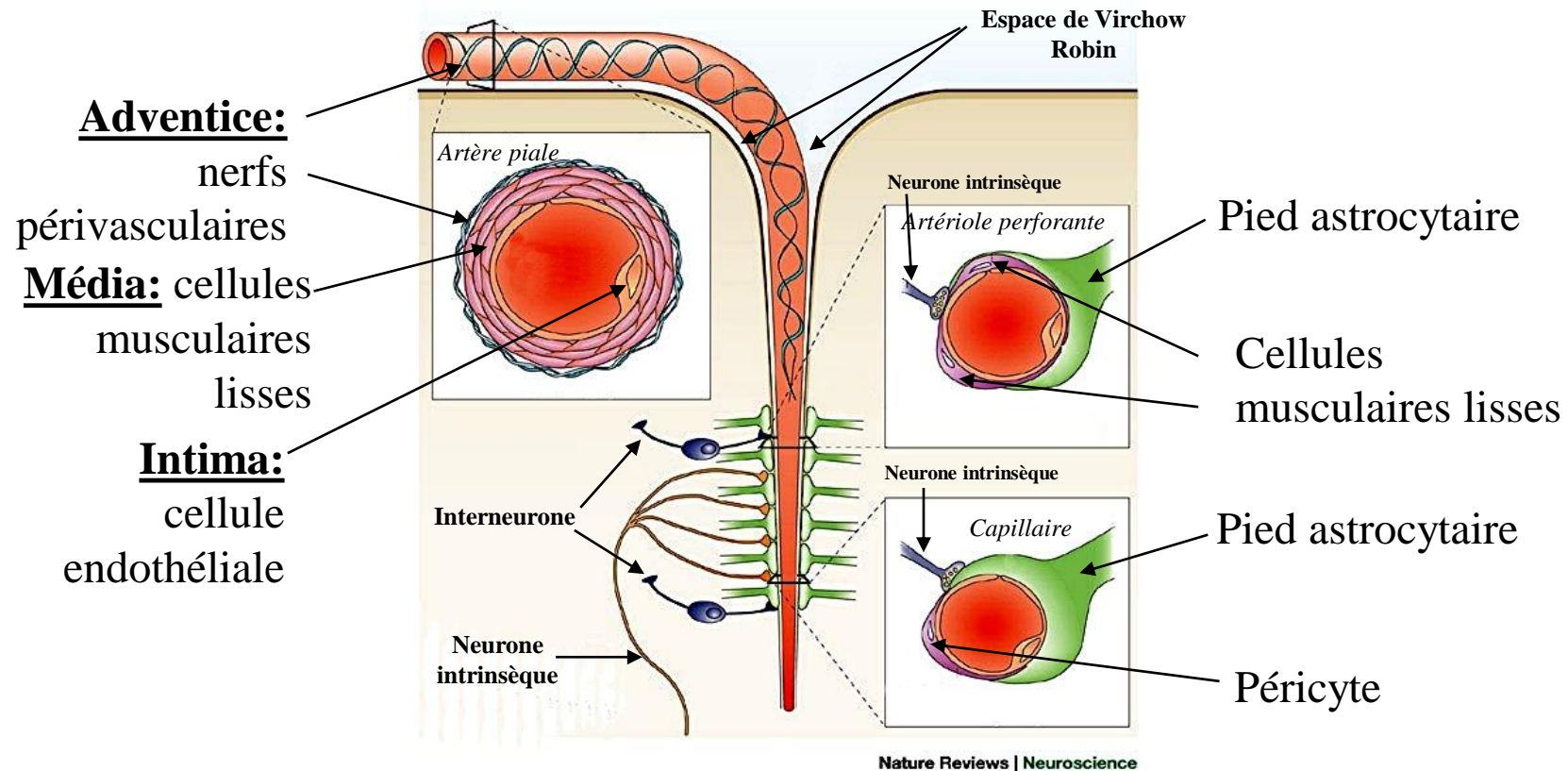
# Particularités anatomiques des artères cérébrales

## *Artère et Veine périphériques*



- pas de couche limitante élastique externe
- pas de vasa vasorum
- L'intima (cellules endo-théliales) forme la **barrière hémato-encéphalique**
- La média (couche musculaire lisse) est moins épaisse comparée à celle des artères périphériques de même calibre
- L'adventice contient un riche réseaux nerveux

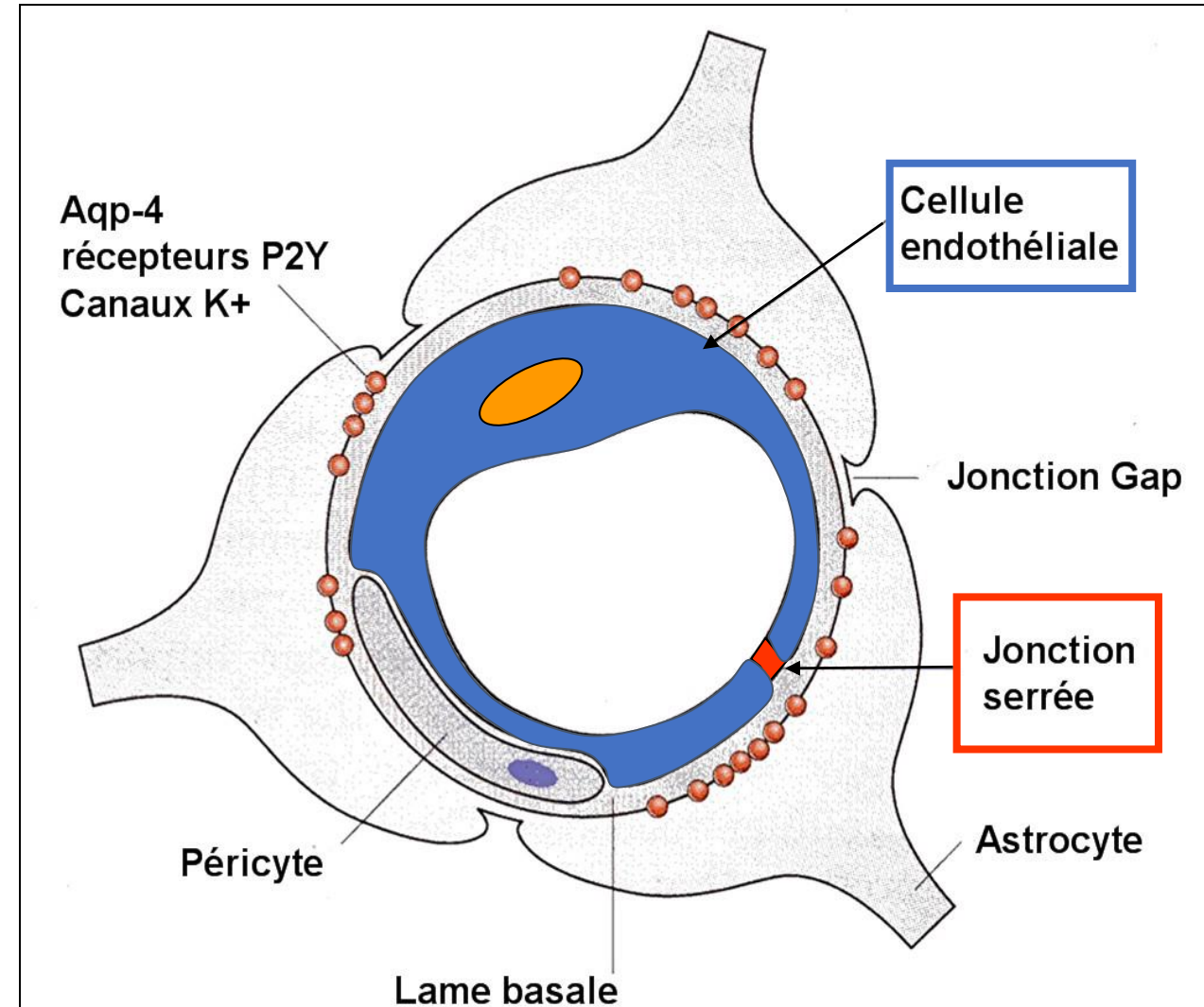
# Structure des artères cérébrales selon le calibre





# Barrière Hémato-Encéphalique (1)

- L'encéphale est isolé de la circulation périphérique par la **barrière hémato-encéphalique** (BHE).
- La BHE est formée par **l'endothélium vasculaire** des artères et veines cérébrales.
- Ces cellules endothéliales sont reliées entre elles hermétiquement par des **jonctions serrées**.



