

# Rééducation Vestibulaire



**Vincent LAGADEC**

Kinésithérapeute ([vincent.mkde@gmail.com](mailto:vincent.mkde@gmail.com))

Doctorant *ED Neuroscience et Cognition*



**Lyon 1**

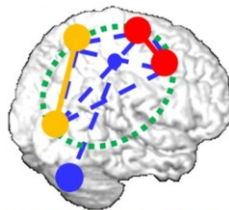
**M2 Handicap Sensoriel & Cognitif**  
**DIU Exploration et Rééducation des troubles de l'équilibre**

RECHERCHE



PLASTIQUE

MOTEUR



SOCIAL

PERCEPTIF & ATTENTIF

CLINIQUE



KINÉS DES CANUTS



ENSEIGNEMENT



**Lyon 1**

REPRÉSENTATION



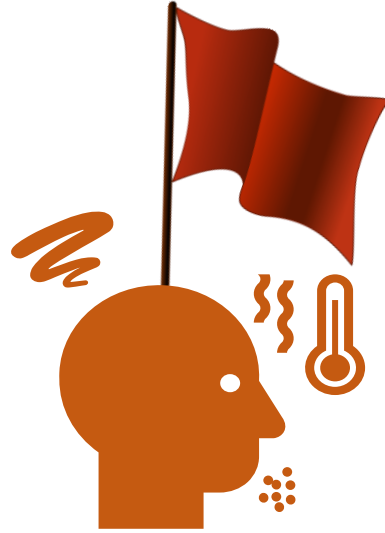
ORDRE DES  
MASSEURS-KINÉSITHÉRAPEUTES

élu CDO69

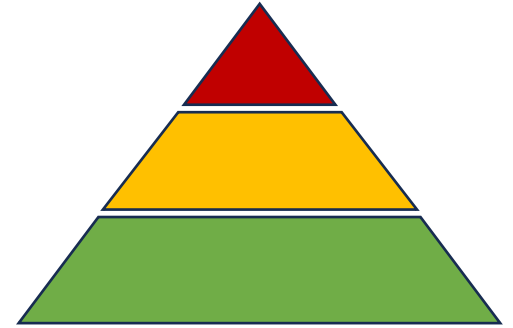
# Objectifs



~~Diagnostic~~



~~Exhaustivité BDK~~  
~~Exhaustivité PEC~~



~~PEC Vertiges~~  
~~d'origine~~  
~~centrale~~

## Déroulé des enseignements

### CM1

Anatomie et Physiologie  
De l'oreille interne  
*06 Février 2026*

⚠ STAGE

MK 4

### DM1

Construire un modèle  
d'oreille interne  
*Entre le 06 Février et le 10 Avril*  
*TPG Balisé le 08 Avril*

### TD1

Le VPPB, modèle d'étude  
du système vestibulaire  
*10 et 17 Avril 2026*

### CM2

Physiopathologie  
et Bilan Vestibulaire  
*TBD*

MK 5

### TD2

Bilan vestibulaire et  
Drapeaux rouges  
*TBD*

### CM3

Pathologies et  
Rééducation  
*TBD*

### TD3

Rééducation  
en pratique !  
*TBD*

### TD4

Révisions  
*TBD*

**Examen Ecrit**  
UE 20.1 – Vestib'  
*Décembre 26*

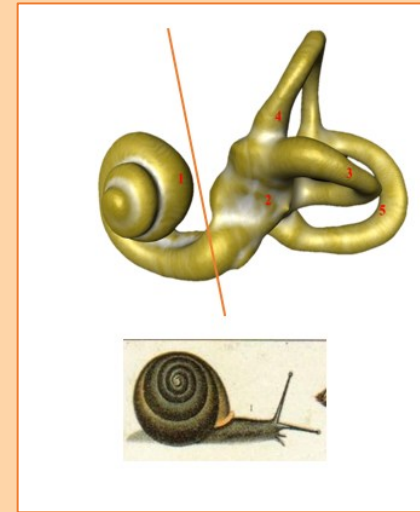
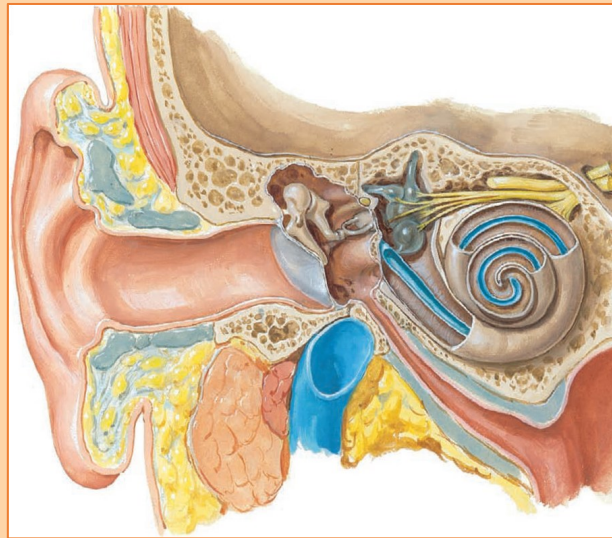
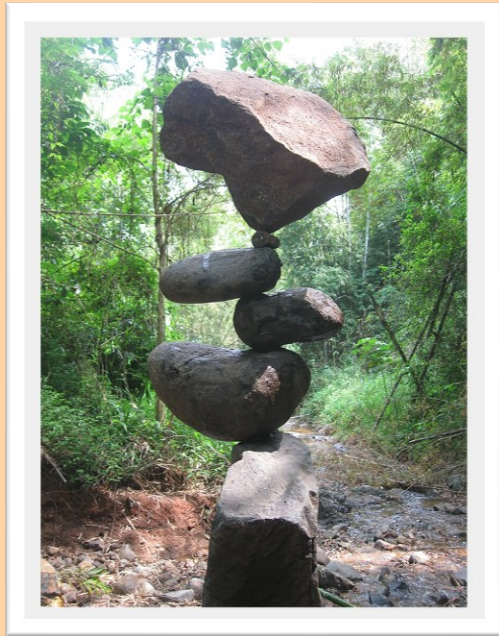
**GOC**

*Janvier 27*

# Cours Magistral 1

Comprendre le fonctionnement normal de l'oreille interne

# Généralités



# L'équilibre



Rock\_balancing\_(Counter\_Balance) - Par Leandro Inocencio — Travail personnel, CC BY-SA 3.0,

*« État de repos, position stable d'un système obtenus par l'égalité de deux forces, de deux poids qui s'opposent »*

*« État de quelqu'un, d'un animal qui maîtrise sa position et ses mouvements, qui ne tombe pas »*

*« État d'un système de corps dont la composition ne varie pas. (L'équilibre peut résulter d'une absence de réaction chimique ou de l'existence de deux réactions inverses se produisant avec la même vitesse.) »*

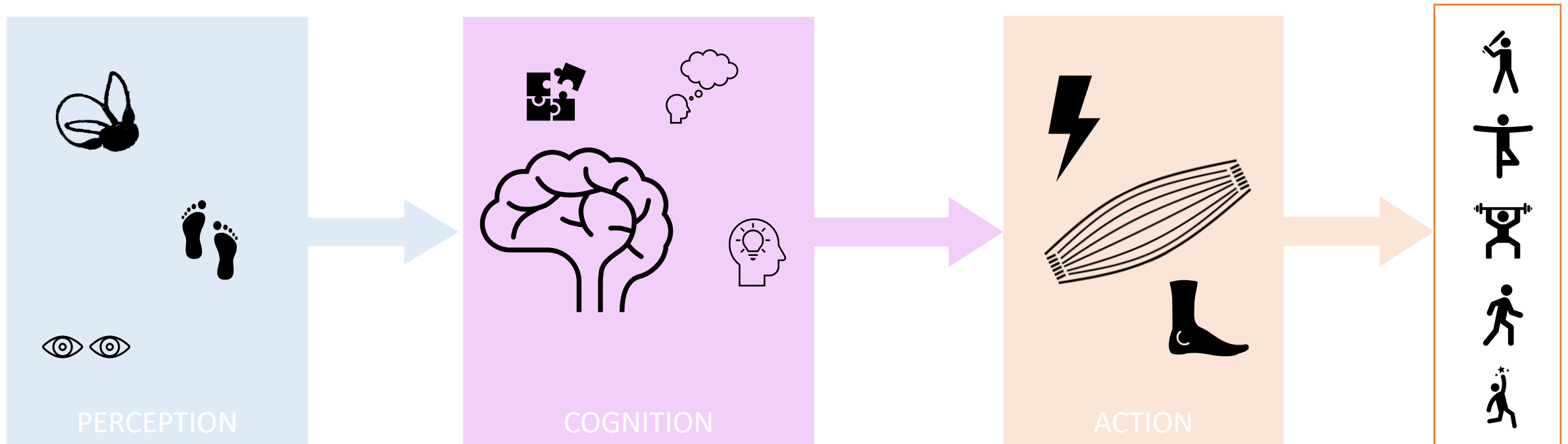
<https://www.larousse.fr/>

# Le Contrôle Postural

Goldberg, J. M., Wilson, V. J., & Cullen, K. E. (2012).  
The Vestibular System : A Sixth Sense. OUP USA.

**L'ensemble des réflexes et commandes motrices qui permettent de maintenir un équilibre, statique ou dynamique.**

Le contrôle postural fait participer **3 grandes afférences sensorielles** (vision, proprioception, vestibule), la **cognition** (impression de danger, type de surface, entraînement...) et les différentes facettes du **système moteur** : les mouvements volontaires, les réflexes musculo-squelettiques, les activités motrices anticipées (APA), les stratégies de stabilisation (hanche, cheville, mixte, passage du pas), etc.

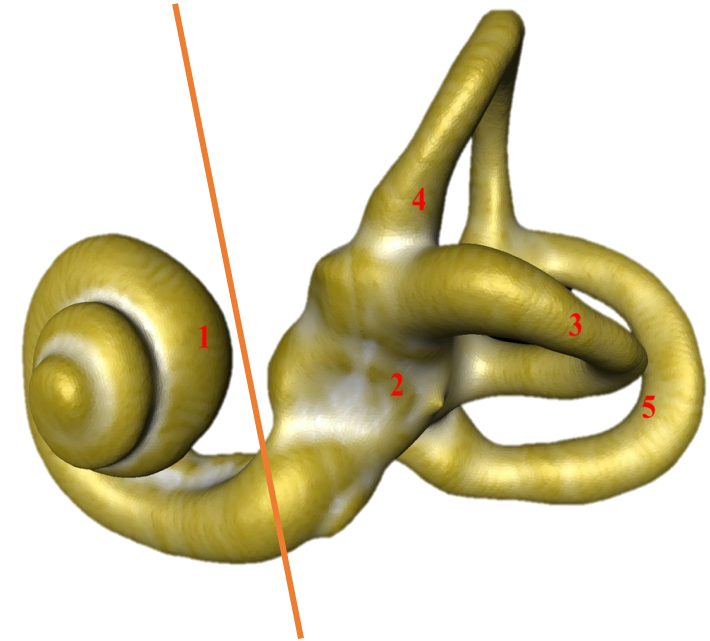
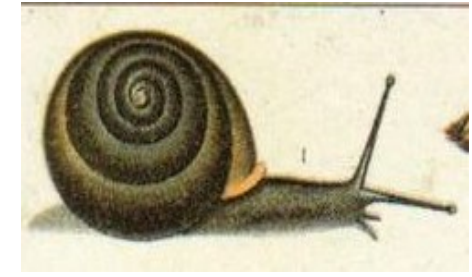
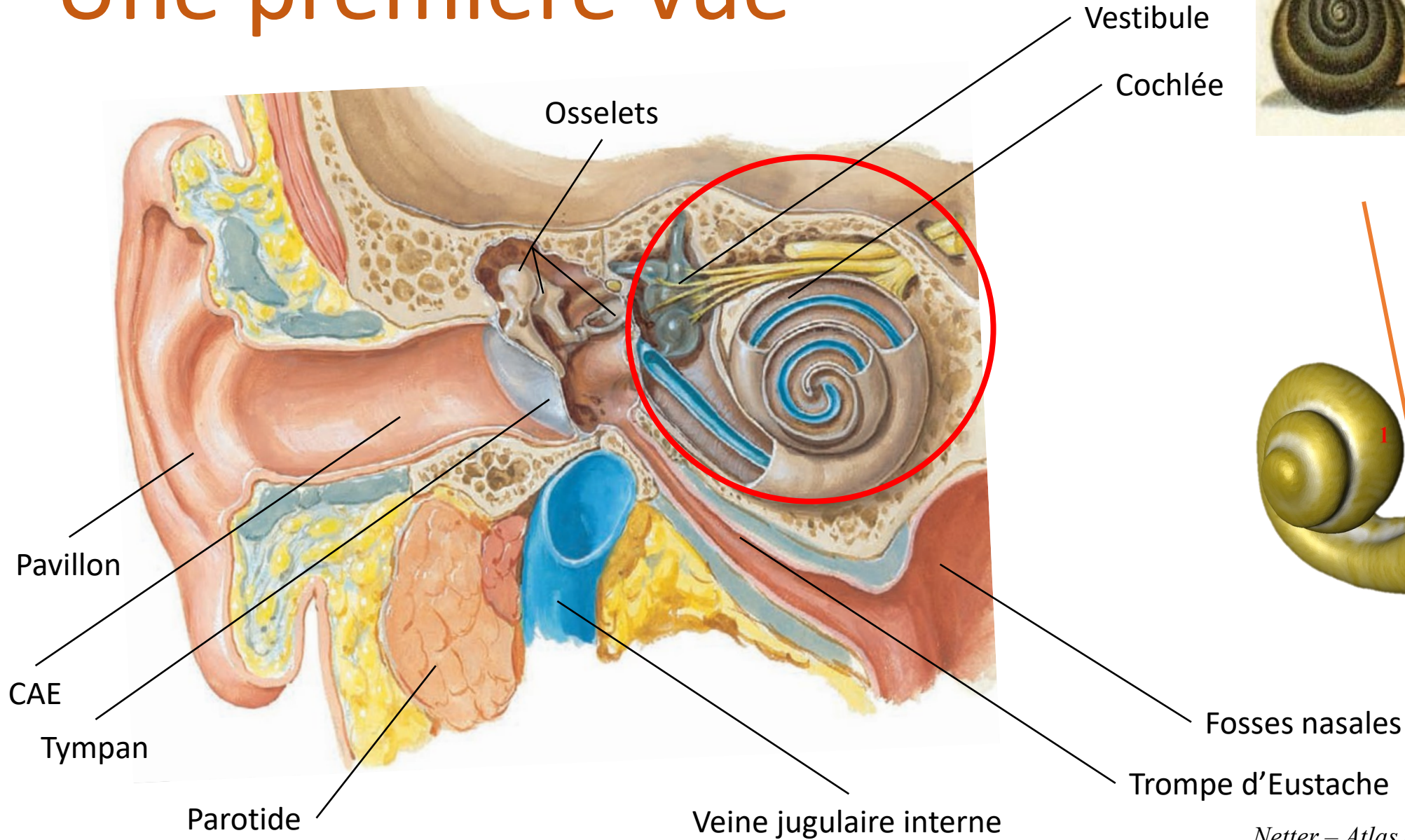


GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE

PHYSIOLOGIE

# Une première vue



*Netter – Atlas d'anatomie Humaine, 5<sup>ème</sup> édition*

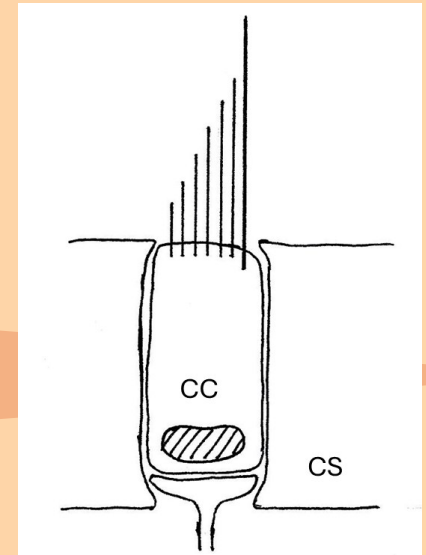
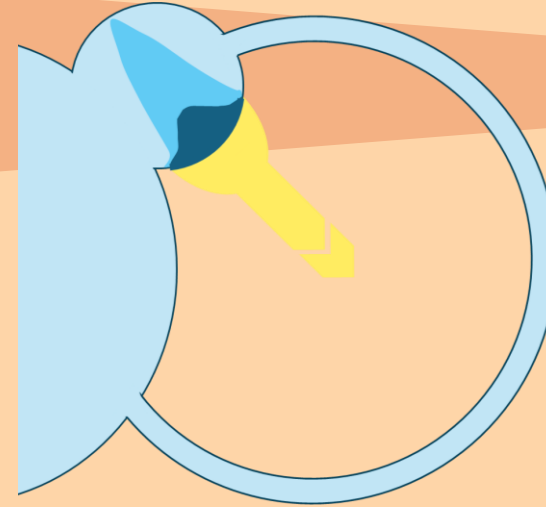
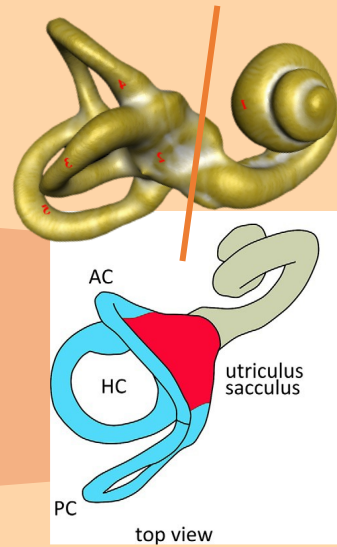
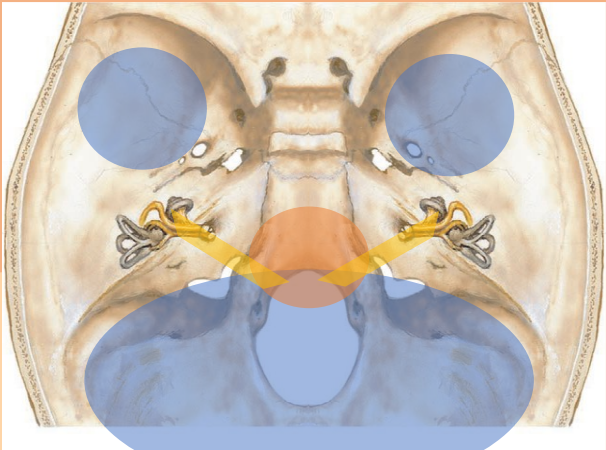
GÉNÉRALITÉS