# Barrière Hémato-Encéphalique (2)

La BHE n'existe pas au niveau:

→ Plexus choroïdes

→ L'épiphyse

→ Organes circum-ventriculaires

1) organe subfornical

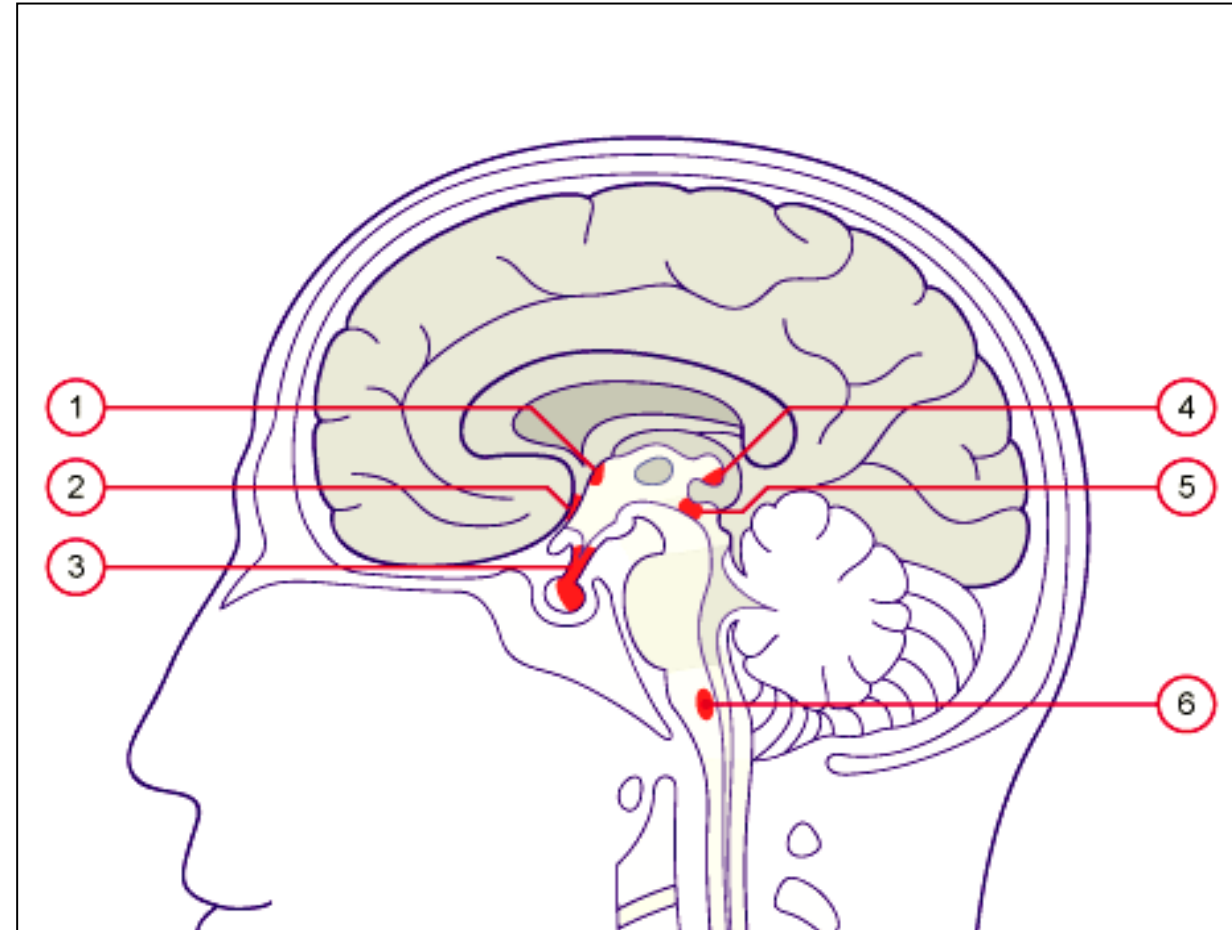
2) organe vasculaire de la lame terminale

3) neurohypophyse

4) glande pinéale

5) organe subcommissural

6) area postrema



# Barrière Hémato-Encéphalique (3)

Rupture de la BHE dans certaines conditions pathologiques:

- \* par la stimulation du trijumeau (SP-CGRP) ou du locus coeruleus (NA)
- \* par des solutions hyperosmolaires
- \* lors des poussées hypertensives importantes
- \* à la phase précoce des hémorragies méningées
- \* **lors des ischémies cérébrales focales ou globales**
- \* Lors des méningites
- \* en cas de maladie neuro-inflammatoire (SEP, HIV, Alzheimer...)
- \* Au niveau des néo-vaisseaux : tumeur, métastases



A photograph of a desert landscape featuring sand dunes with distinct ripples. The ripples are formed by wind and create a rhythmic pattern of light and shadow across the sand. In the middle ground, a large, dark, craggy rock formation stands out against the lighter sand. The overall scene is bright and clear, suggesting a sunny day.

# PHYSIOLOGIE CEREBRALE



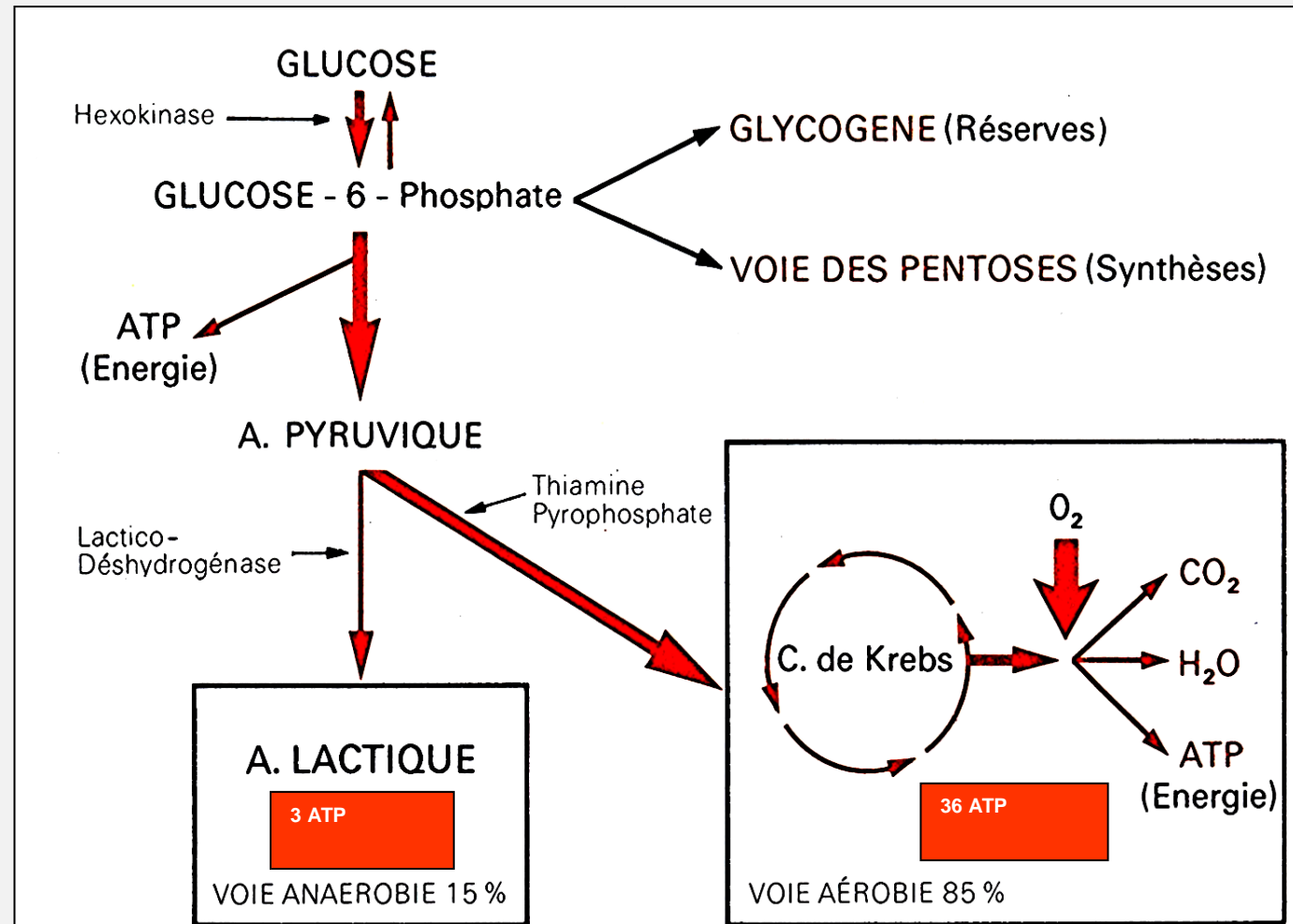
# Le Métabolisme Cérébral (I)