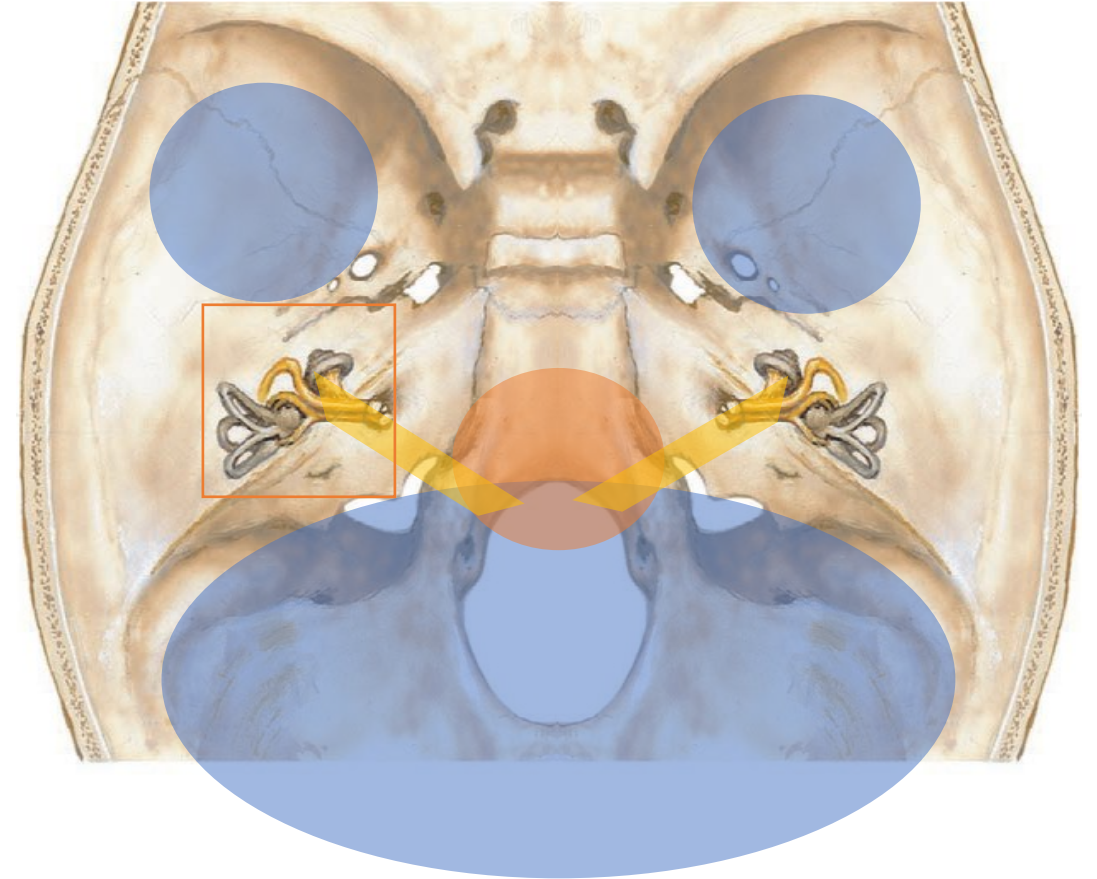
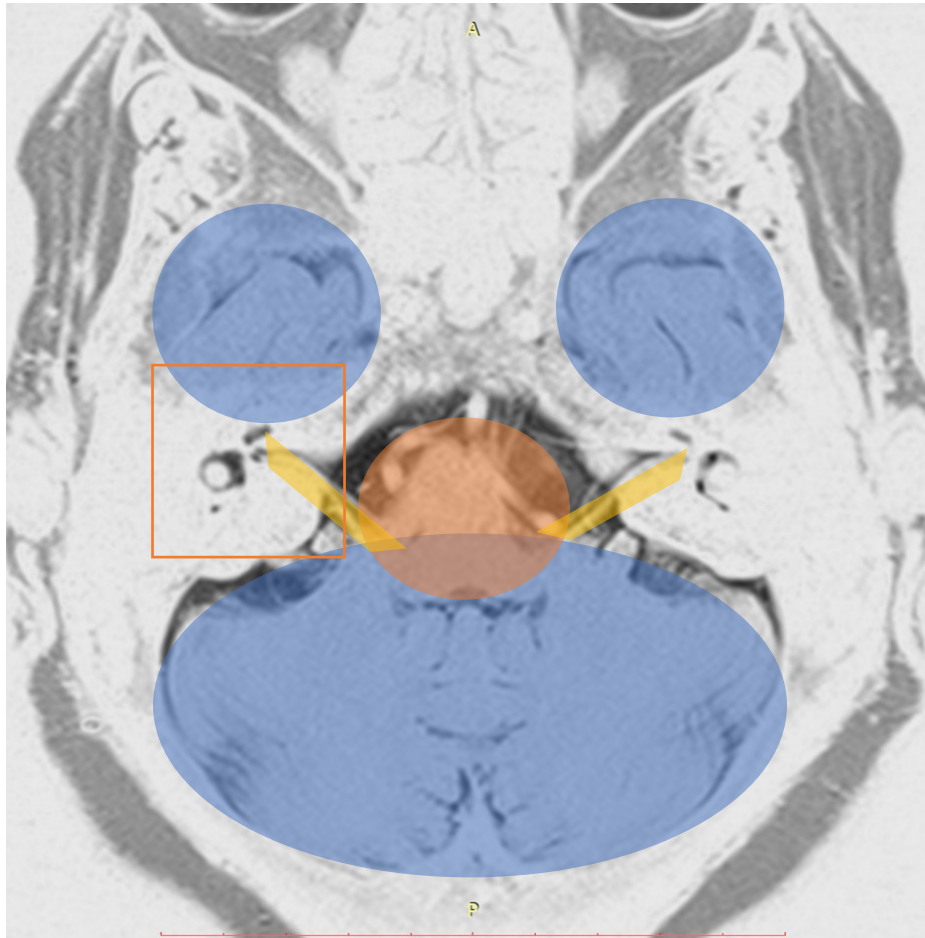
ANATOMIE

PHYSIOLOGIE



# Anatomie



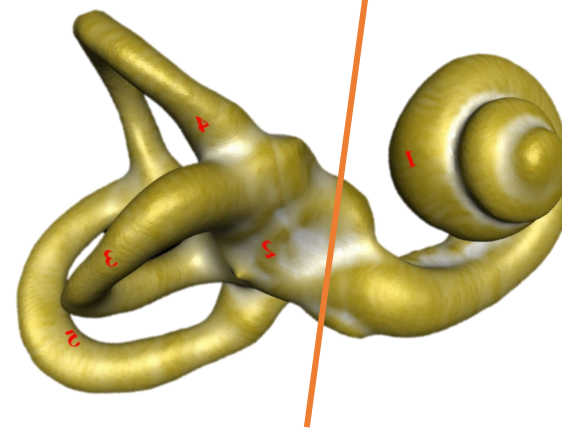


GÉNÉRALITÉS

Situation Anatomique  
ANATOMIE

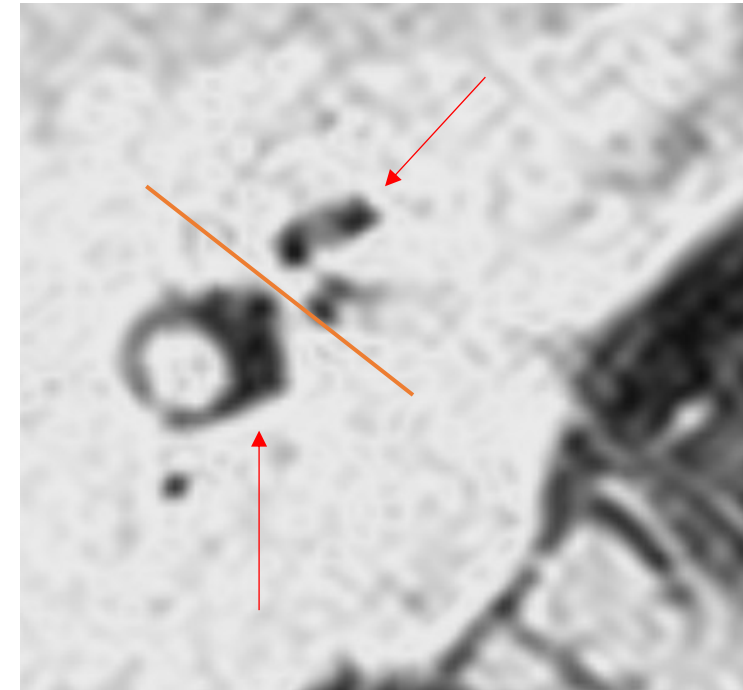
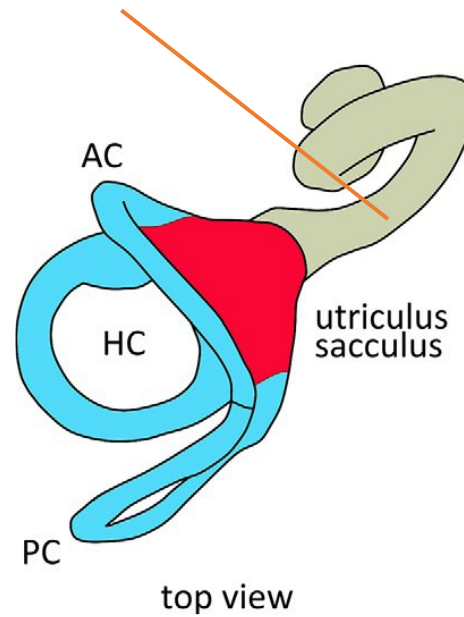
*Netter, 2015*

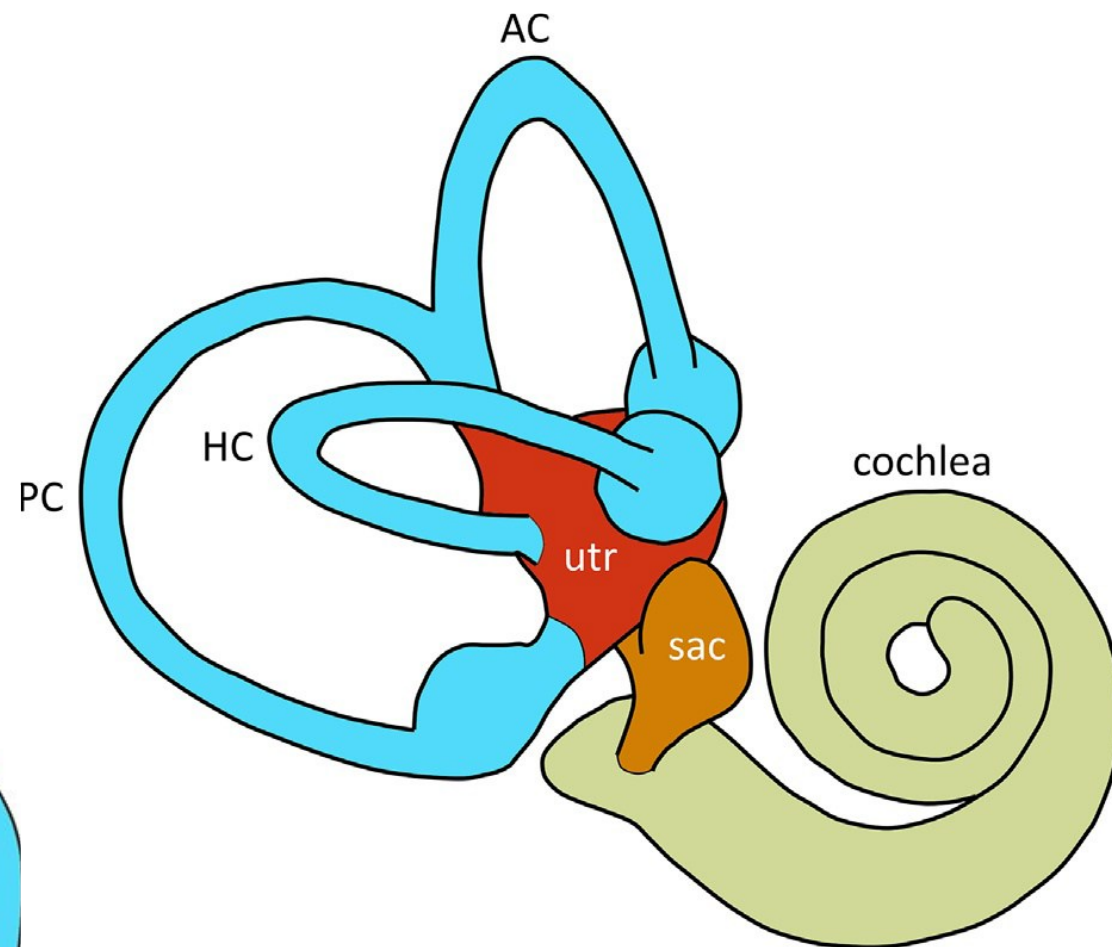
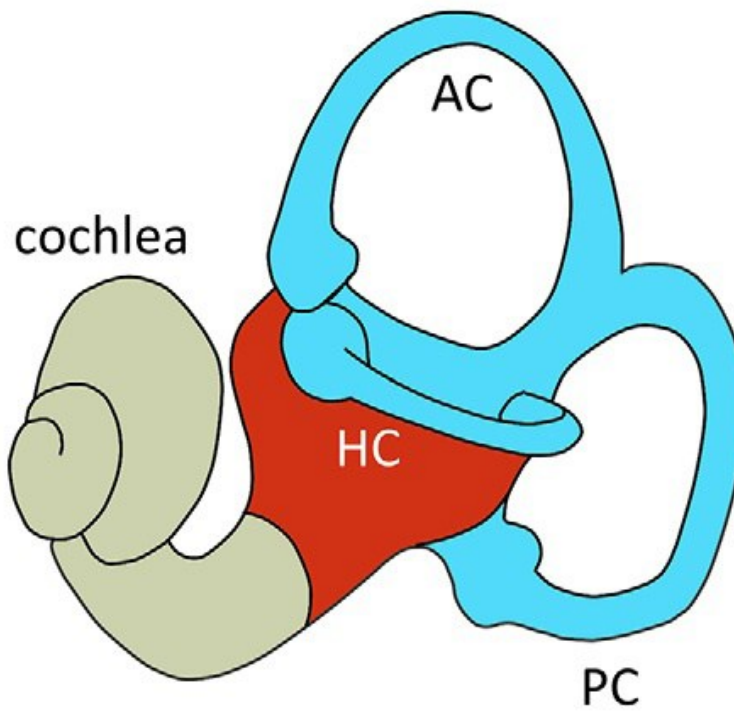
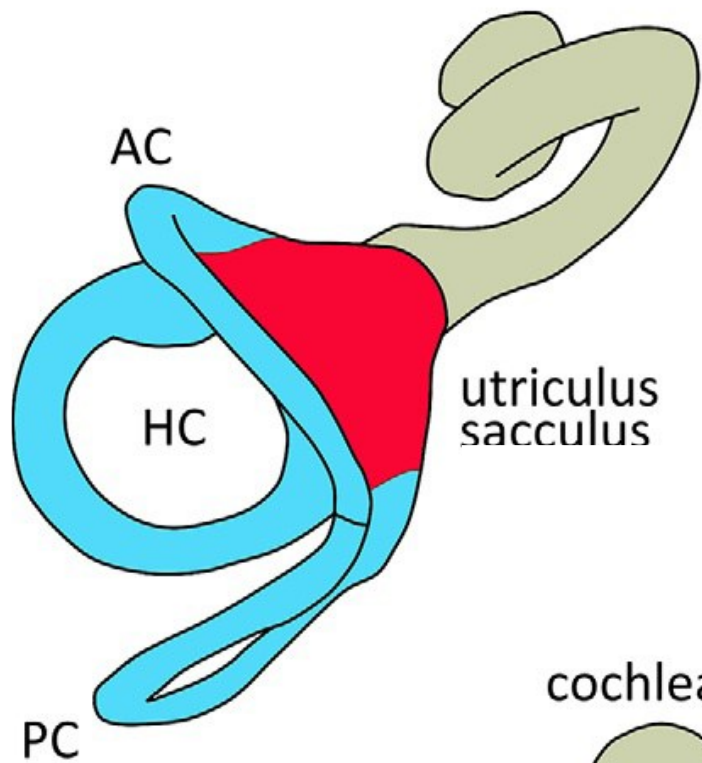
PHYSIOLOGIE