\* Classiquement le métabolisme cérébral est **aérobie** :

- Le glucose est dégradé au niveau des mitochondries (cycle de Krebs). Cette voie fournit **36 molécules d'ATP**

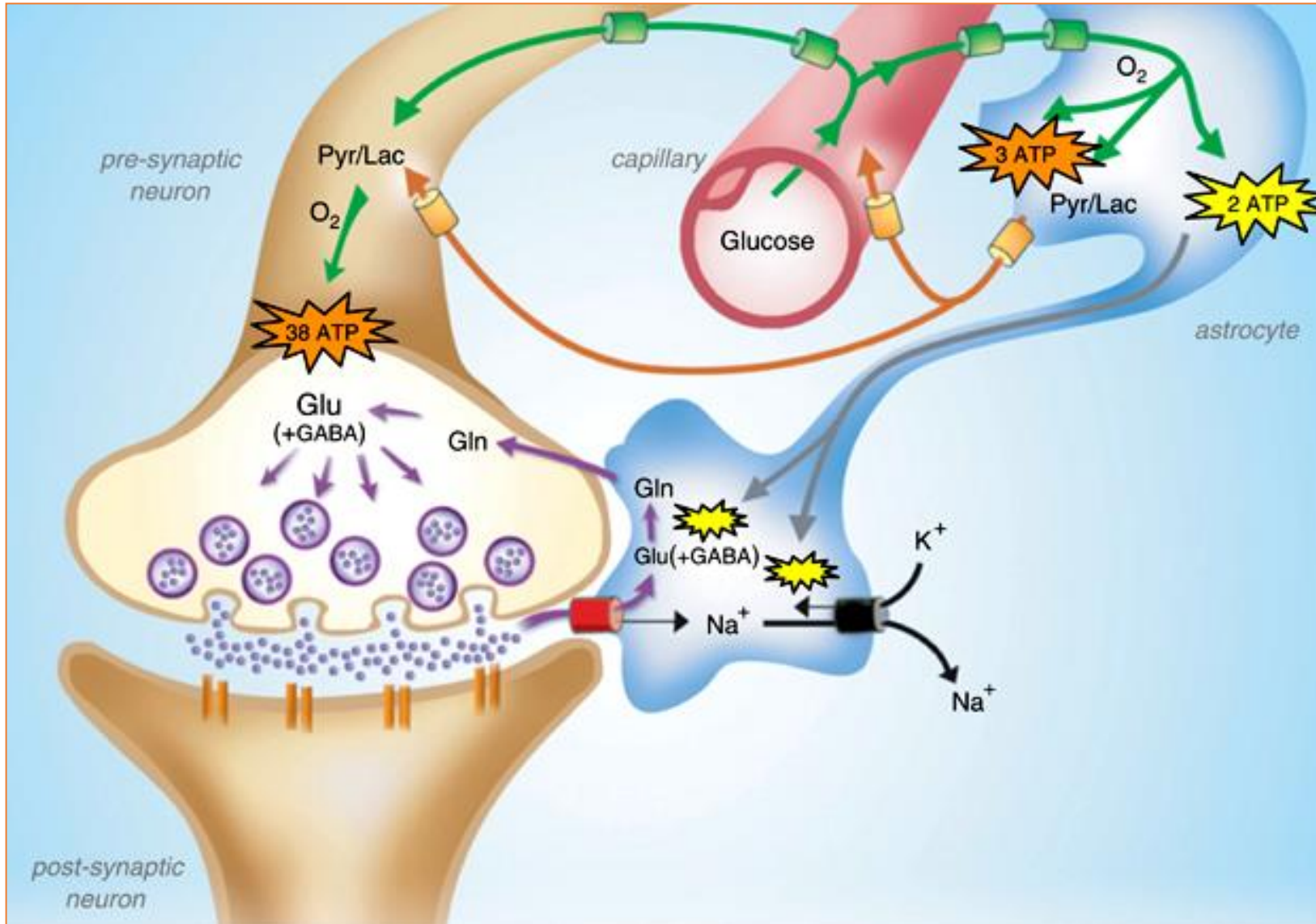
- Voie **anaérobie** fournit du lactate et seulement **3 molécules d'ATP**

\* L'ATP sert essentiellement à faire fonctionner la **pompe Na/K-ATPase**, pour maintenir le gradient ionique de part et d'autre de la membrane cellulaire neuronale



*Représentation très schématisée du métabolisme du glucose au niveau du cerveau.*

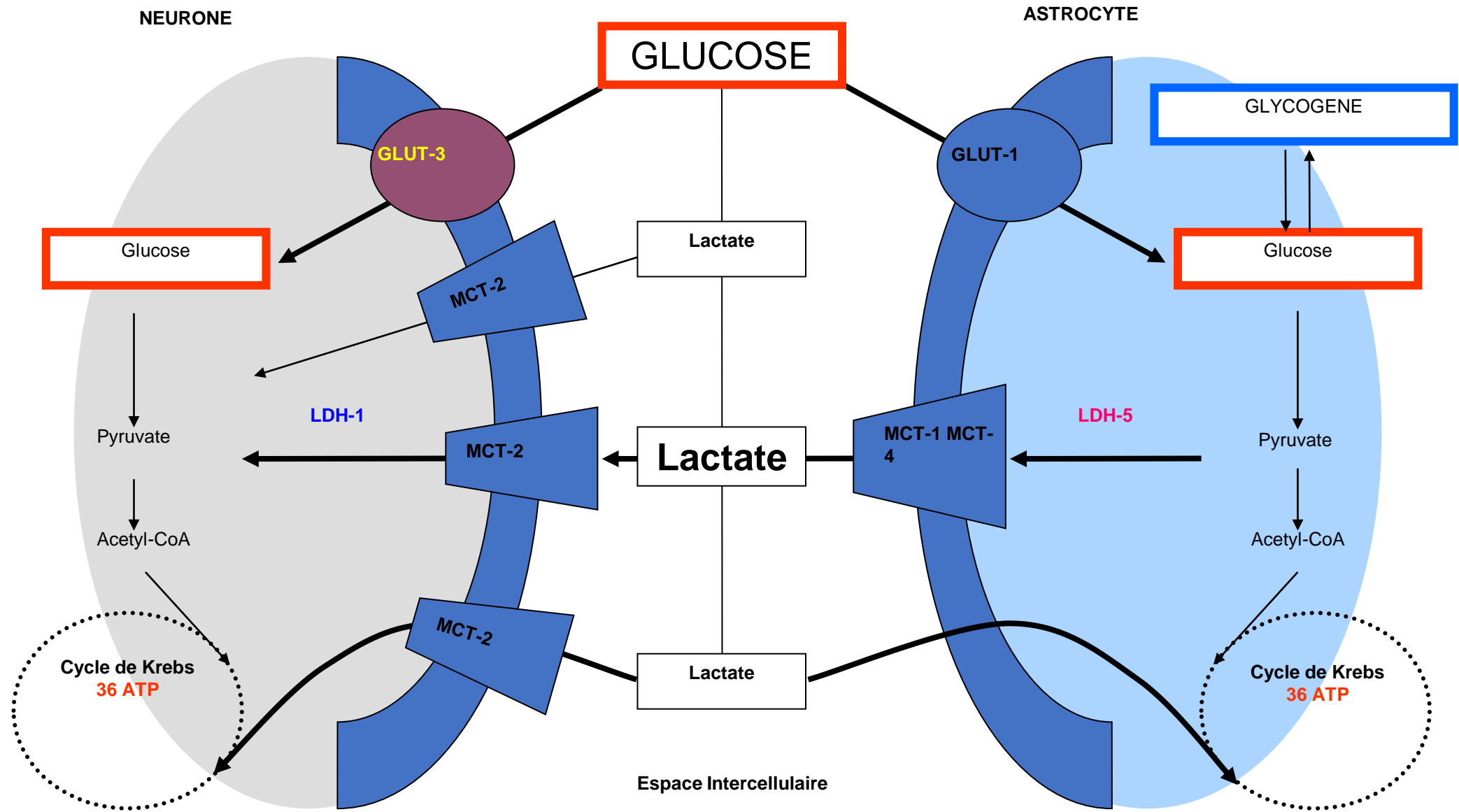
# Le Métabolisme Cérébral (II)



- \* Le neurone n'est jamais en contact direct avec un capillaire
- \* Lors d'une activation prolongée, le neurone utilise de façon préférentielle du ***lactate***
- \* Le lactate est fourni par les ***astrocytes*** voisins (***Astro-cyte-Neuron Lactate Shuttle (Magistretti)***)



# Astrocyte-Neuron Lactate Shuttle



# Physiologie de la circulation cérébrale

## Hémodynamique cérébrale

$$\text{DSC} = \frac{\text{Pression de Perfusion}}{\text{Résistance hémodynamique}}$$