cochlée

Labyrinthe postérieur



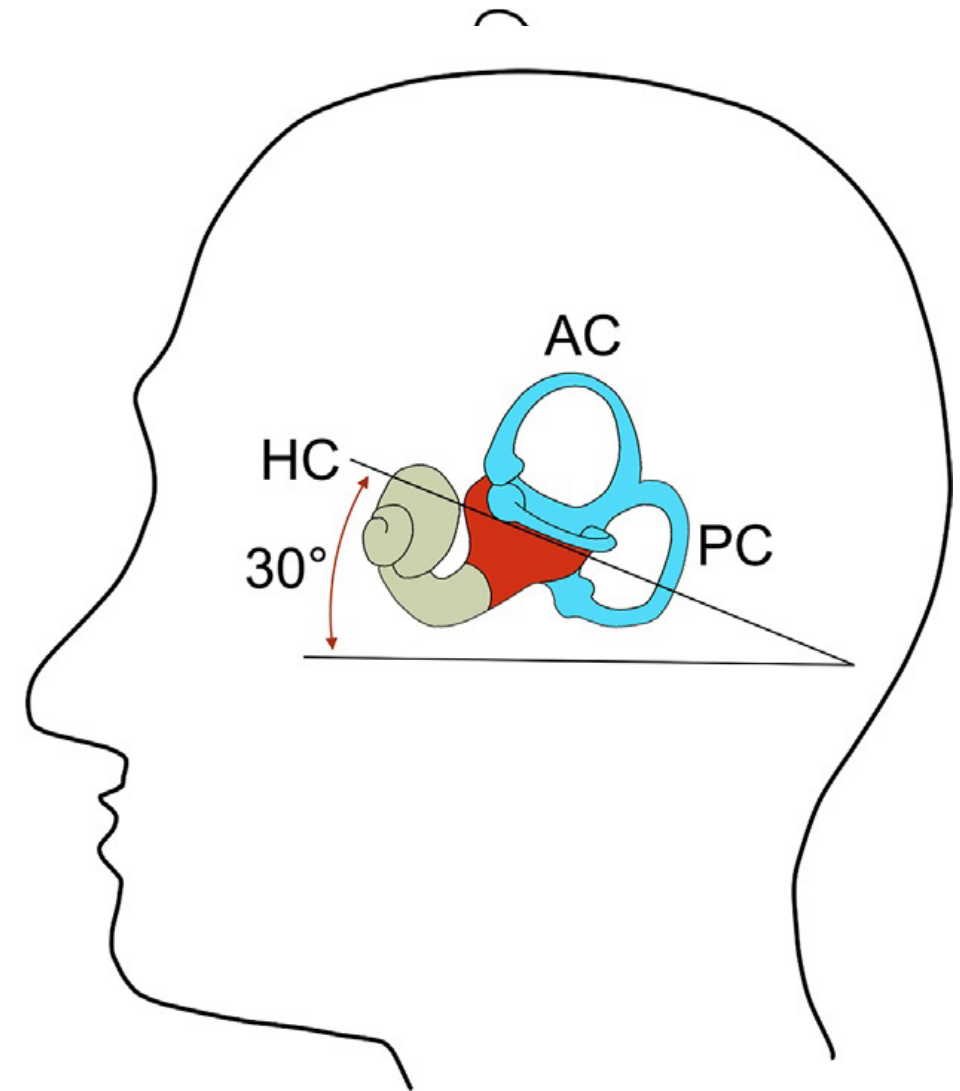


GÉNÉRALITÉS

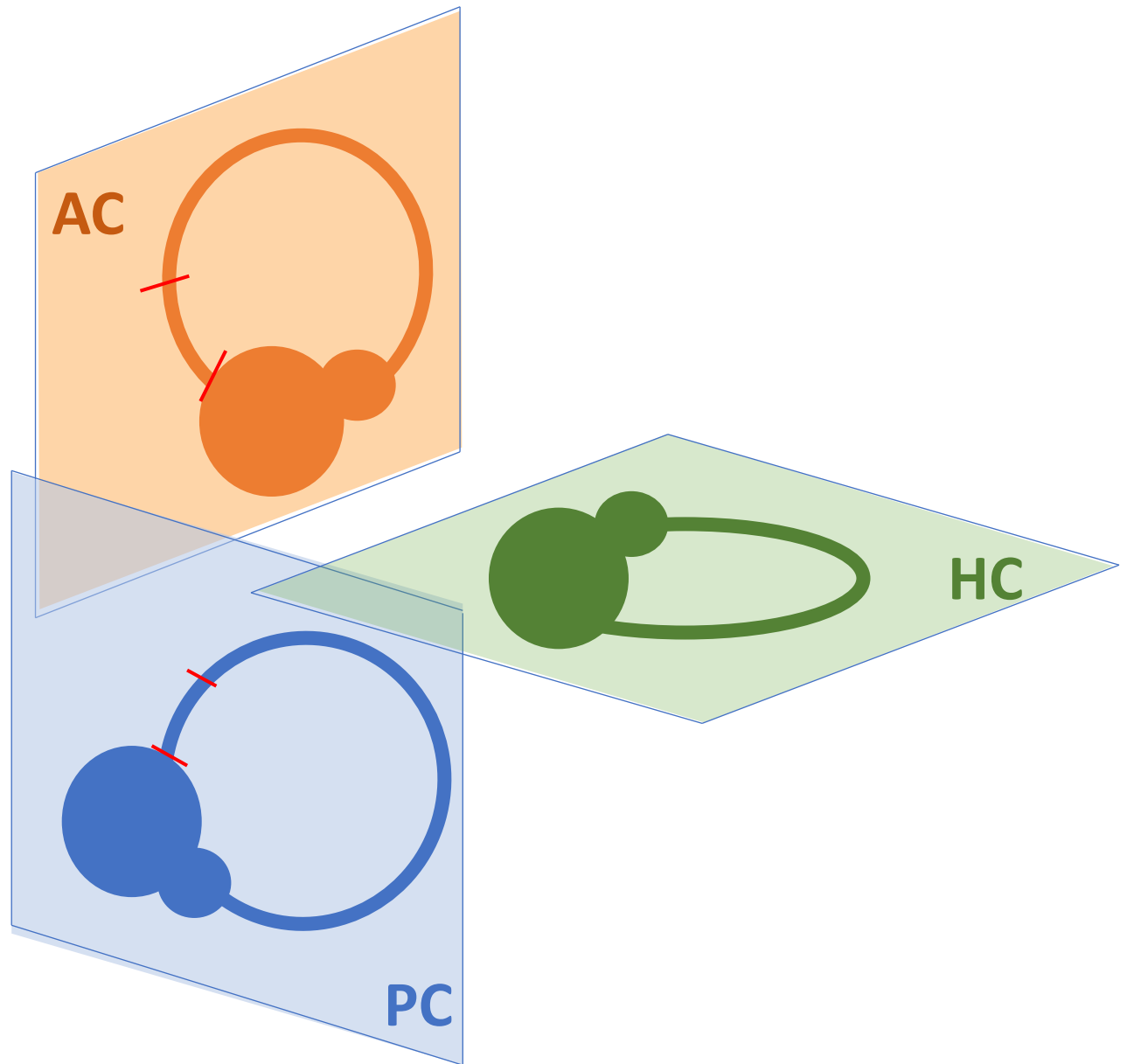
Anatomie Descriptive  
ANATOMIE

*Kingma & van de Berg, 2016*

PHYSIOLOGIE



*Kingma & van de Berg 2016*

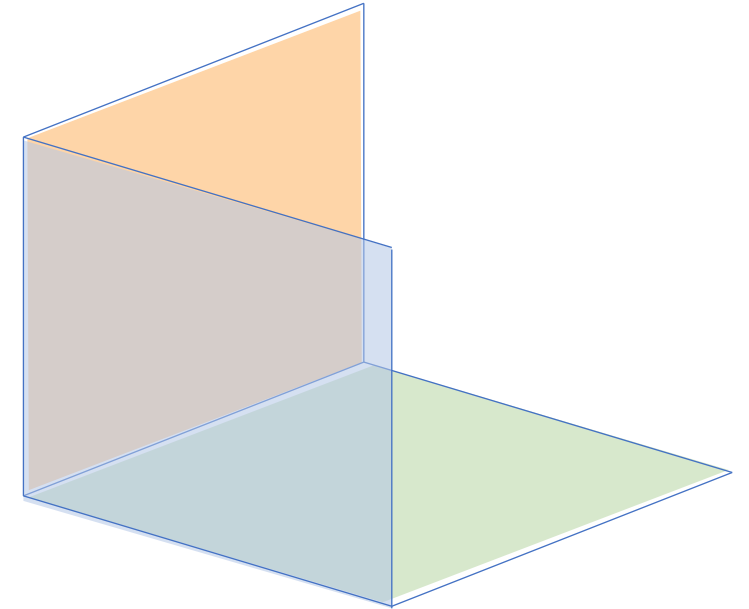
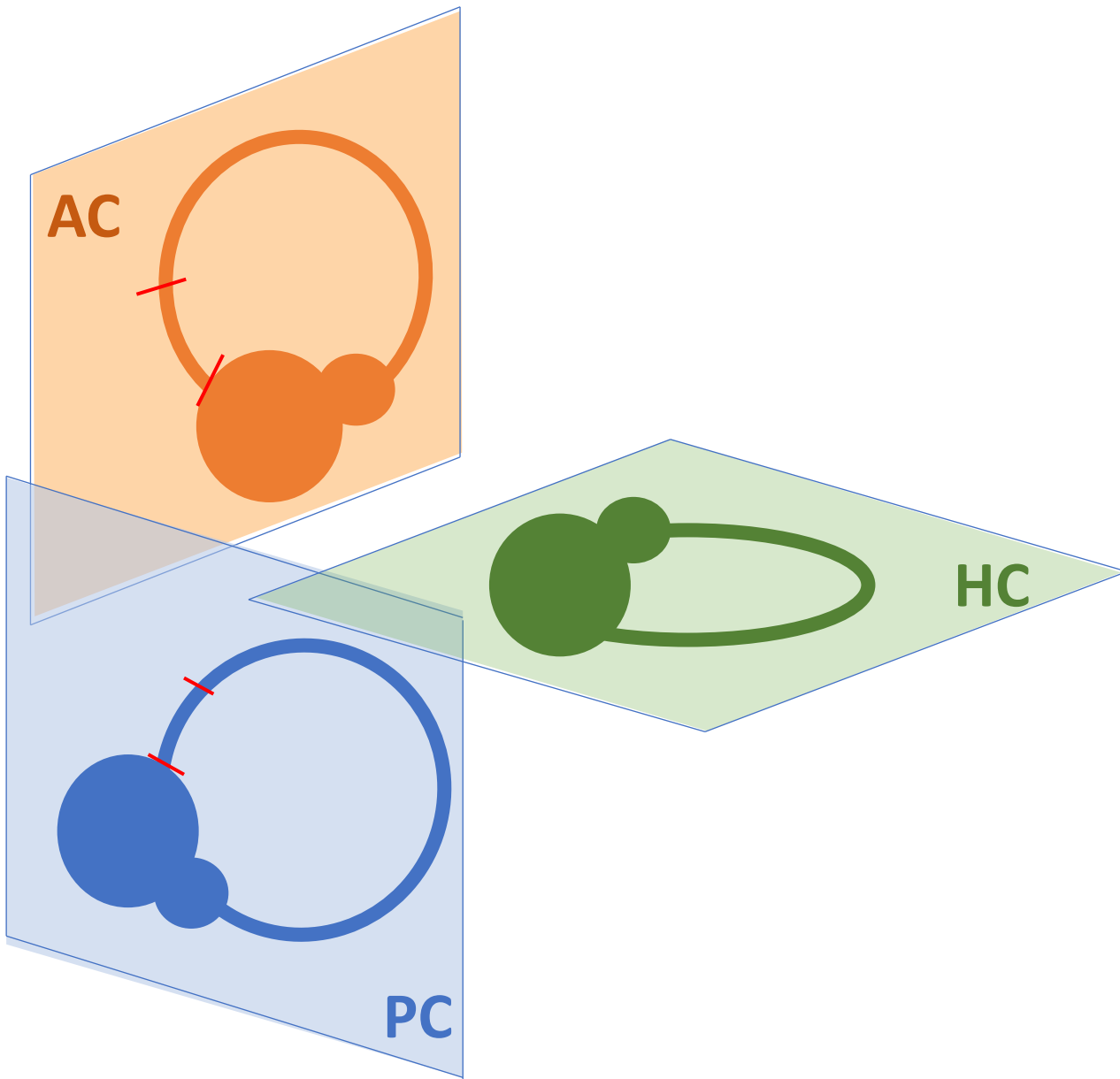


Orientation dans l'espace

GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE

PHYSIOLOGIE

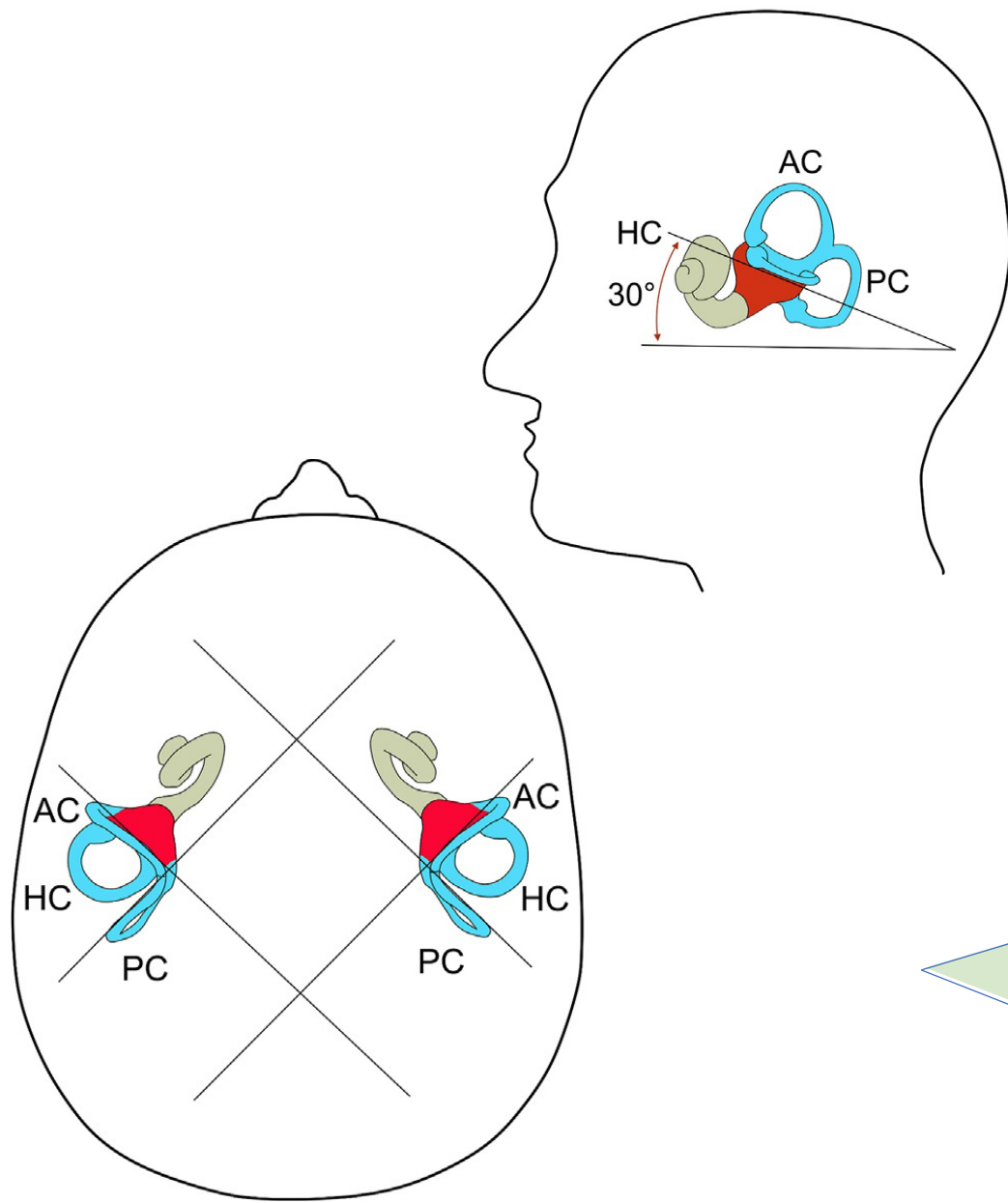


*Kingma & van de Berg 2016*

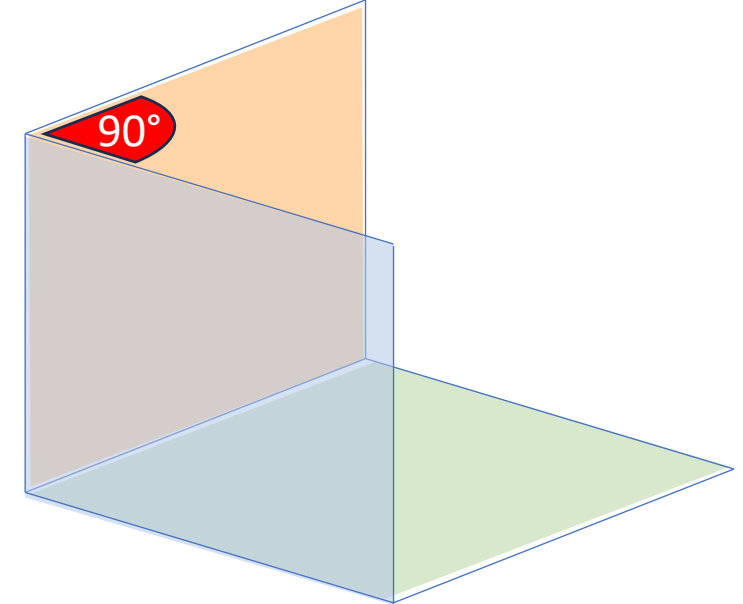
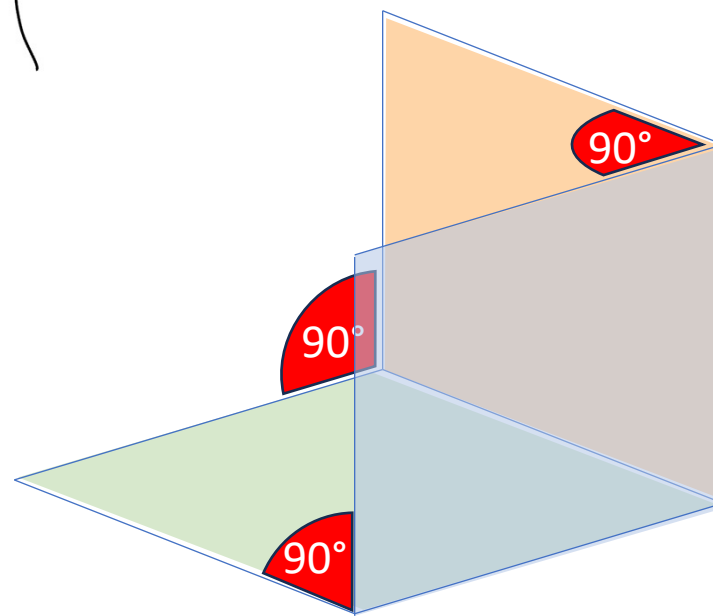
GÉNÉRALITÉS

Orientation dans l'espace  
ANATOMIE

PHYSIOLOGIE



*Kingma & van de Berg 2016*



Orientation dans l'espace

GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE

PHYSIOLOGIE



**OS**

Membrane périlymphatique

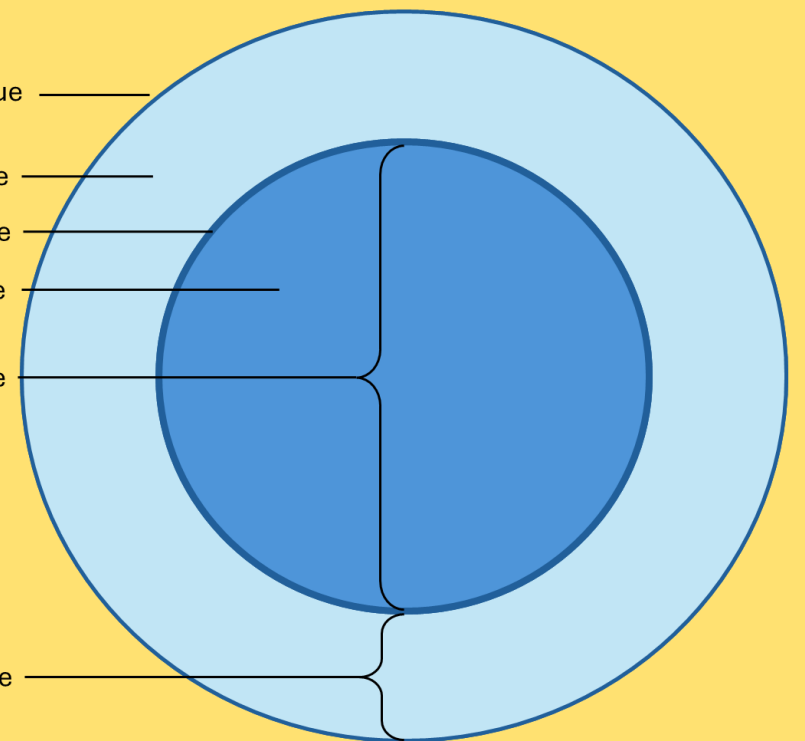
Périlymphe

Membrane endolymphatique

Endolymphe

Espace Endolymphatique

Espace Périlymphatique

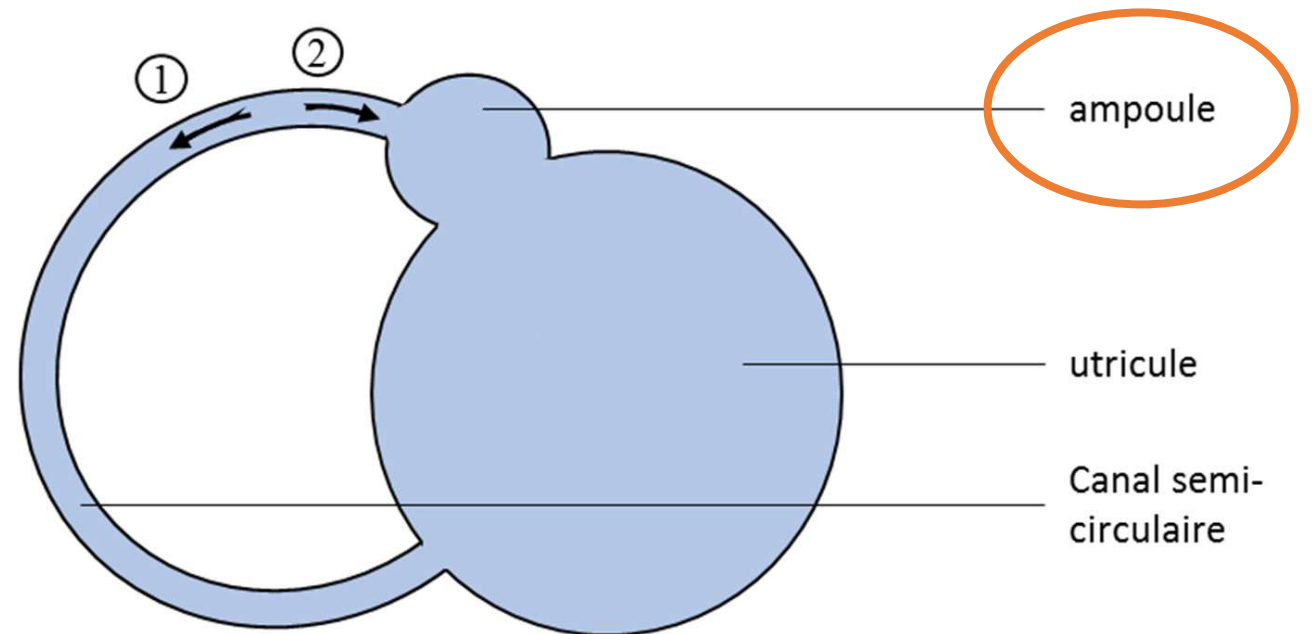
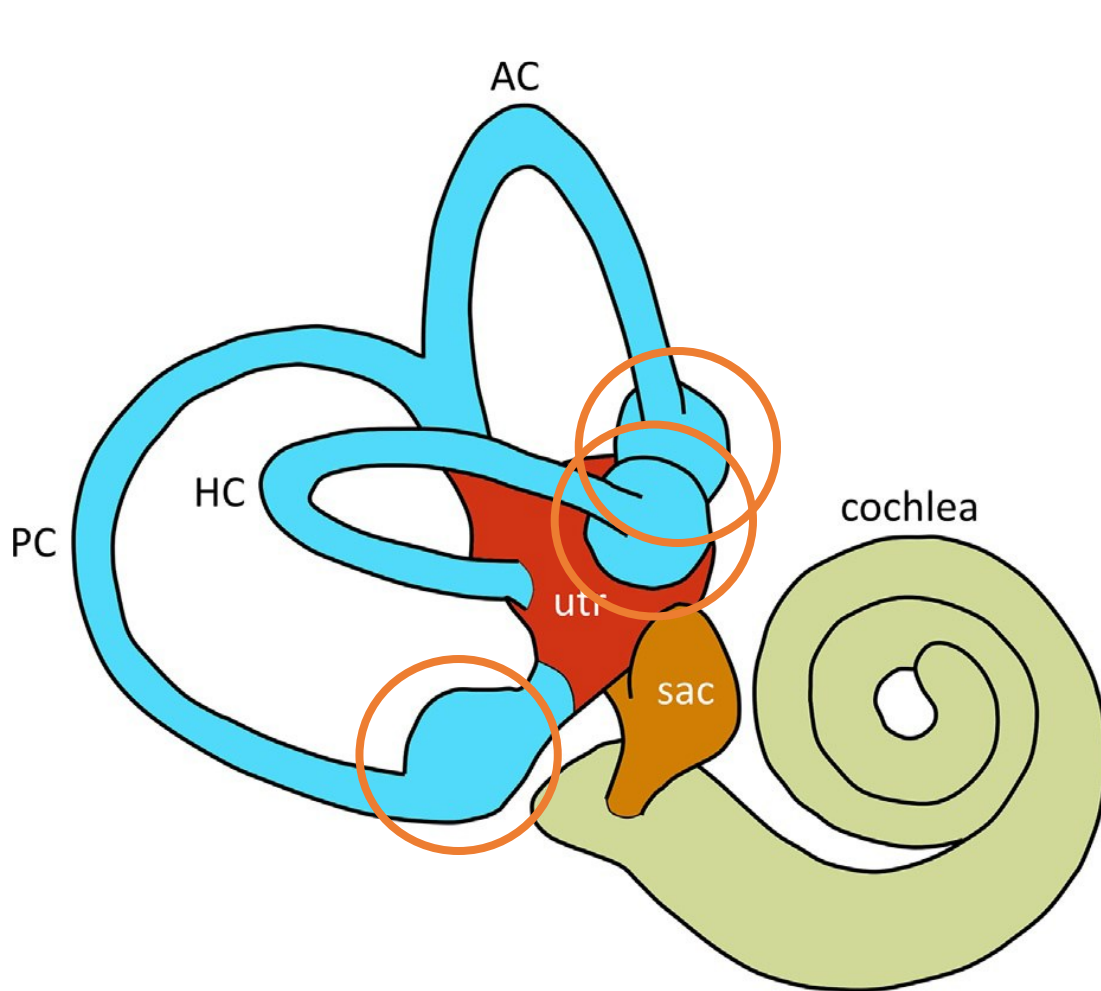


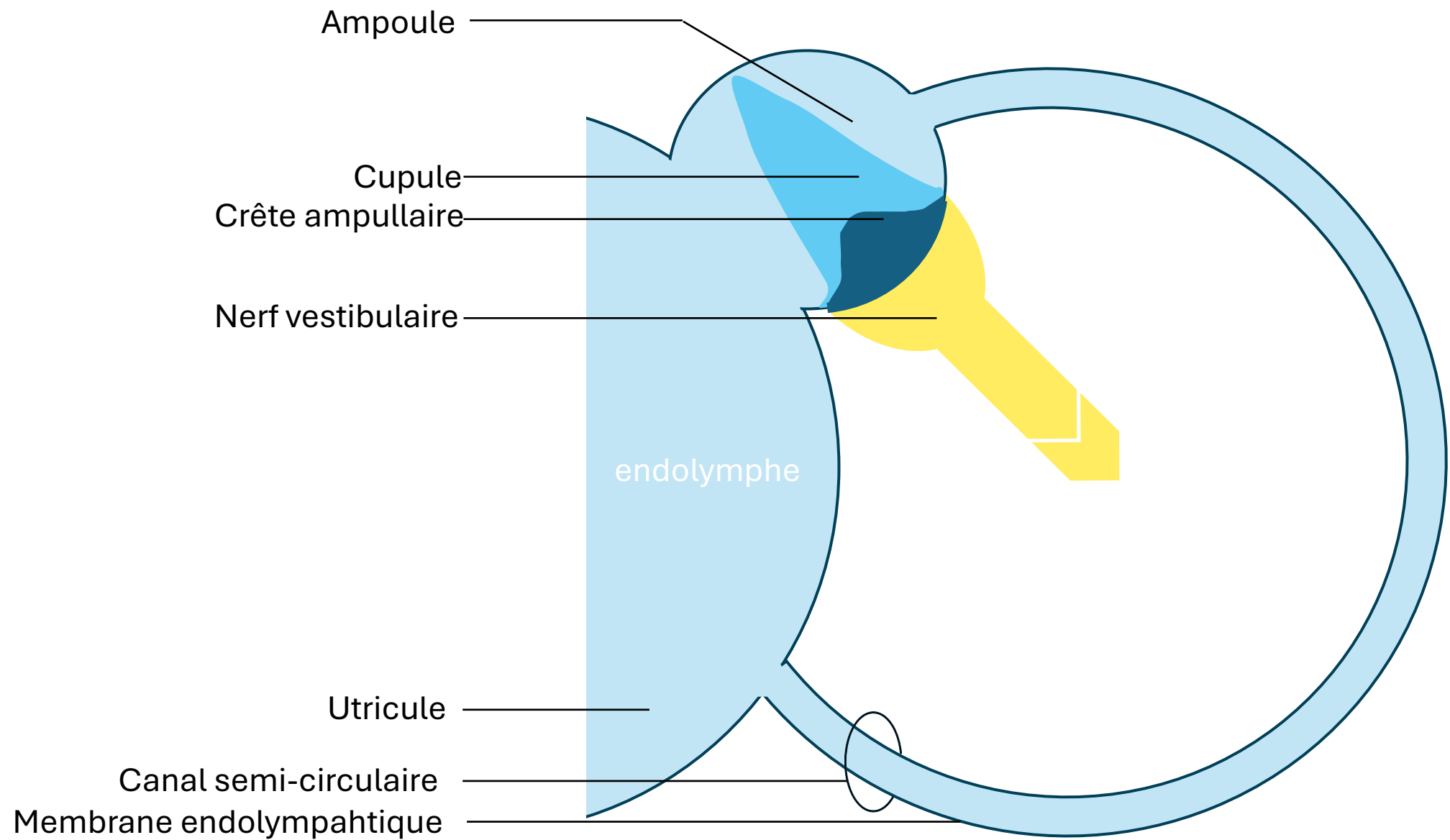
GÉNÉRALITÉS

Labyrinthe  
ANATOMIE

*Netter, 2015*

PHYSIOLOGIE



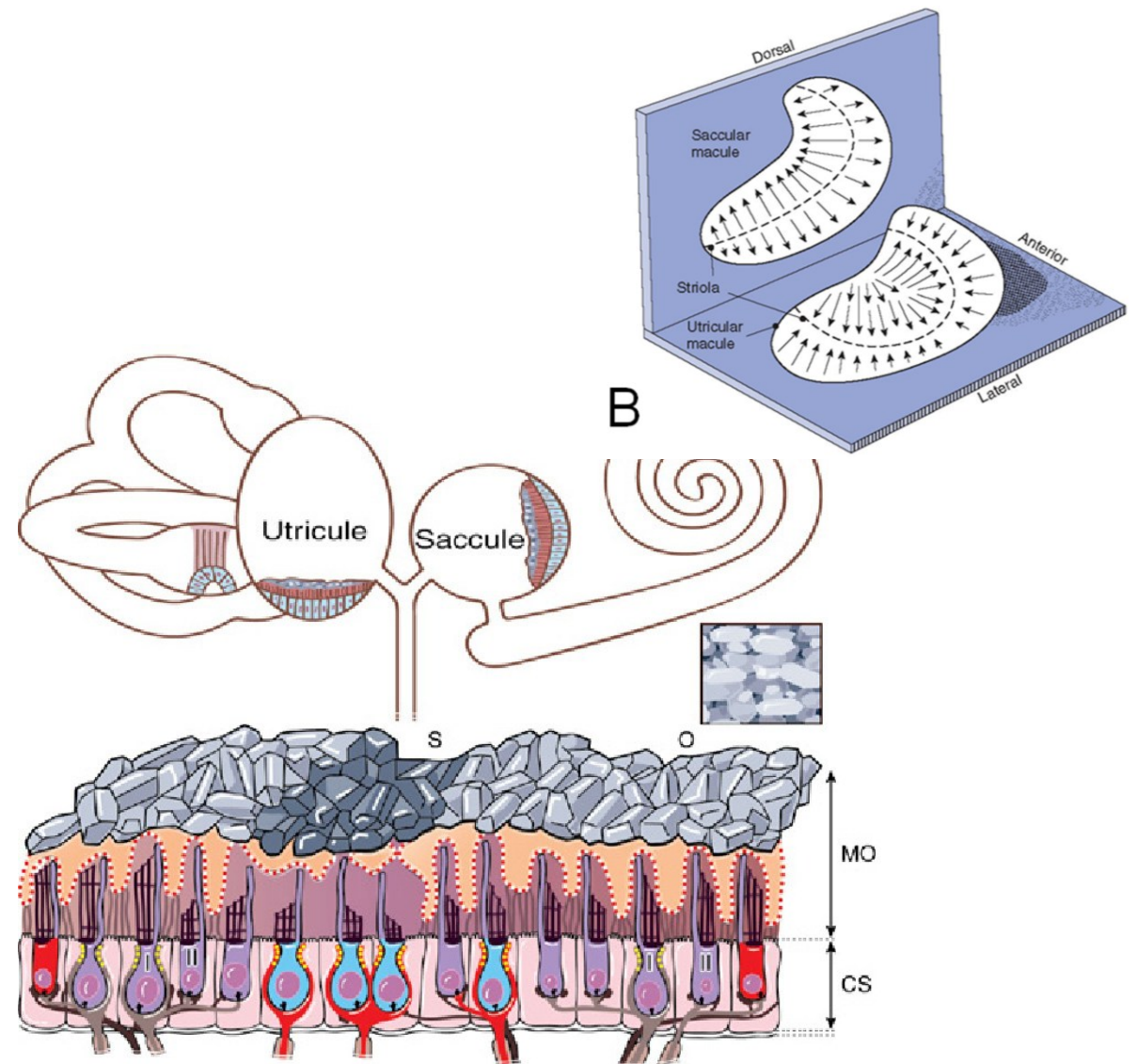
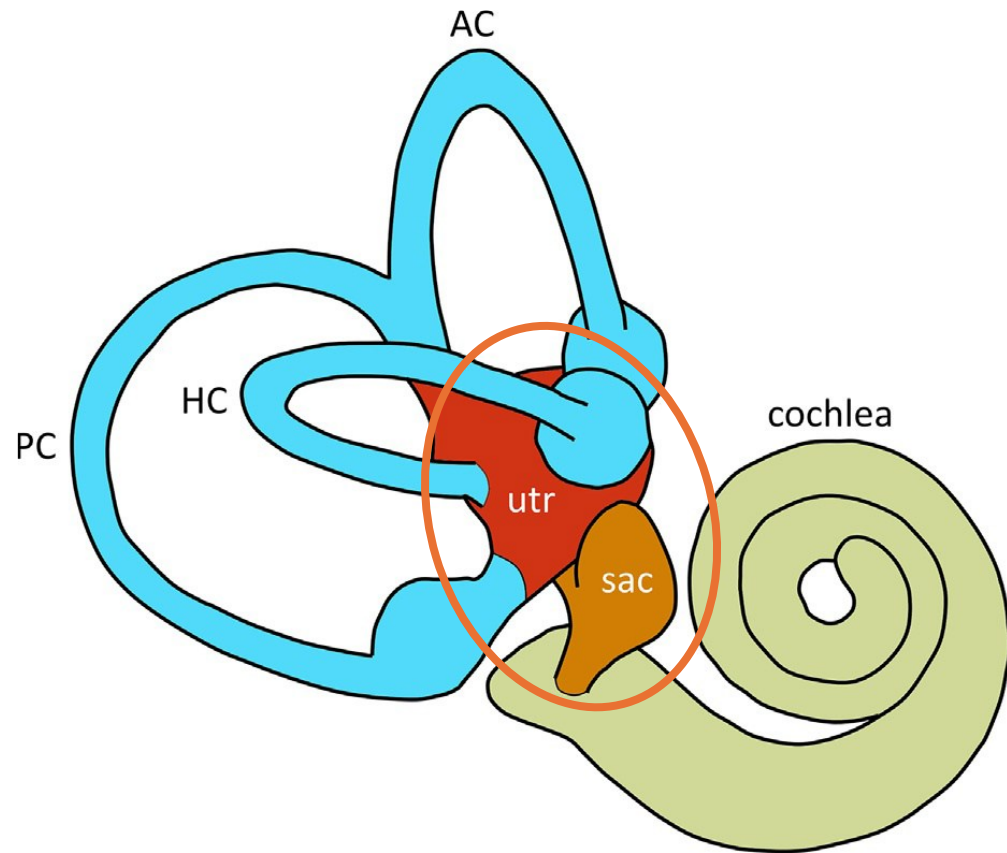