- A) Pression de perfusion
- B) Pression intracrânienne
- C) Résistance hémodynamique cérébrale
- D) Rôle du compartiment veineux

*(DSC = débit sanguin cérébral)*

## A) Pression de Perfusion

- C'est la différence entre la pression d'entrée et la pression de sortie :

$$PP = \Delta P = P_{\text{entrée}} - P_{\text{sortie}} = PAM - PV$$

- Rôle des barorécepteurs aortiques et carotidiens: protection cérébrale

*(PP = Pression de perfusion; PAM = pression artérielle moyenne; PV pression veineuse centrale)*



## B) Pression intracrânienne

- Enceinte osseuse rigide inextensible
- Équilibre avec la pression du LCS et la pression veineuse. Varie avec position de la tête.
- Oedème cérébral
  - Retour veineux
  - Accident vasculaire
  - Engagement

## C) Résistance hémodynamique cérébrale

$$\mathbf{R} = \frac{\text{PP extrapolée à PAM}}{\text{DSC}}$$

*PP = pression de perfusion*

*PAM = pression artérielle moyenne*

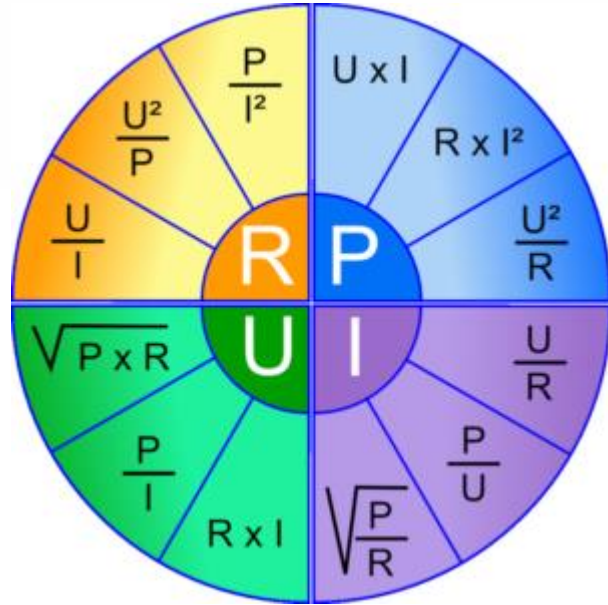
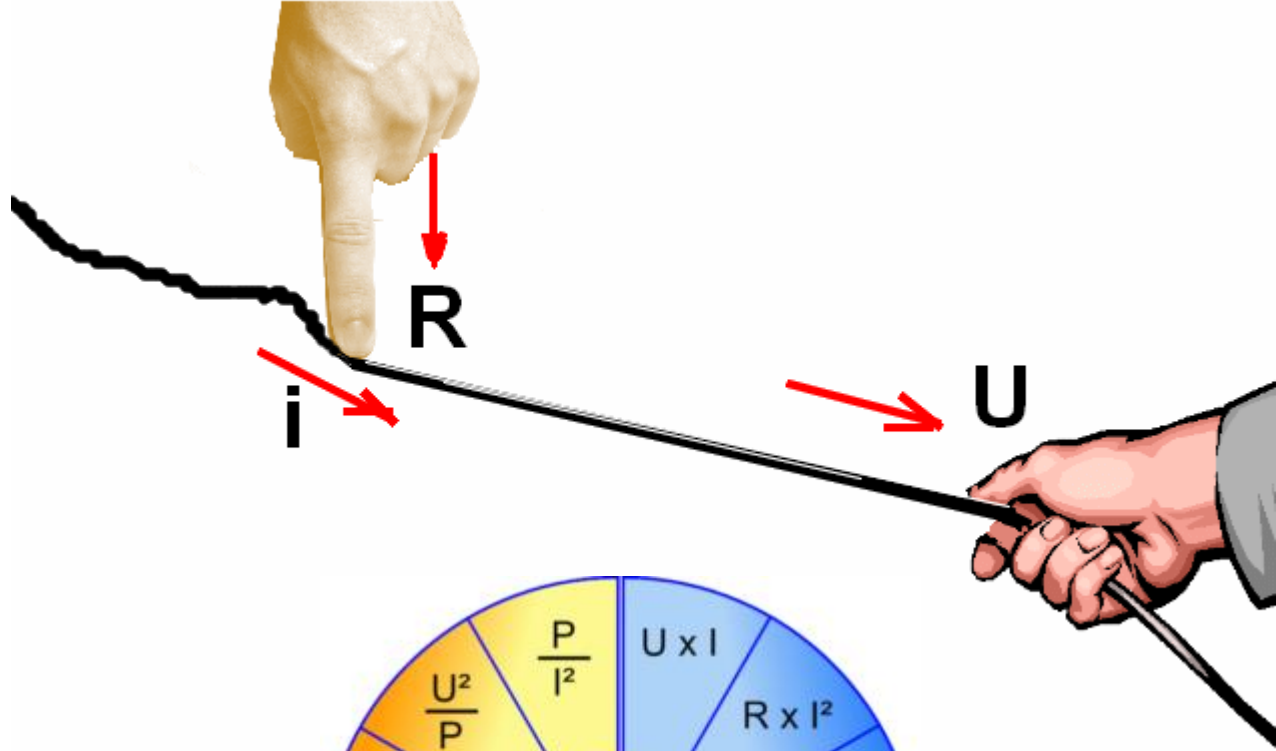
*DSC = Débit sanguin cérébral*

- Pour 100g de tissu nerveux:
  - R = 90 mm Hg/ 50 ml/mn
  - R = 1,8 mm Hg/ ml/mn
- Résistance cérébrale globale : faible

Loi de Poiseuille:

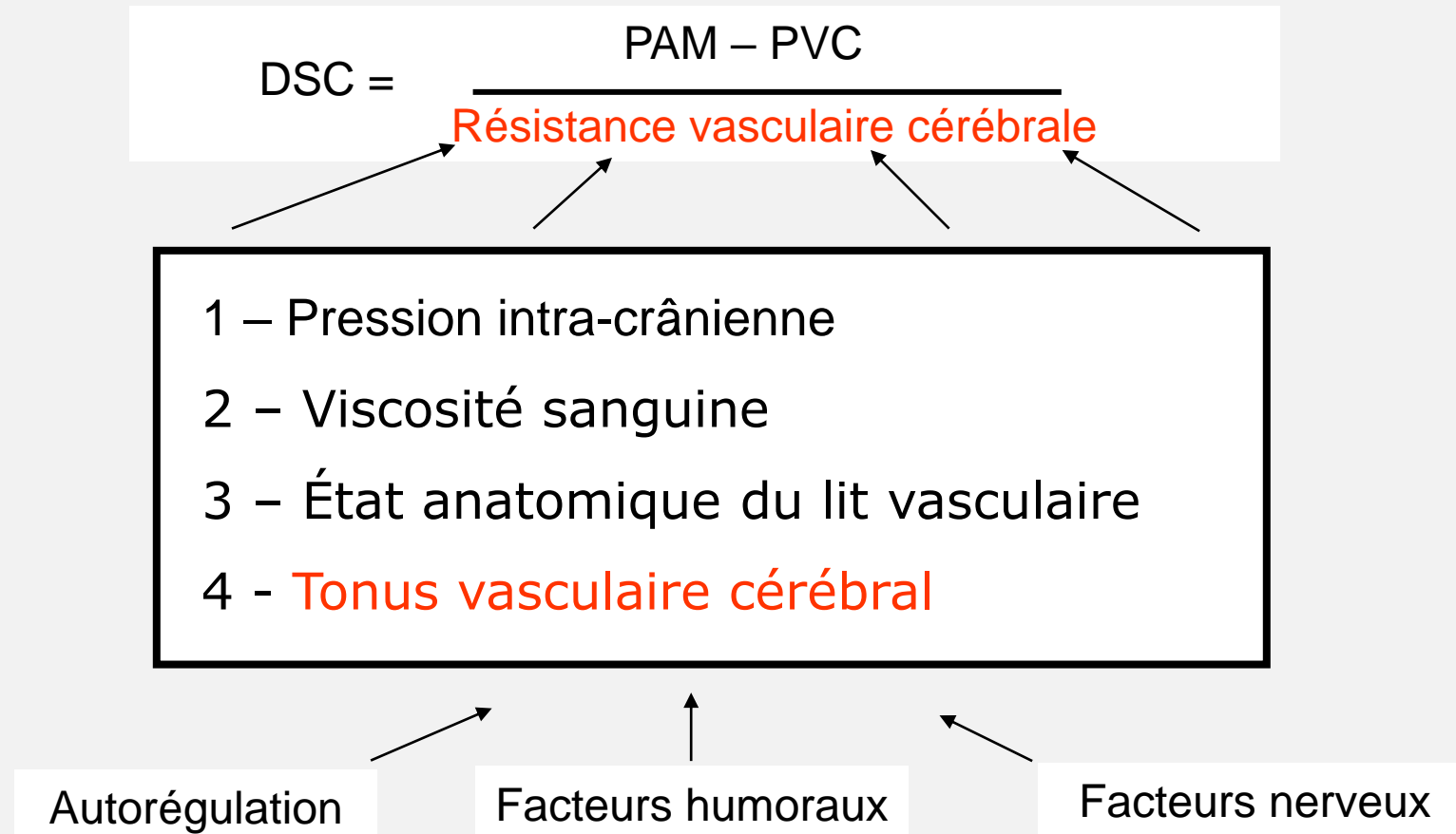
$$Q = \frac{\pi r^4 \Delta p}{8\eta L}$$