Les canaux semi-circulaires

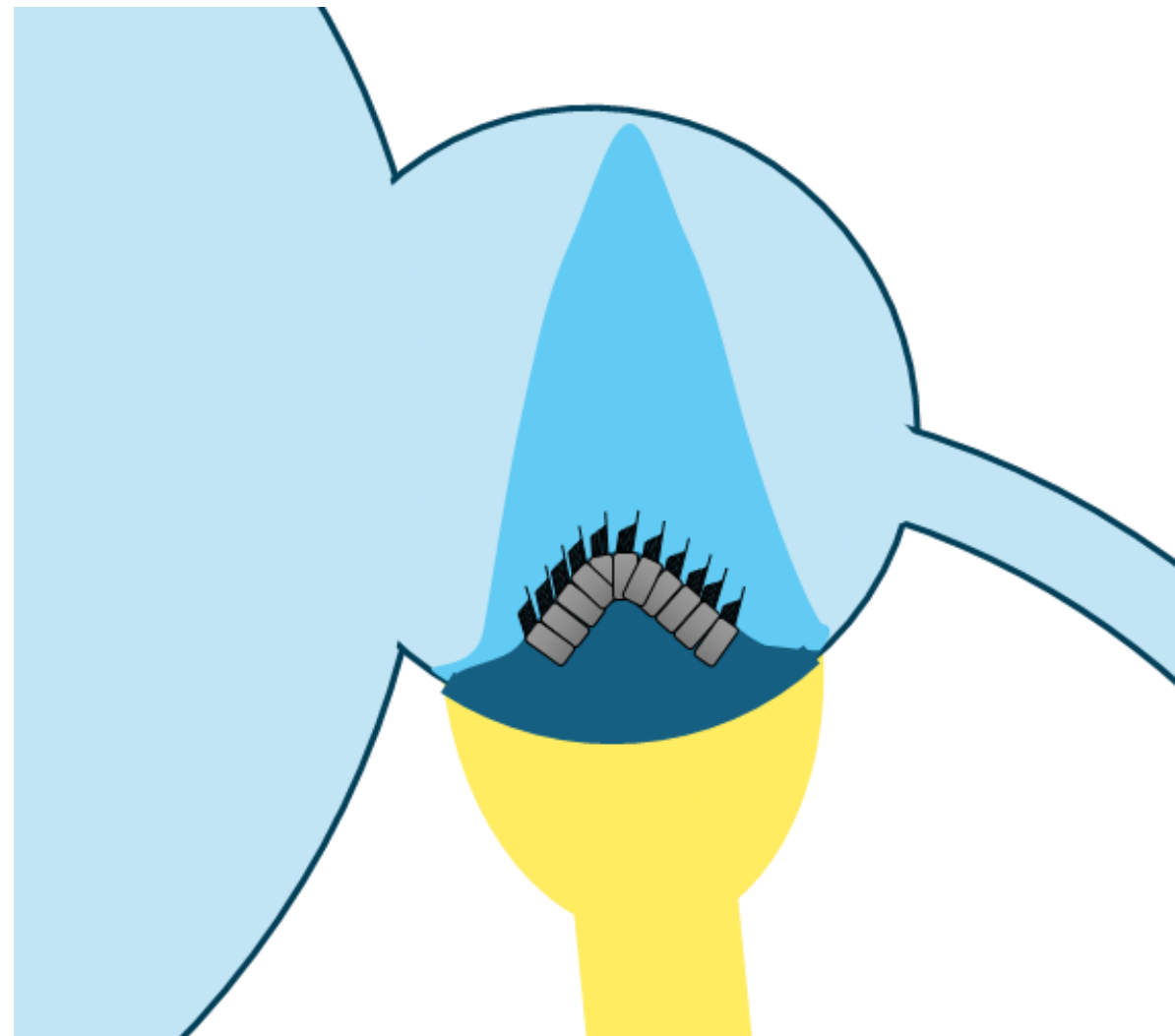
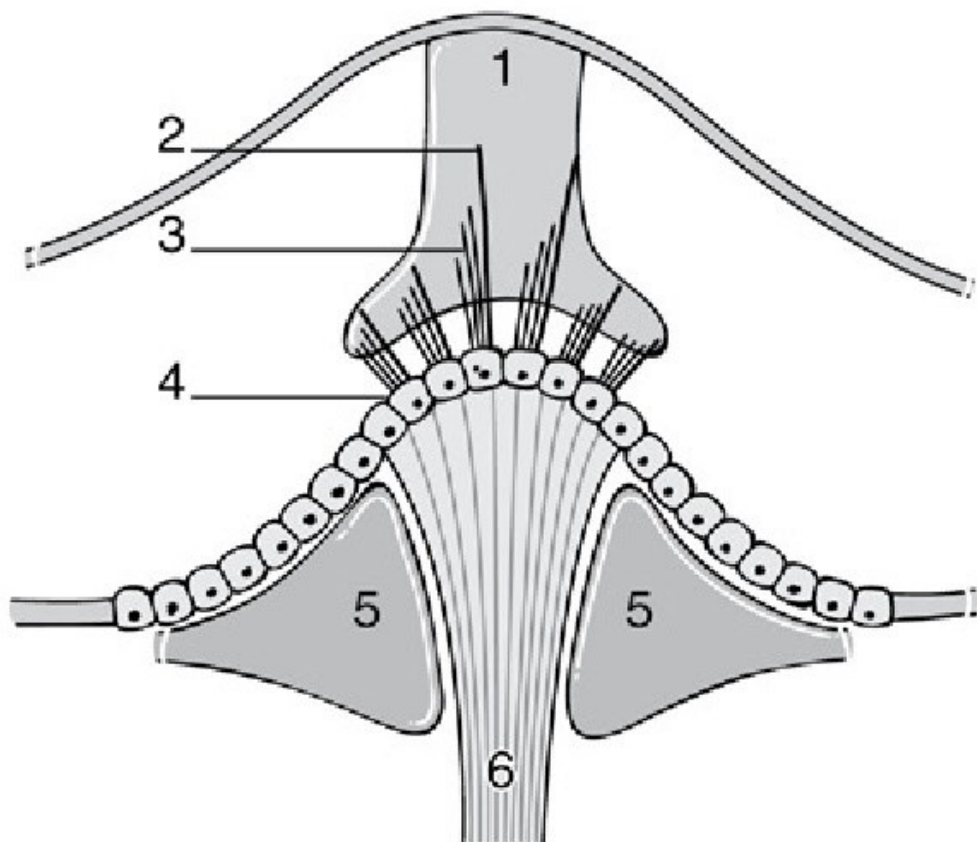
GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE

PHYSIOLOGIE



*Kingma & van de Berg, 2016*  
*Leigh & Zee, 2015*

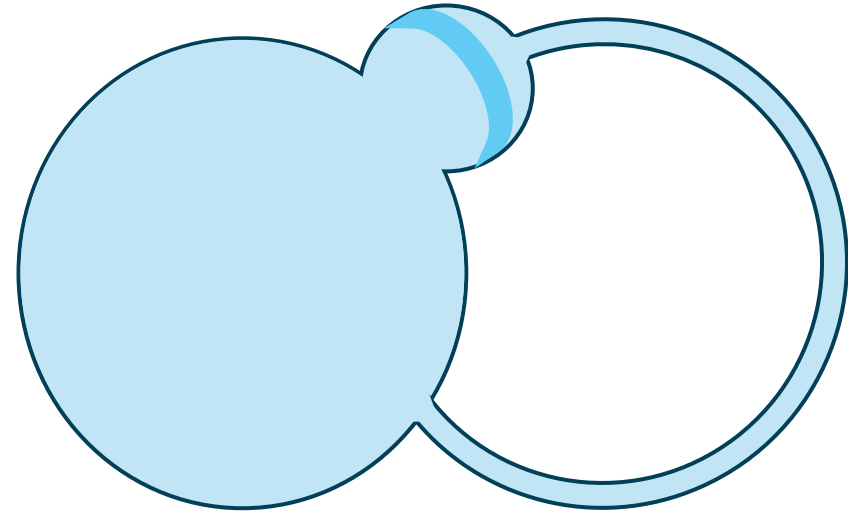
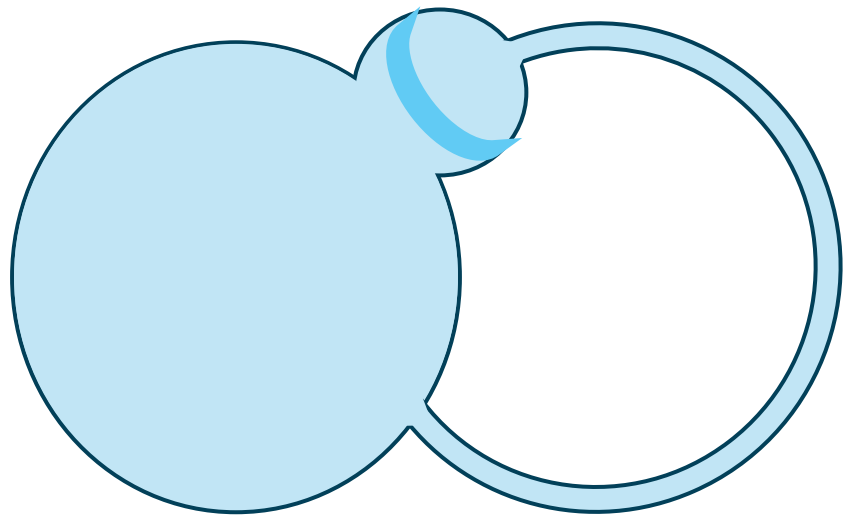
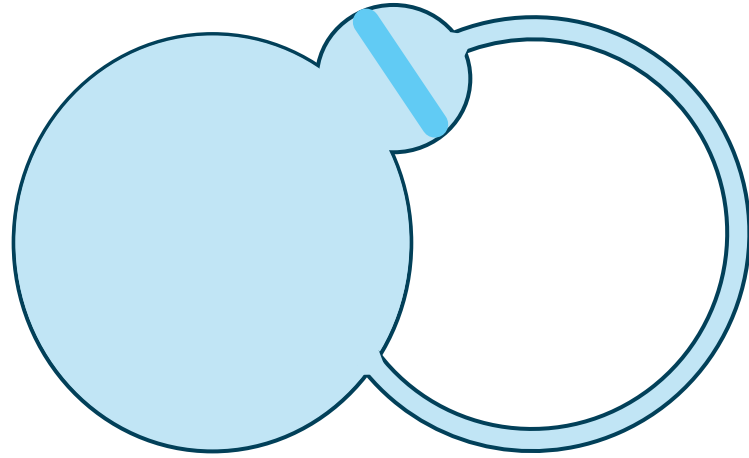


GÉNÉRALITÉS

L'ampoule  
ANATOMIE

*Sauvage, 2015*

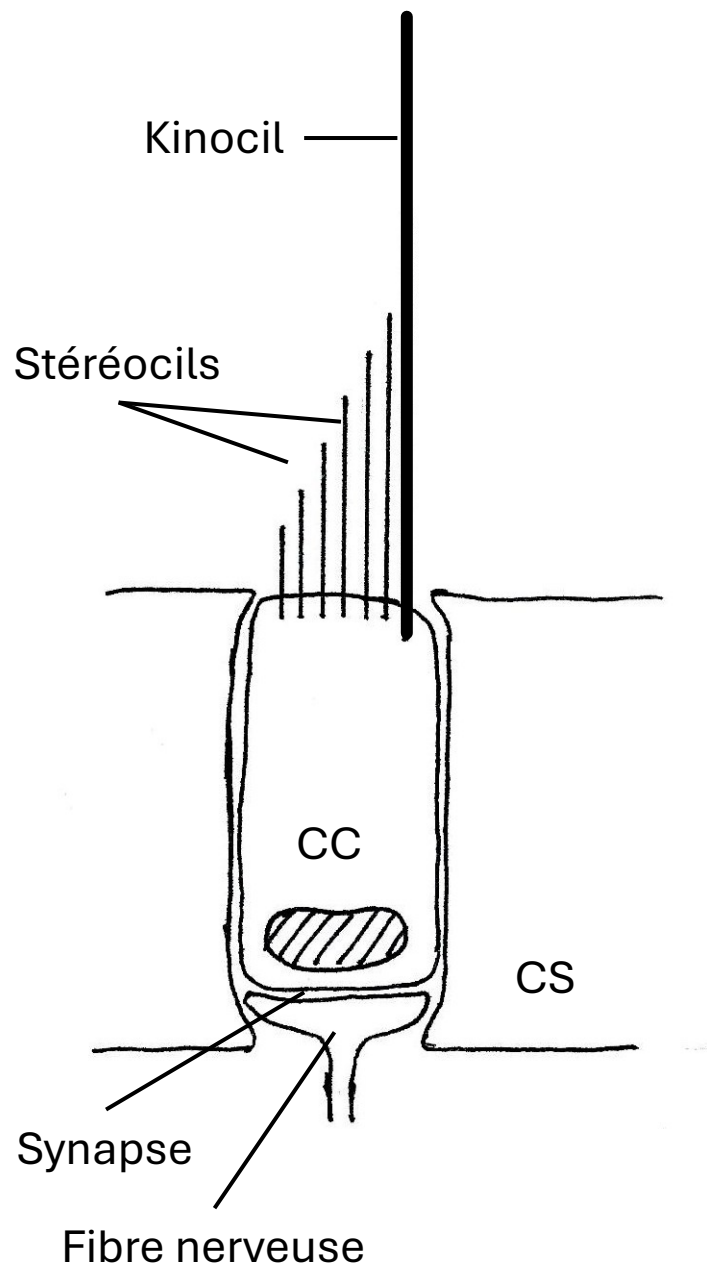
PHYSIOLOGIE



GÉNÉRALITÉS

La cupule  
ANATOMIE

PHYSIOLOGIE



◀ © Institut Pasteur/Gaelle Lefèvre

▼ © Institut Pasteur/Michel Leibovici

Photographie microscope 3D  
cellule ciliée

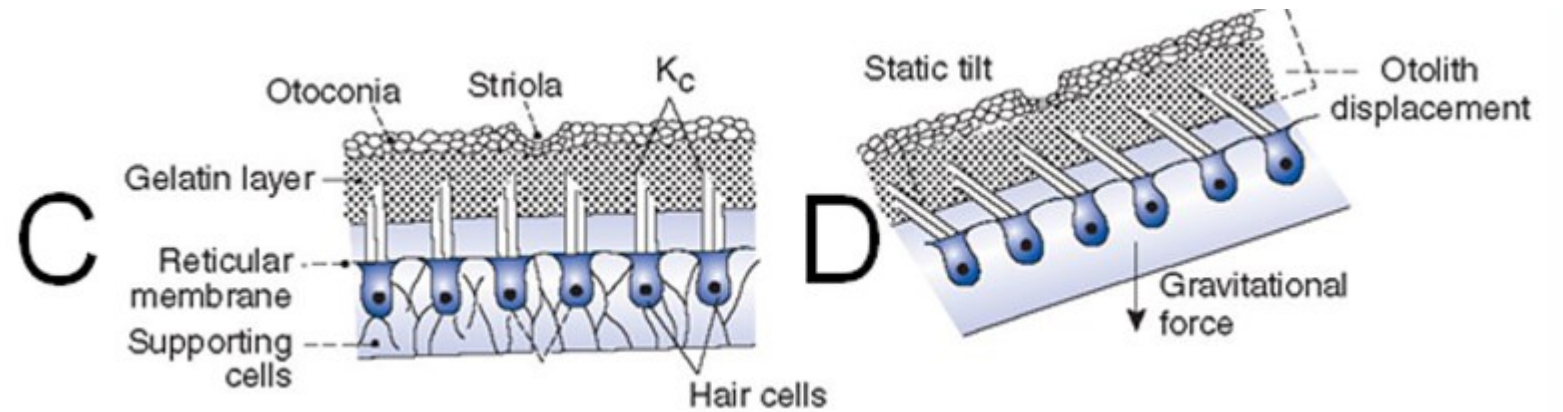
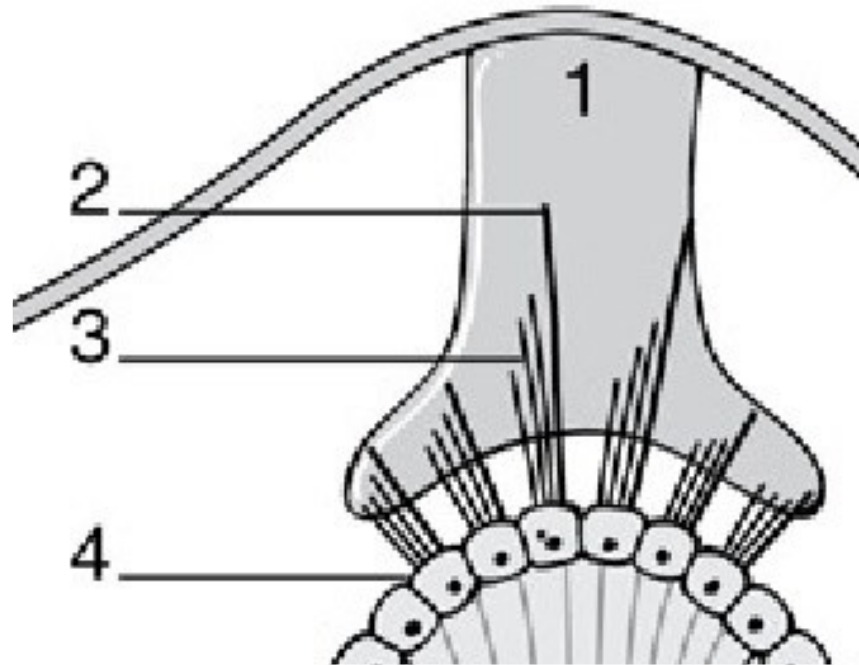
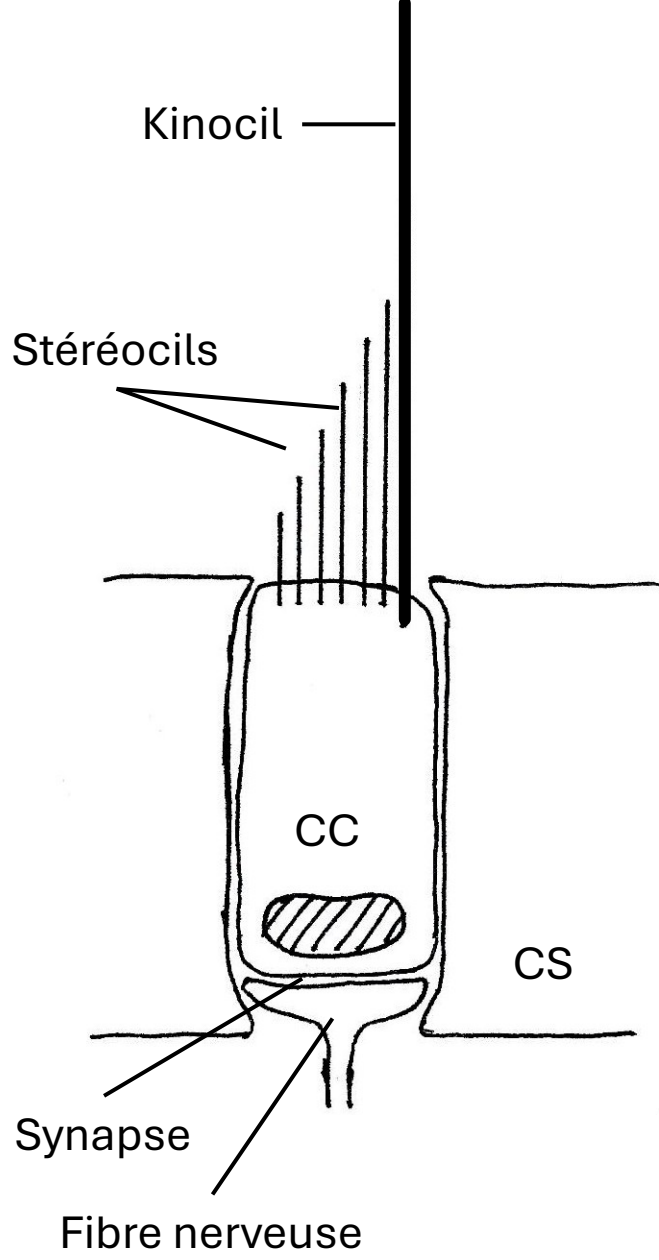
Photographie microscope 3D cellules  
ciliées