$\eta$  = viscosité dynamique du fluide

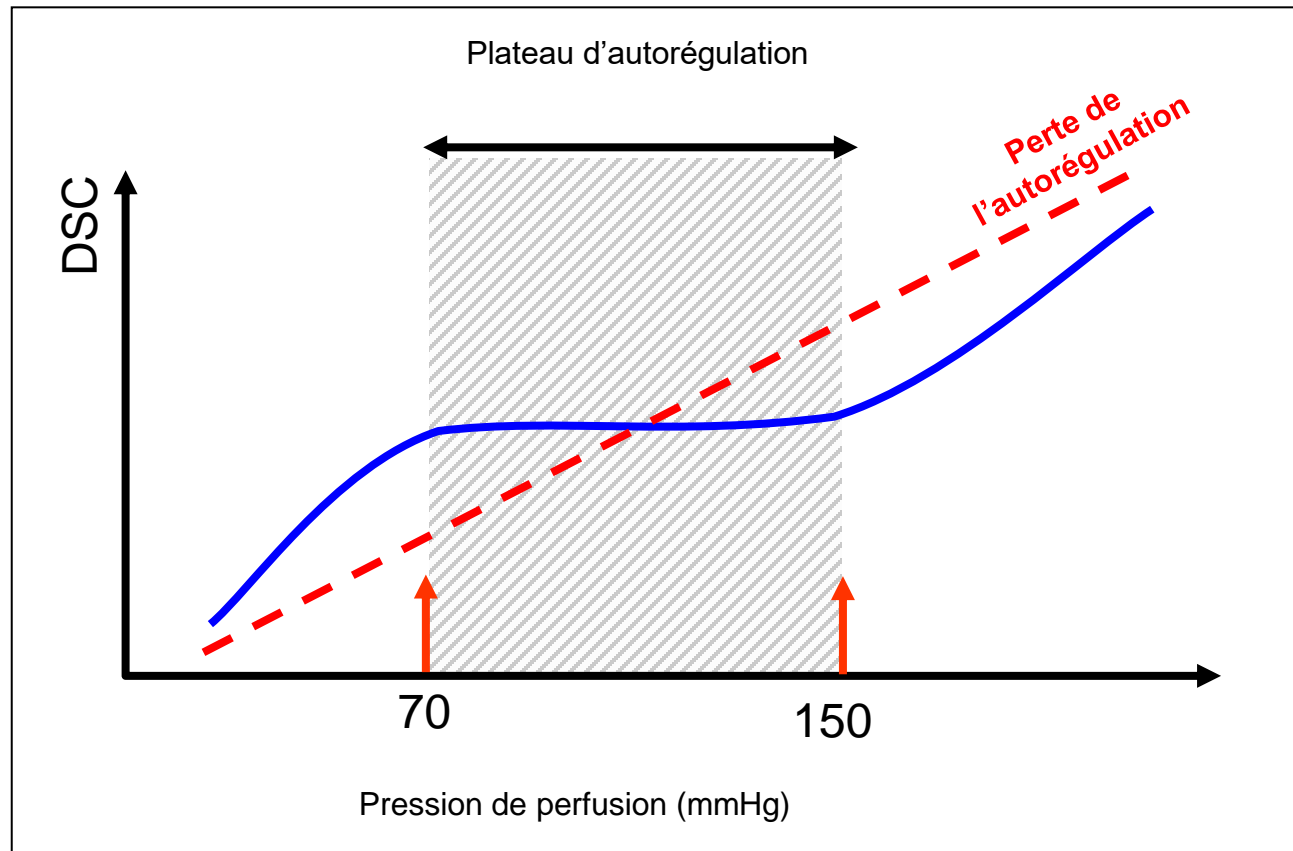




# Facteurs intervenant dans la résistance vasculaire cérébrale



# Contrôle automatique: Autorégulation cérébrale



# Autorégulation

- C'est l'adaptation rapide et automatique du calibre des artères cérébrales en réponse aux variations de pression de perfusion
- 4 mécanismes régissent l'autorégulation:
  - Myogène : étirement du muscle lisse de la paroi artérielle provoque sa contraction +++
  - Métabolique : variations locales de O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>. Dilatations et contractions périodiques des artéioles
  - Système nerveux autonome : participe à la contraction rythmique des artéioles.
  - Participation de l'endothélium vasculaire : monoxyde d'azote (shear stress) et endothéline

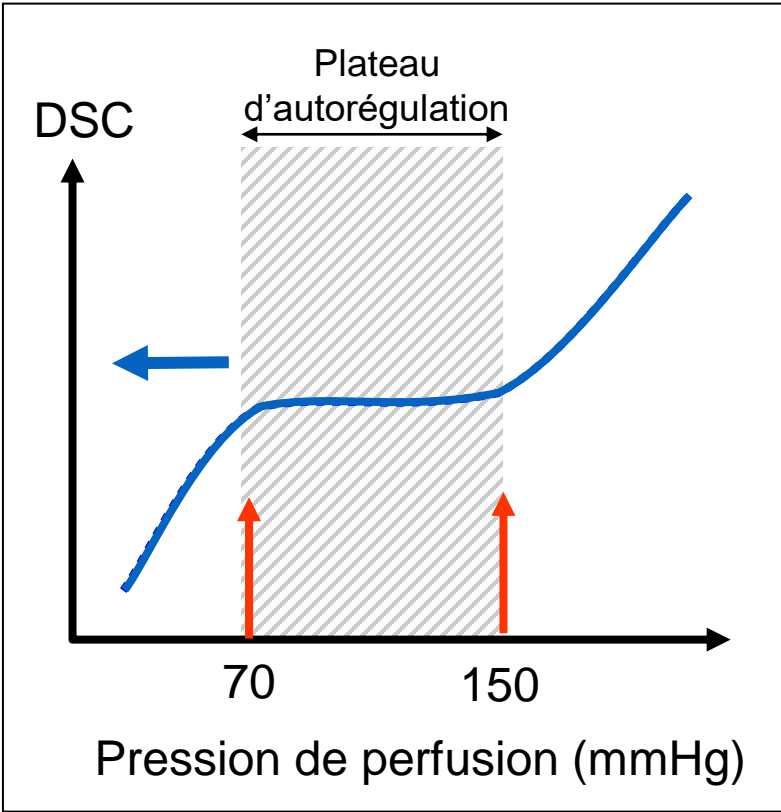
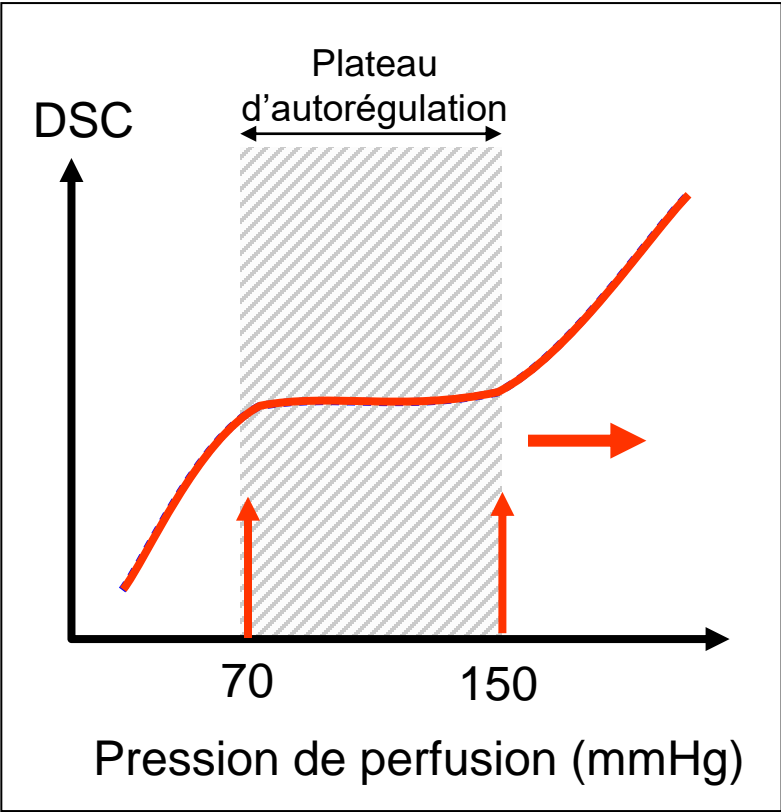


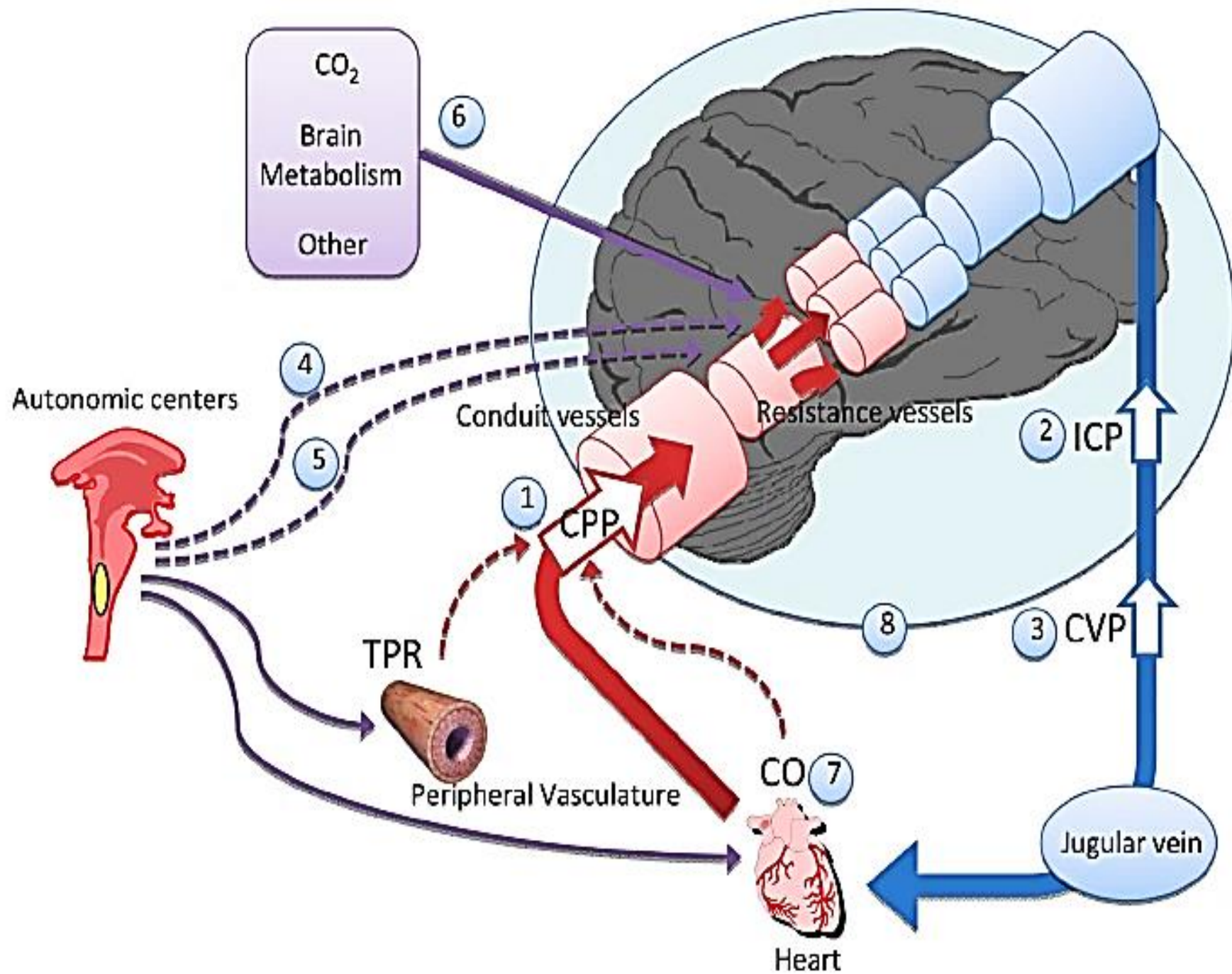


# Systeme sympathique et autorégulation

**HTA => para $\Sigma$**

**hypoTA =>  $\Sigma$**

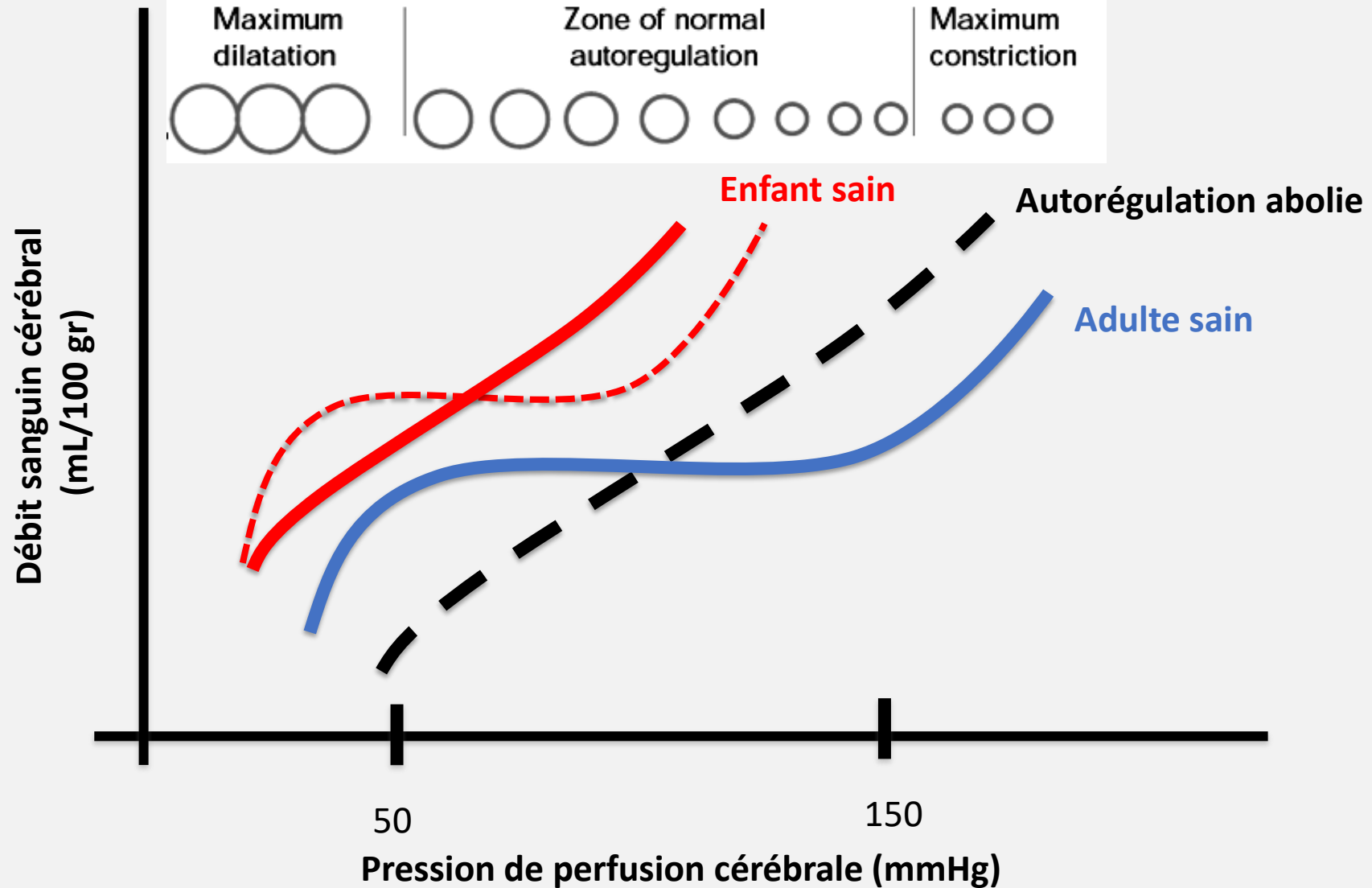






ENFANTS ?