Les cellules ciliées

GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE

PHYSIOLOGIE



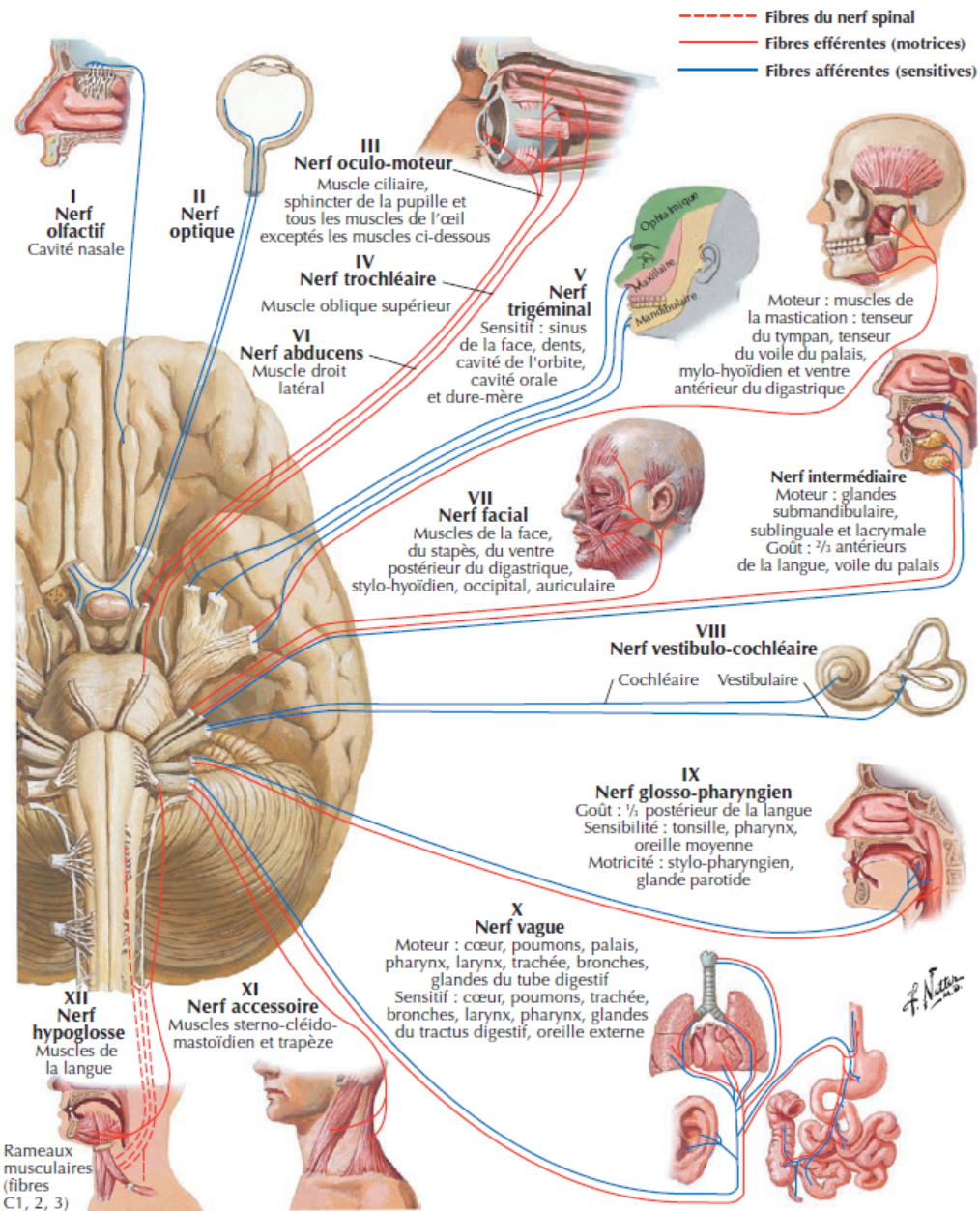
Les cellules ciliées

*Leigh & Zee, 2015*

GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE

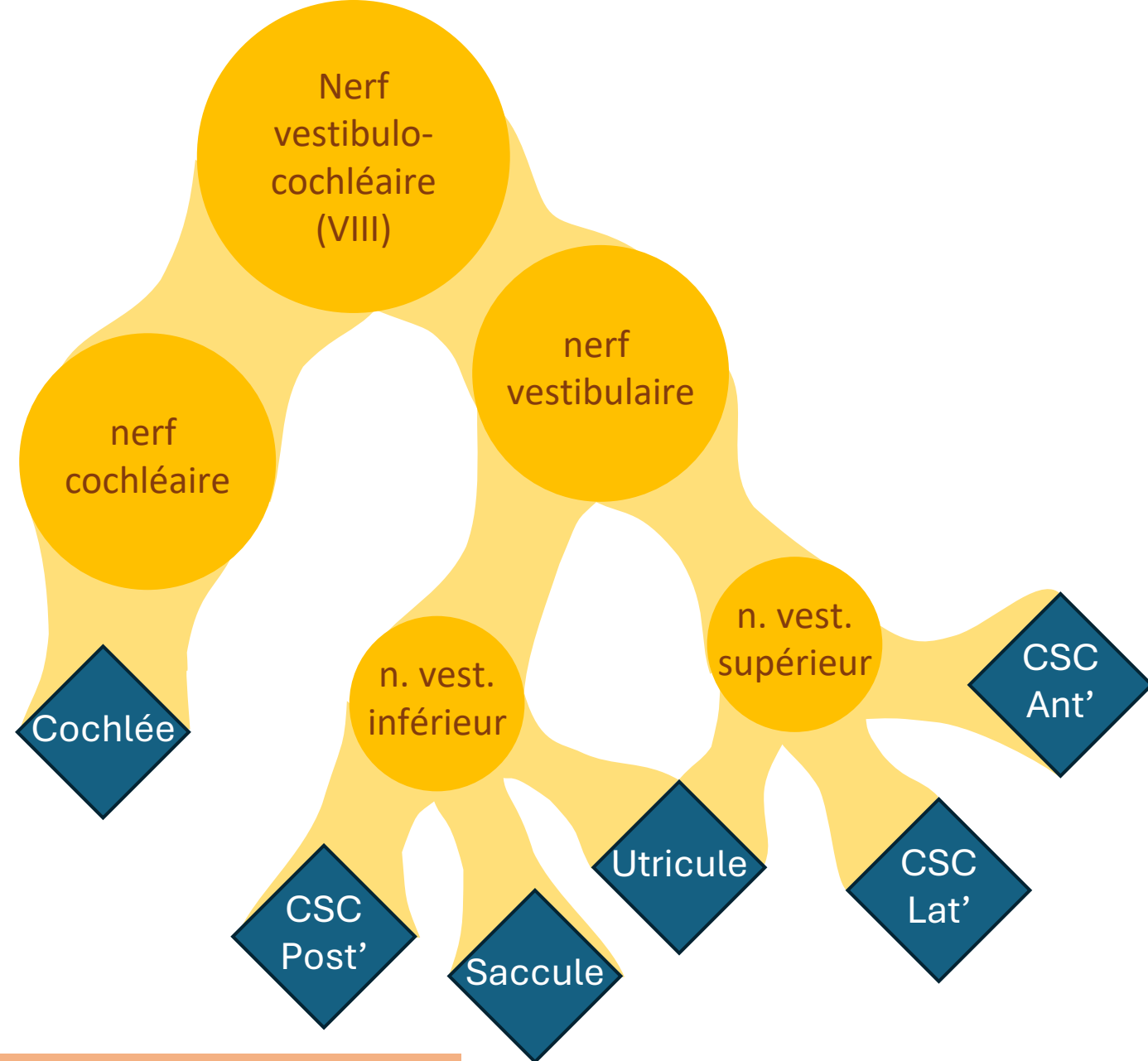
PHYSIOLOGIE



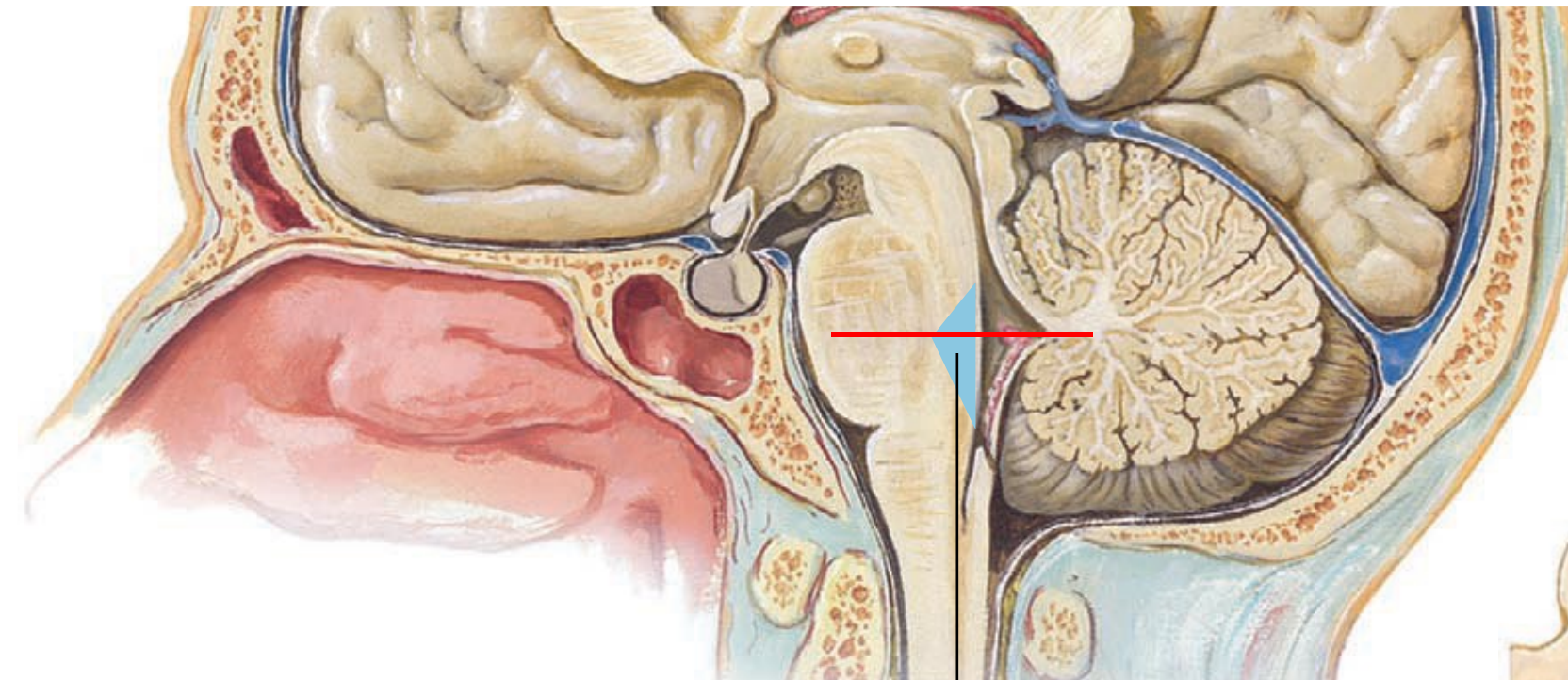
Netter, 2012

GÉNÉRALITÉS

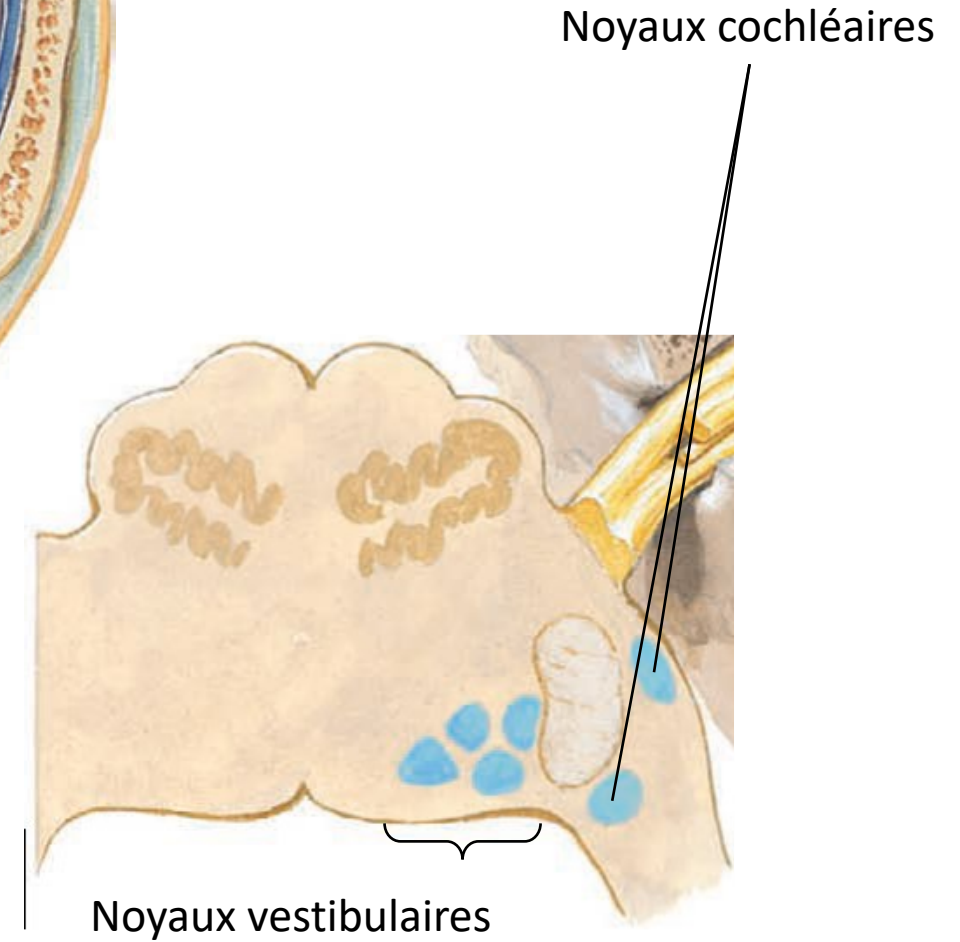
Innervation  
ANATOMIE



PHYSIOLOGIE



Noyaux vestibulaires

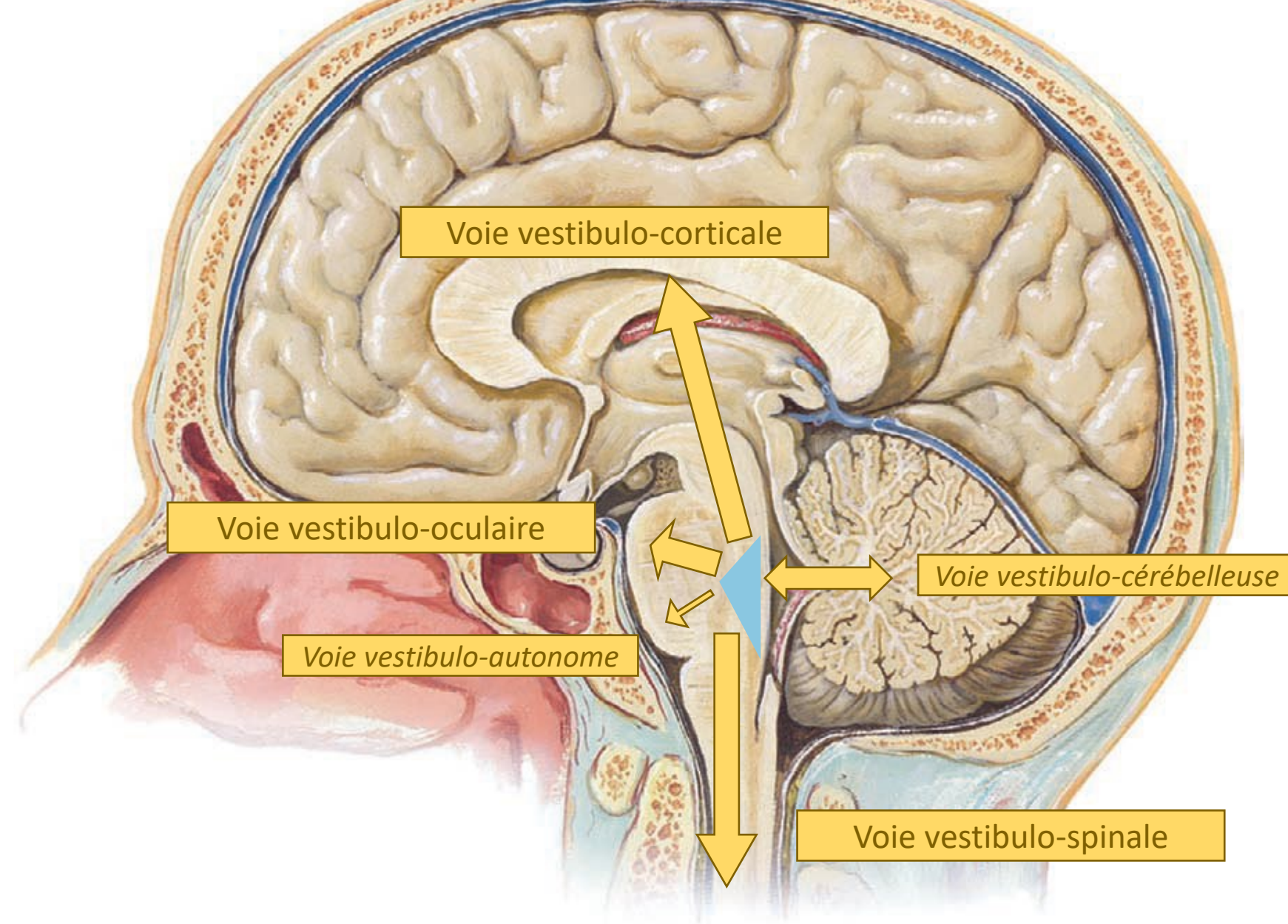


*Netter, 2012*

GÉNÉRALITÉS

Noyaux vestibulaires  
ANATOMIE

PHYSIOLOGIE



*Netter, 2012*

**Voix vestibulaires centrales**

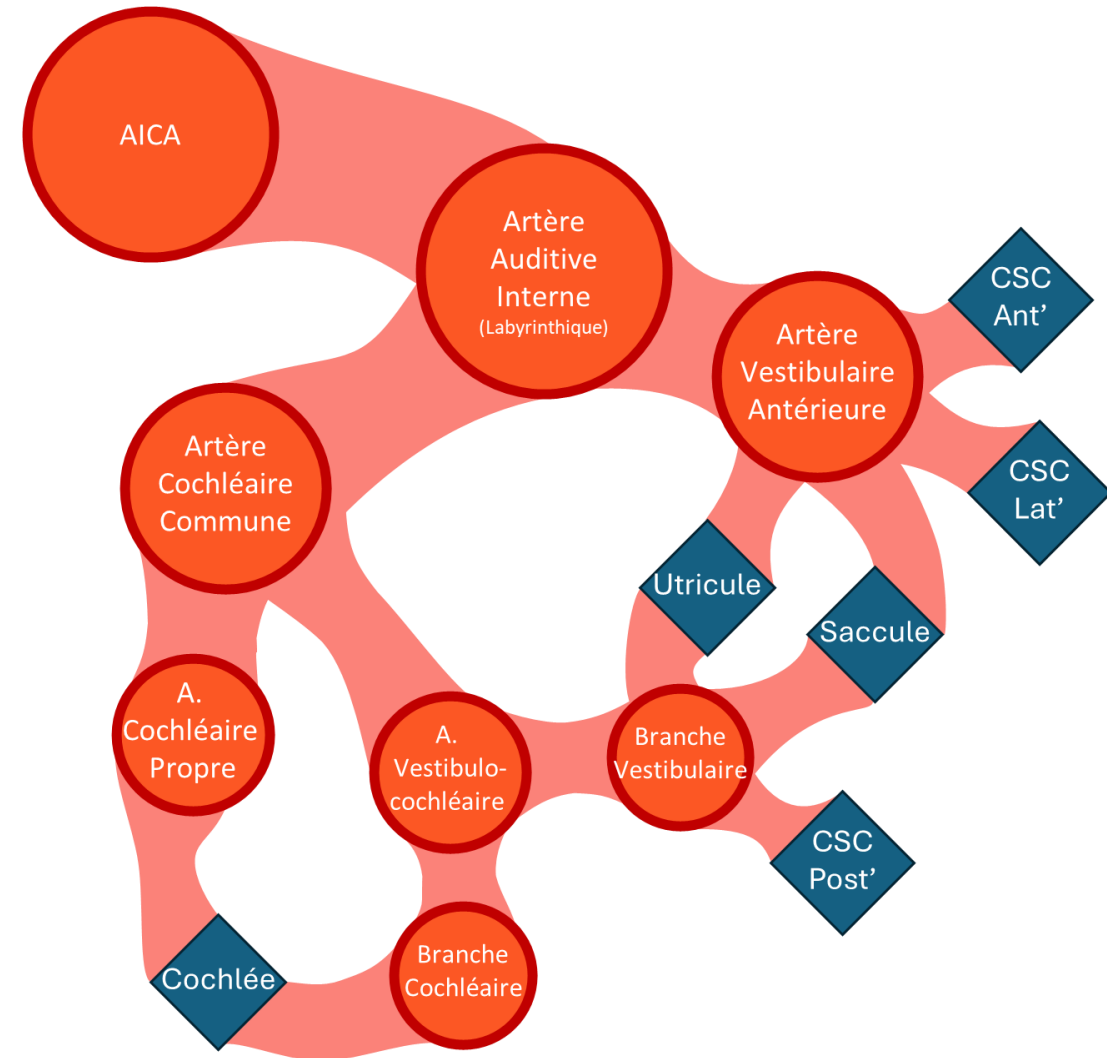
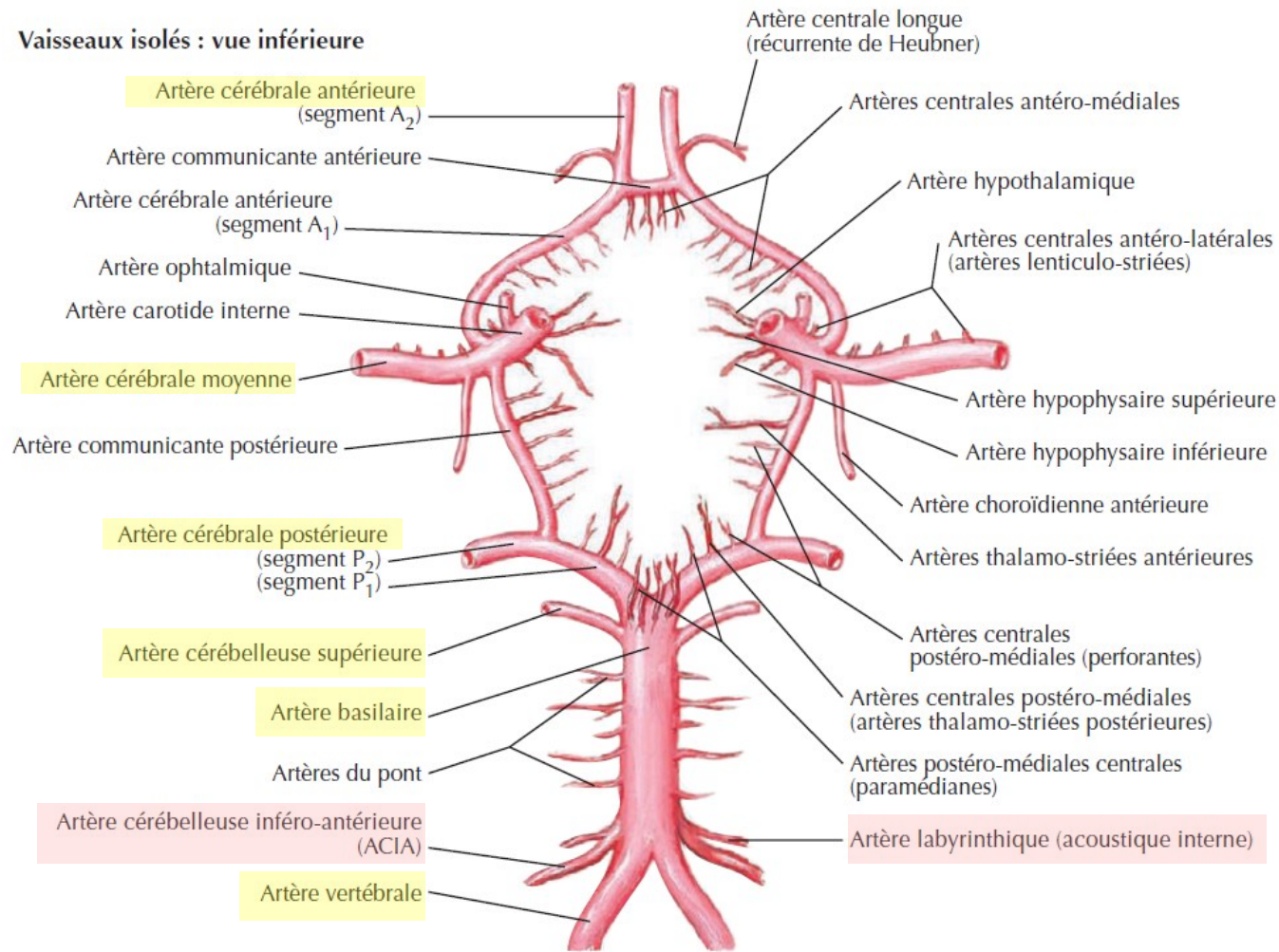
*Goldberg et al. 2012*

**GÉNÉRALITÉS**

**ANATOMIE**

**PHYSIOLOGIE**

## Vaisseaux isolés : vue inférieure



Netter, 2012

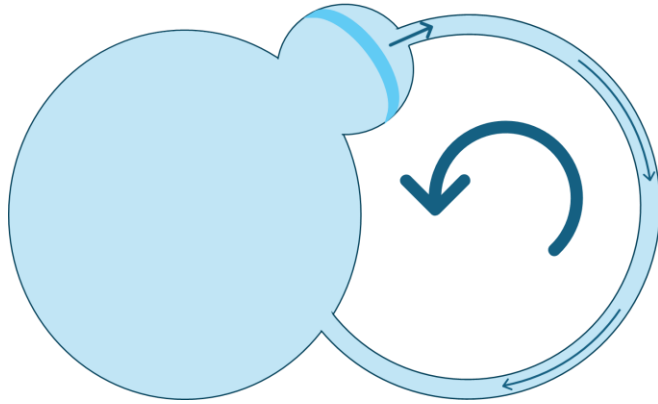
GÉNÉRALITÉS

Vascularisation  
ANATOMIE

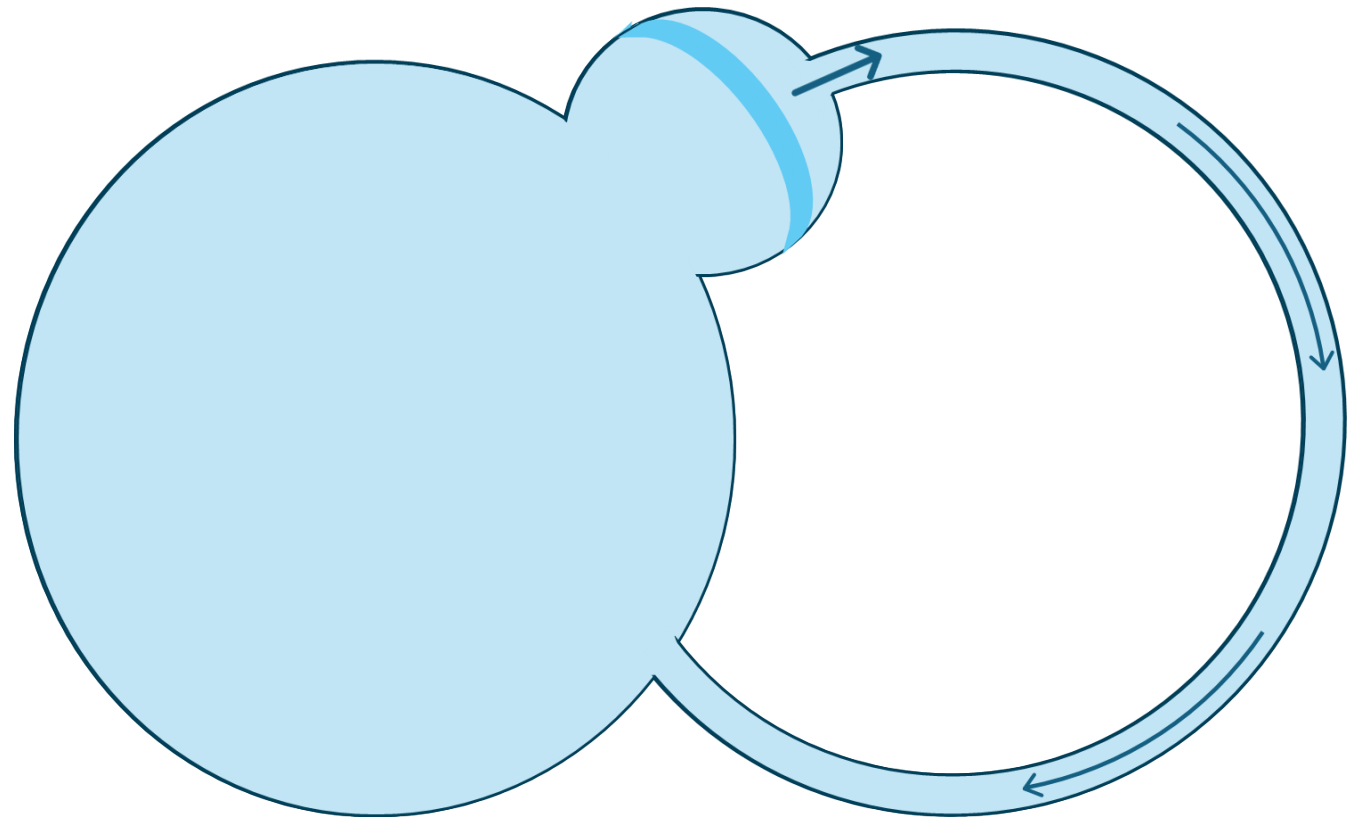
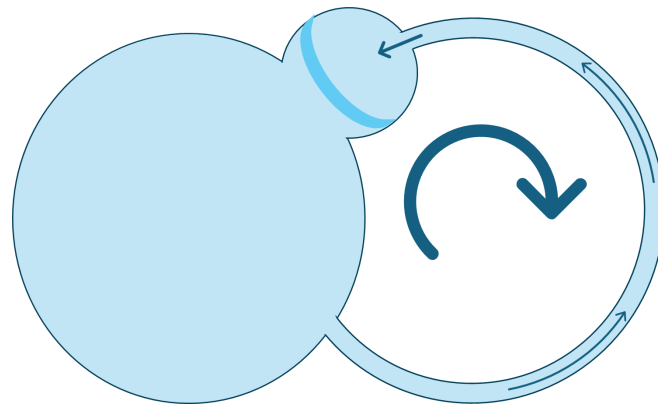
PHYSIOLOGIE