# Autorégulation du débit sanguin cérébral





# La pédiatrie, c'est vaste....

---



# Pression de perfusion cérébrale

---

Age	PPC (mmHg)
<b>Nouveau Né</b>	<b>25</b>
<b>Enfant</b>	<b>40</b>
<b>Adolescent</b>	<b>60-70</b>

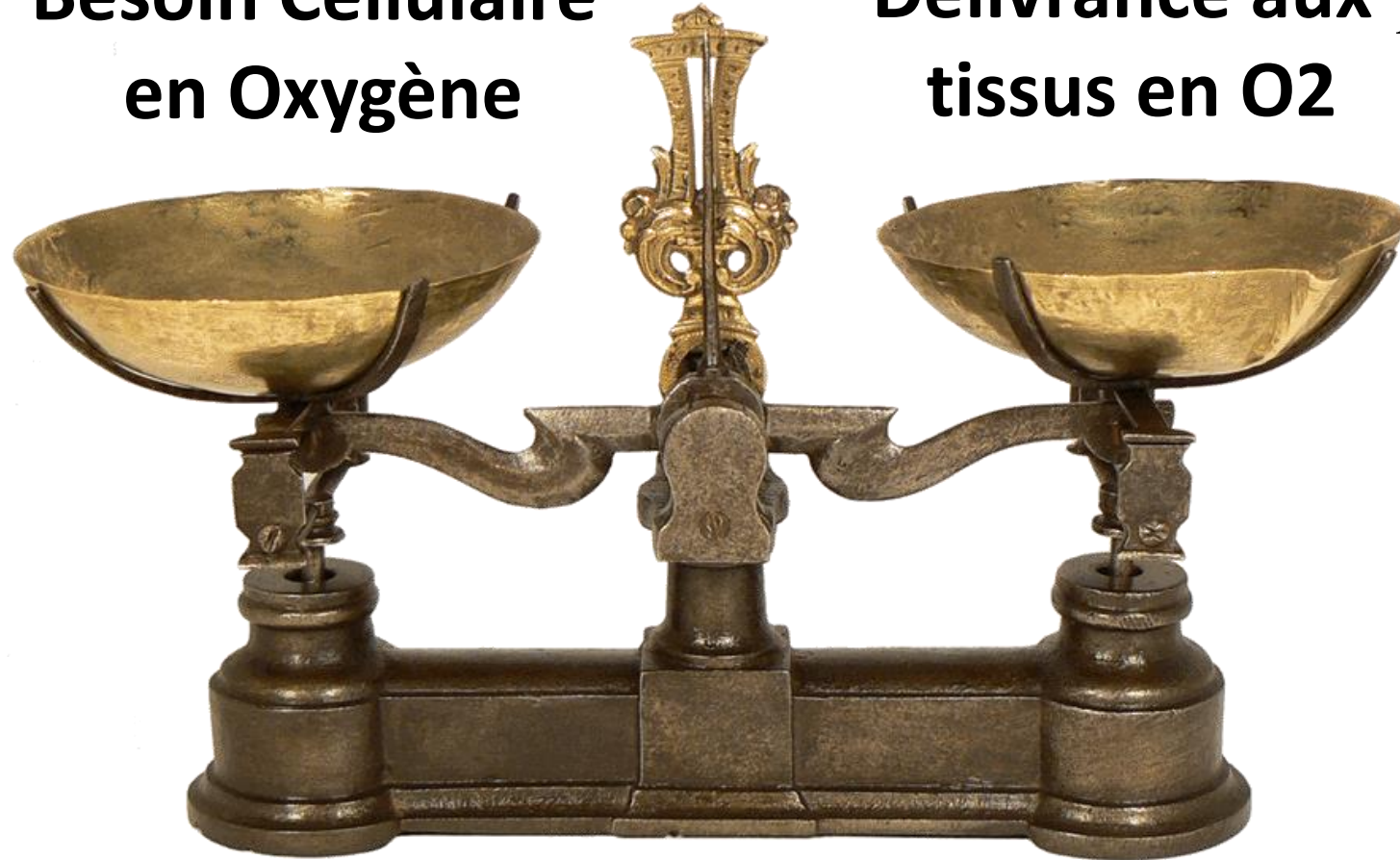
## Chapter 5. Cerebral perfusion pressure thresholds

A minimum cerebral perfusion pressure (CPP) of 40 mm Hg may be considered in children with traumatic brain injury (TBI).

Conditions optimum de fonctionnement cerebral  
↔ les pré-requis ?

$\dot{V}O_2$  **Besoin Cellulaire  
en Oxygène**

**Délivrance aux**  $\dot{D}O_2$   
**tissus en O2**



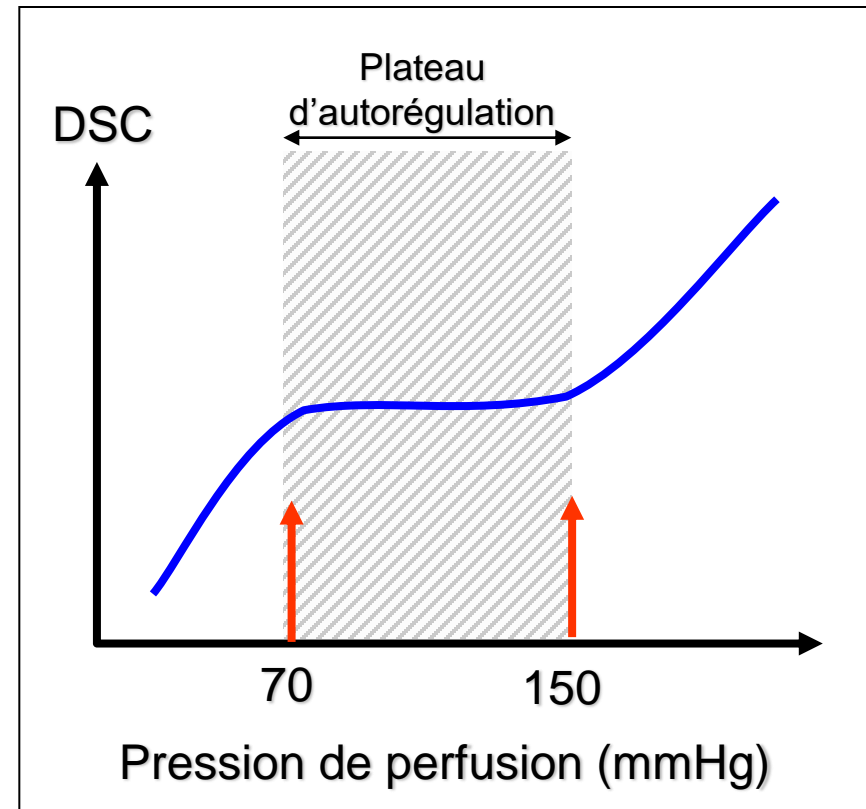


# Seuils & Définitions

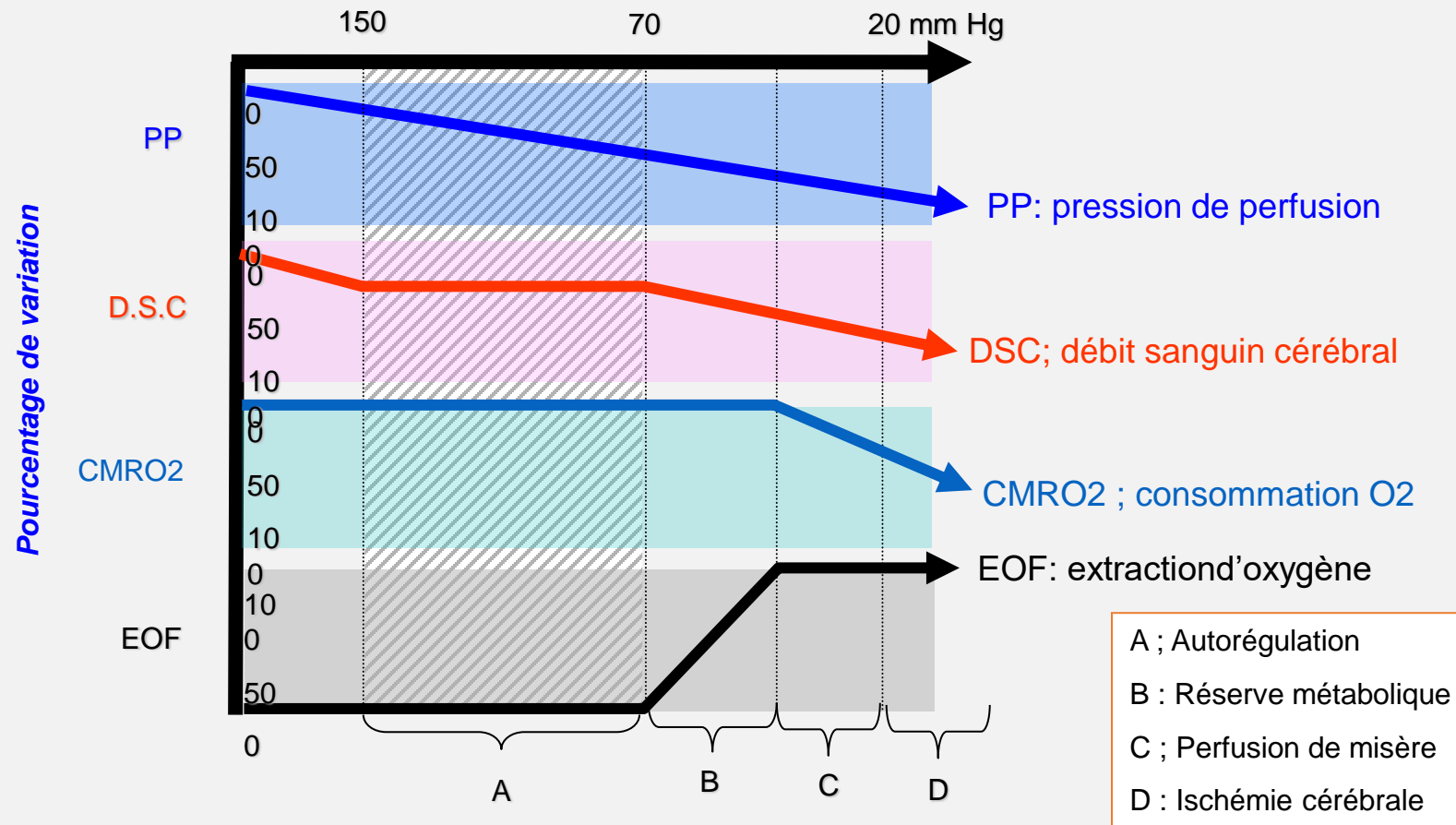
- Ischémie: baisse du flux sanguin artériel cérébral induisant la diminution de l'apport en O<sub>2</sub> et en glucose
- Seuil de l'ischémie: **<18 – 20 ml/100g/mn**
  - Diminution puis arrêt de l'activité électrique neuronale
  - Défaut de synthèse de l'ATP (vers **15 ml/100g/mn**)
  - Altération des mitochondries (cycle de Krebs)
- Si le flux se rétablit rapidement → **AIT**
- Si DSC < 8 ml/100g/mn d'une durée > 30 minutes
  - **AIC** (infarctus constitué)

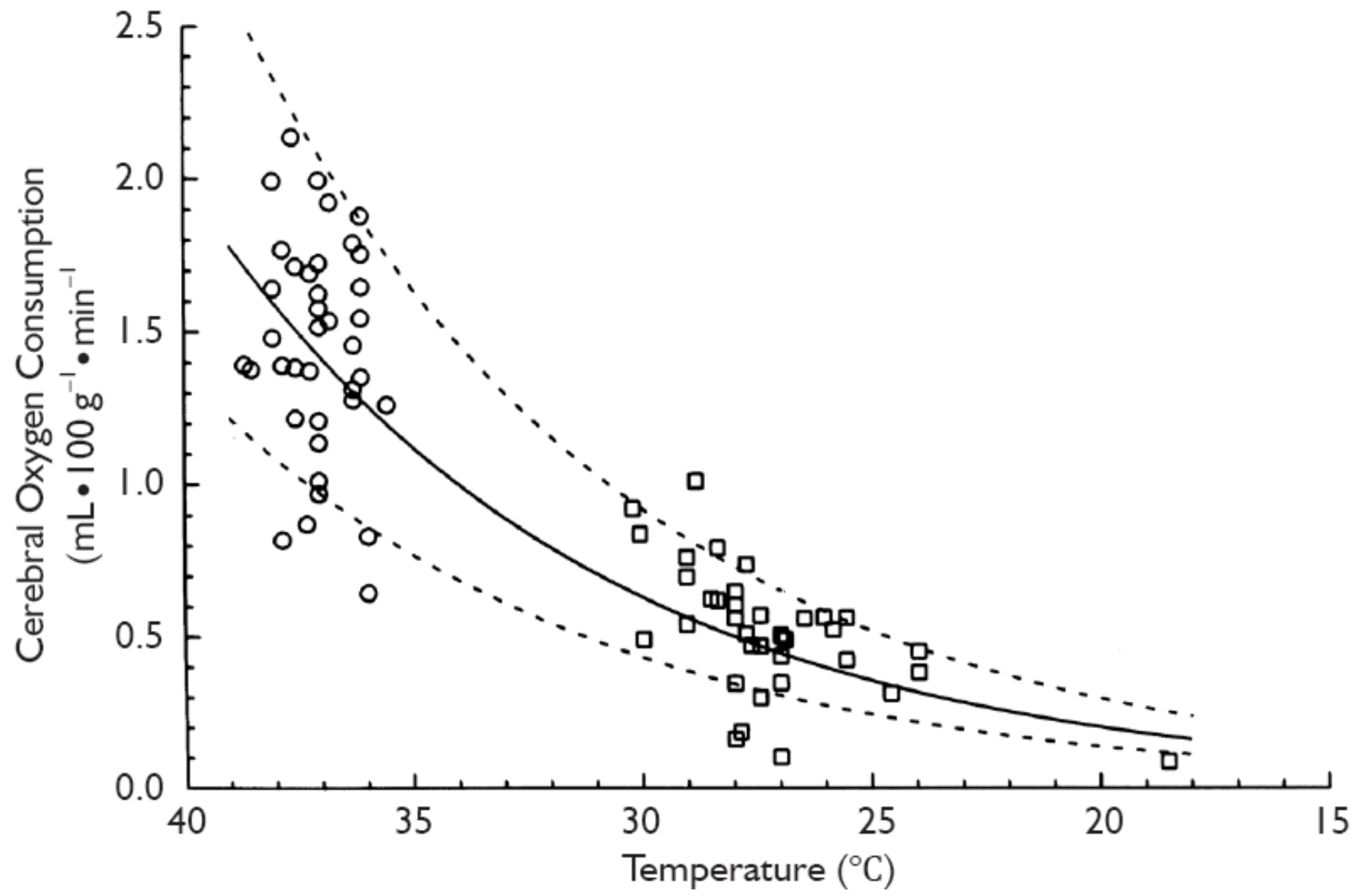
# Adaptation du DSC à la baisse de pression de perfusion

- Au-delà de la limite basse de l'autorégulation, mécanismes de protection contre le déficit d'apport en O<sub>2</sub> et glucose:
  - Réserve hémodynamique :
    - Vasodilatation
  - Réserve métabolique
    - Augmentation de l'extraction de l'O<sub>2</sub>
- Pénombre ischémique
- Ischémie cérébrale



# Adaptation à la baisse de pression de perfusion

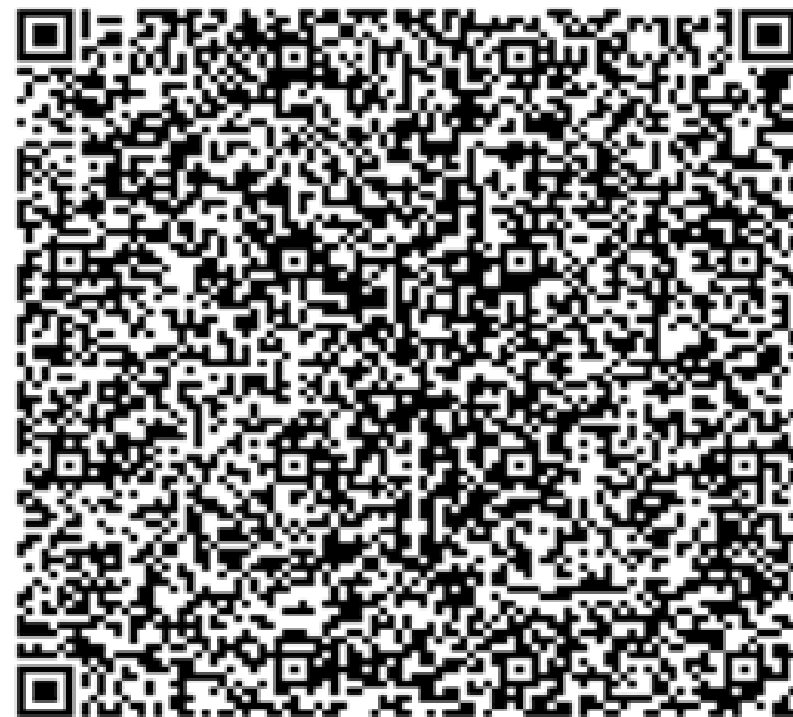








**Merci pour  
votre attention**



VCARD pour me contacter