Ampulifuge



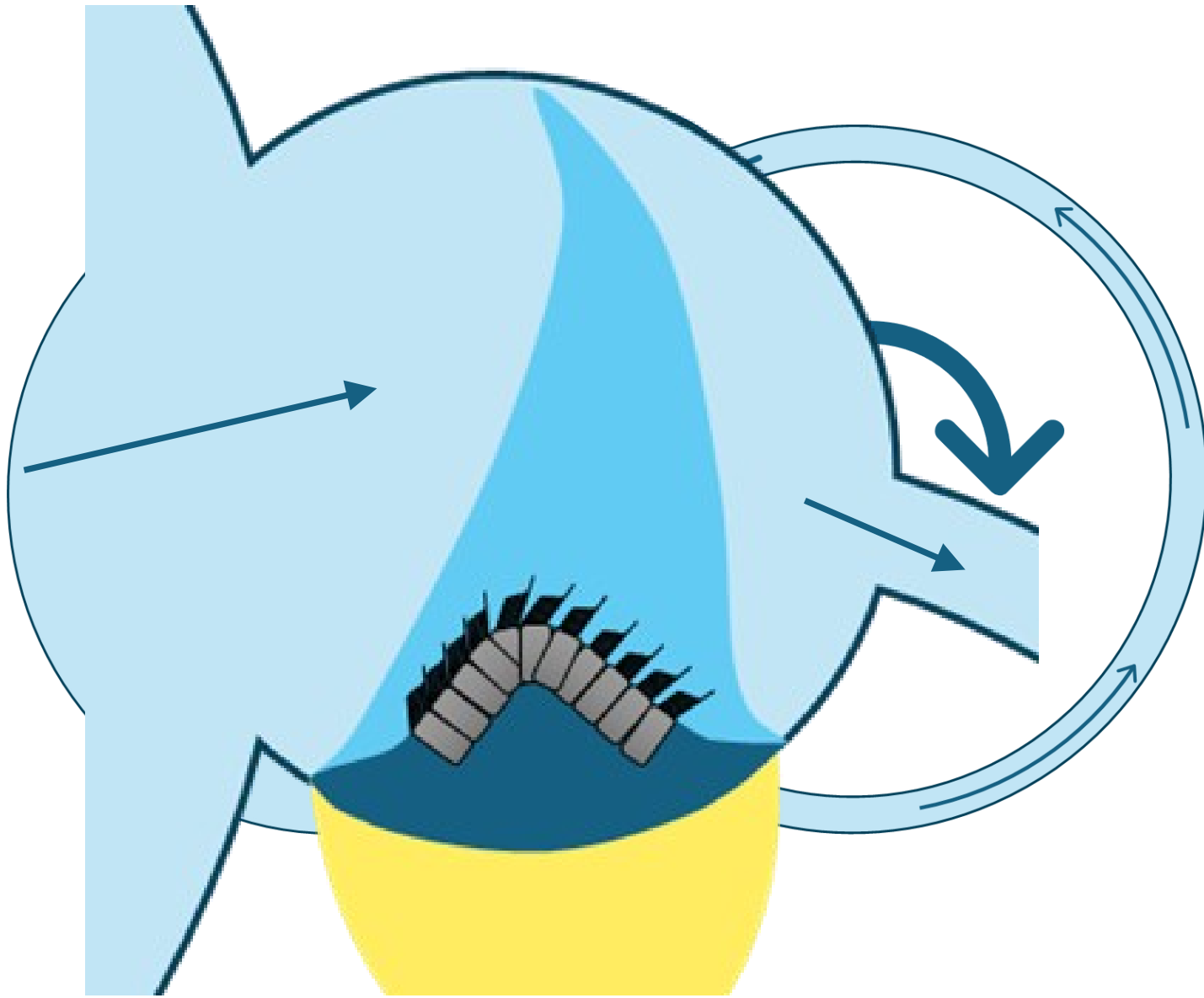
Ampullipète



GÉNÉRALITÉS

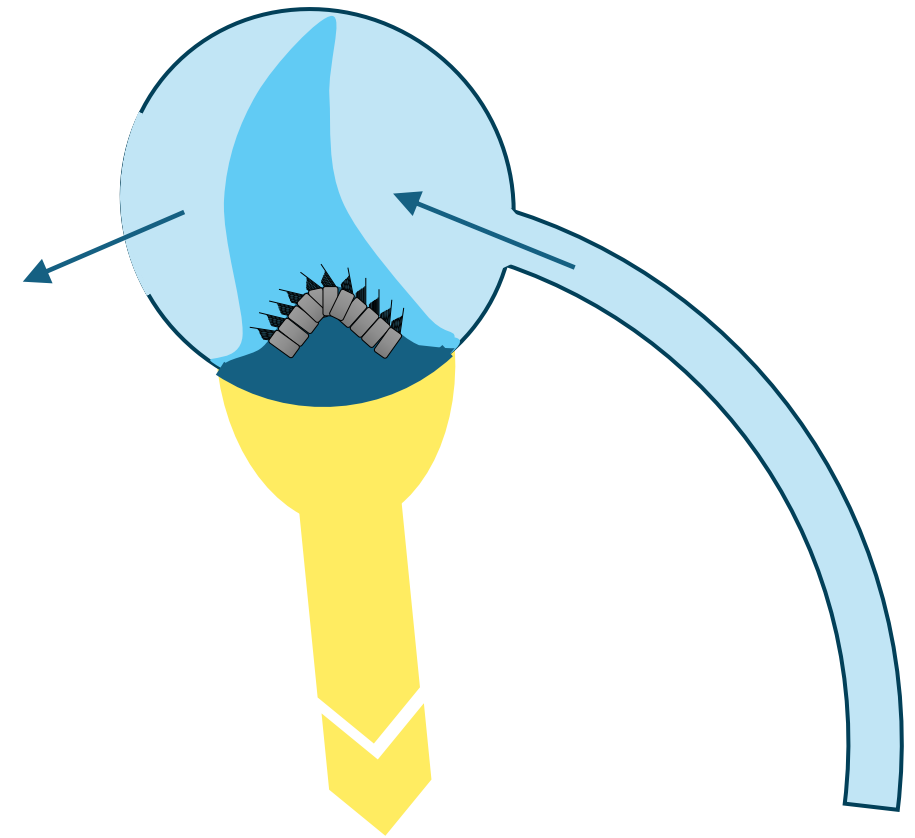
ANATOMIE

Les canaux / Les cupules  
PHYSIOLOGIE

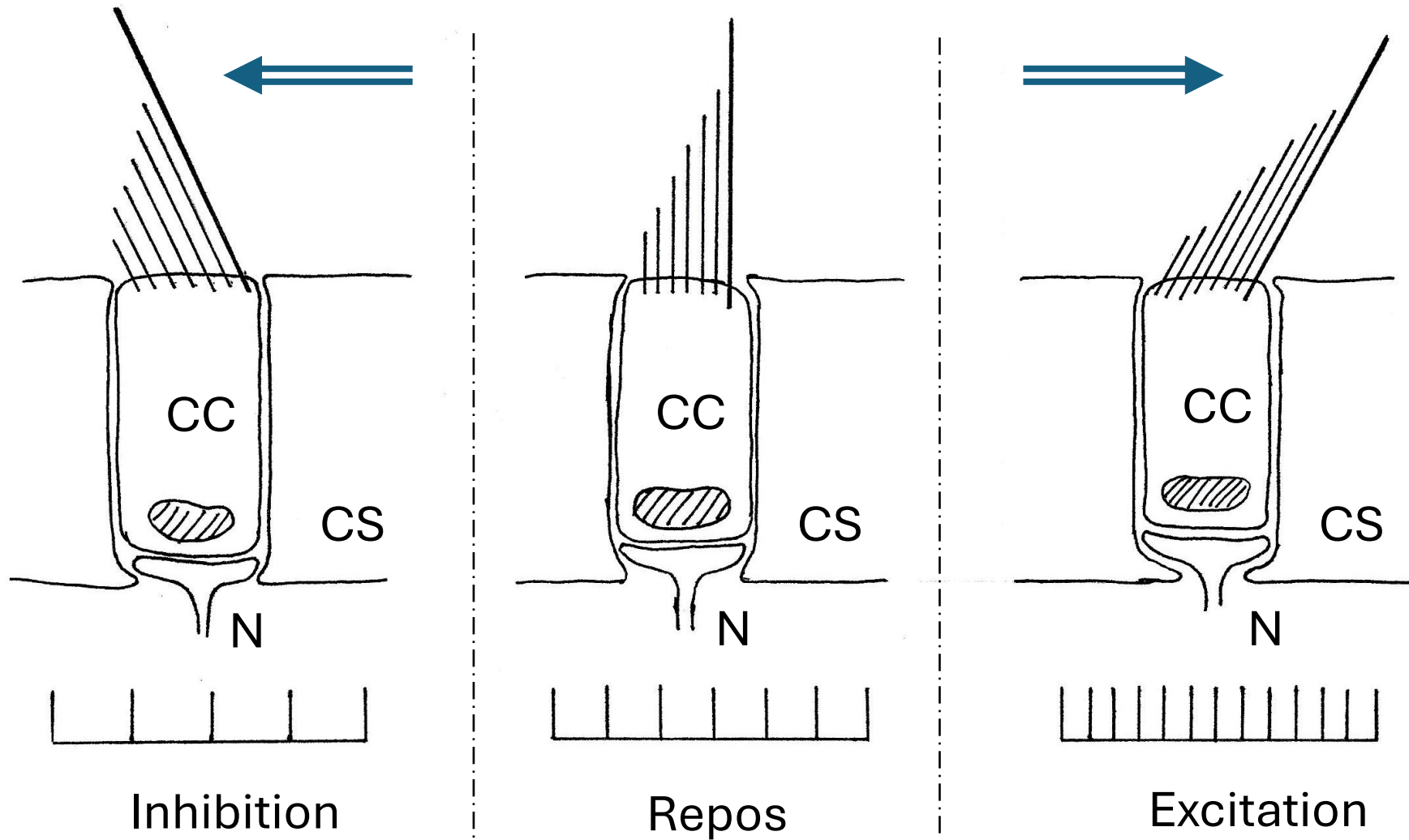


GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE



Crêtes ampulaires  
PHYSIOLOGIE



## Mécano-transduction

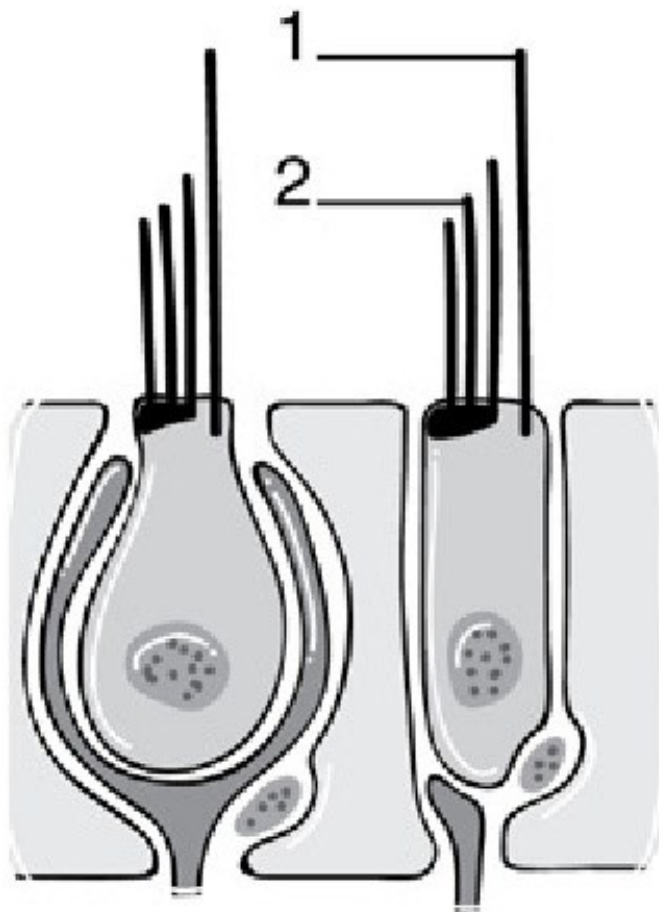
*D'après Chabbert, C., 2015*

GÉNÉRALITÉS

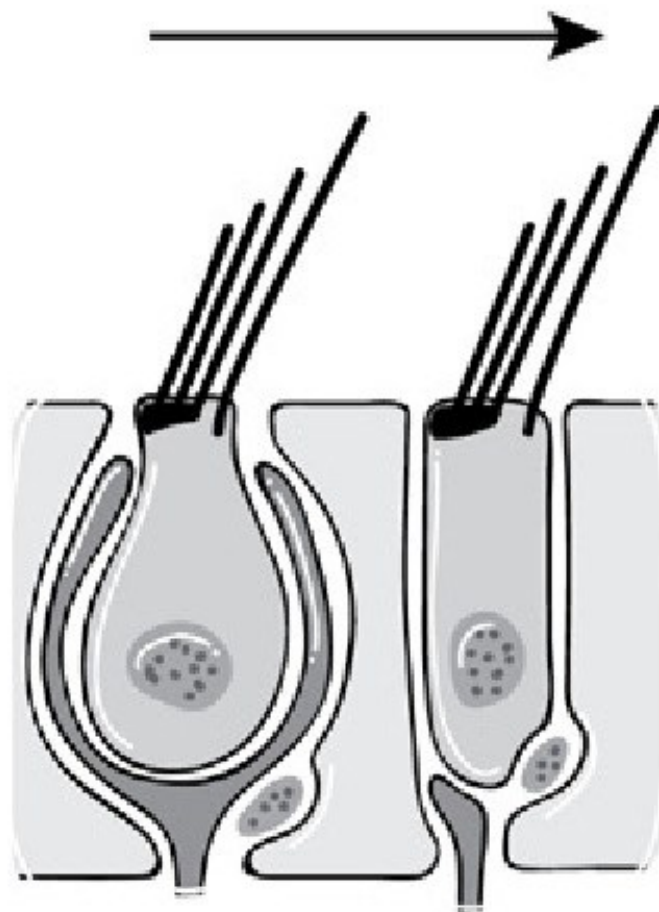
ANATOMIE

Les cellules ciliées

PHYSIOLOGIE



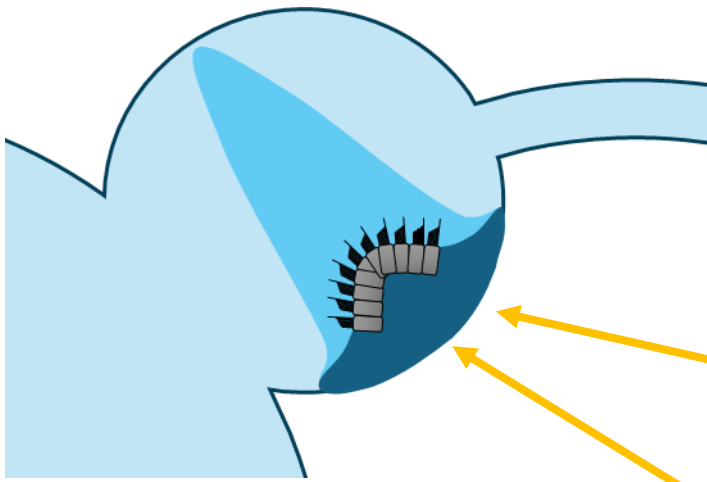
Repos



Excitation

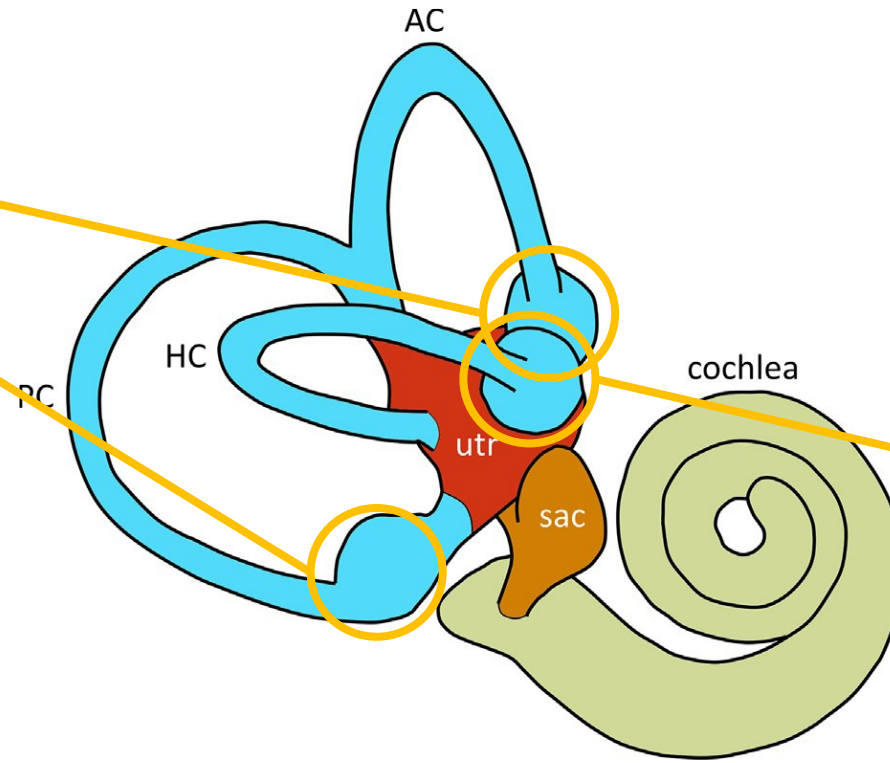


Inhibition

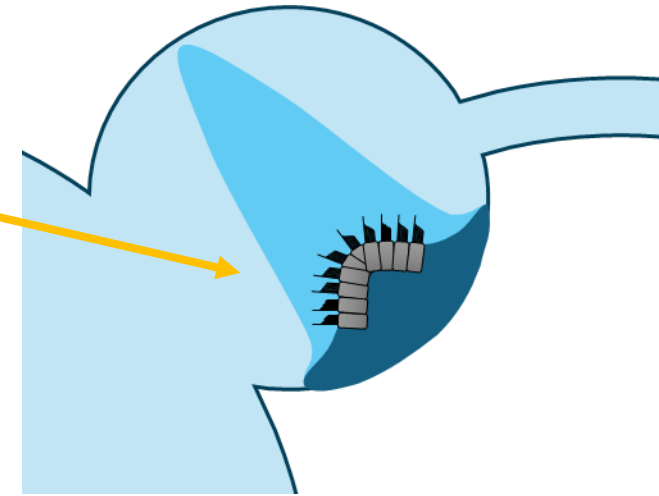


*Orientation des cils dans les CSC verticaux*

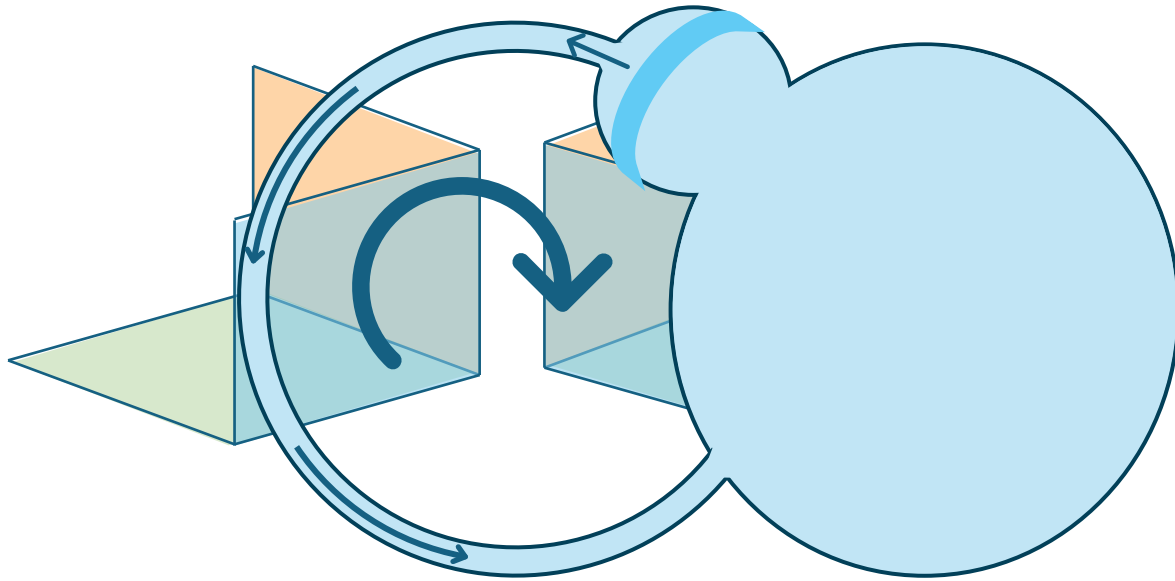
Ampullipète =  $\searrow$  PA = Inhibiteur  
 Ampullifuge =  $\nearrow$  PA = Excitateur



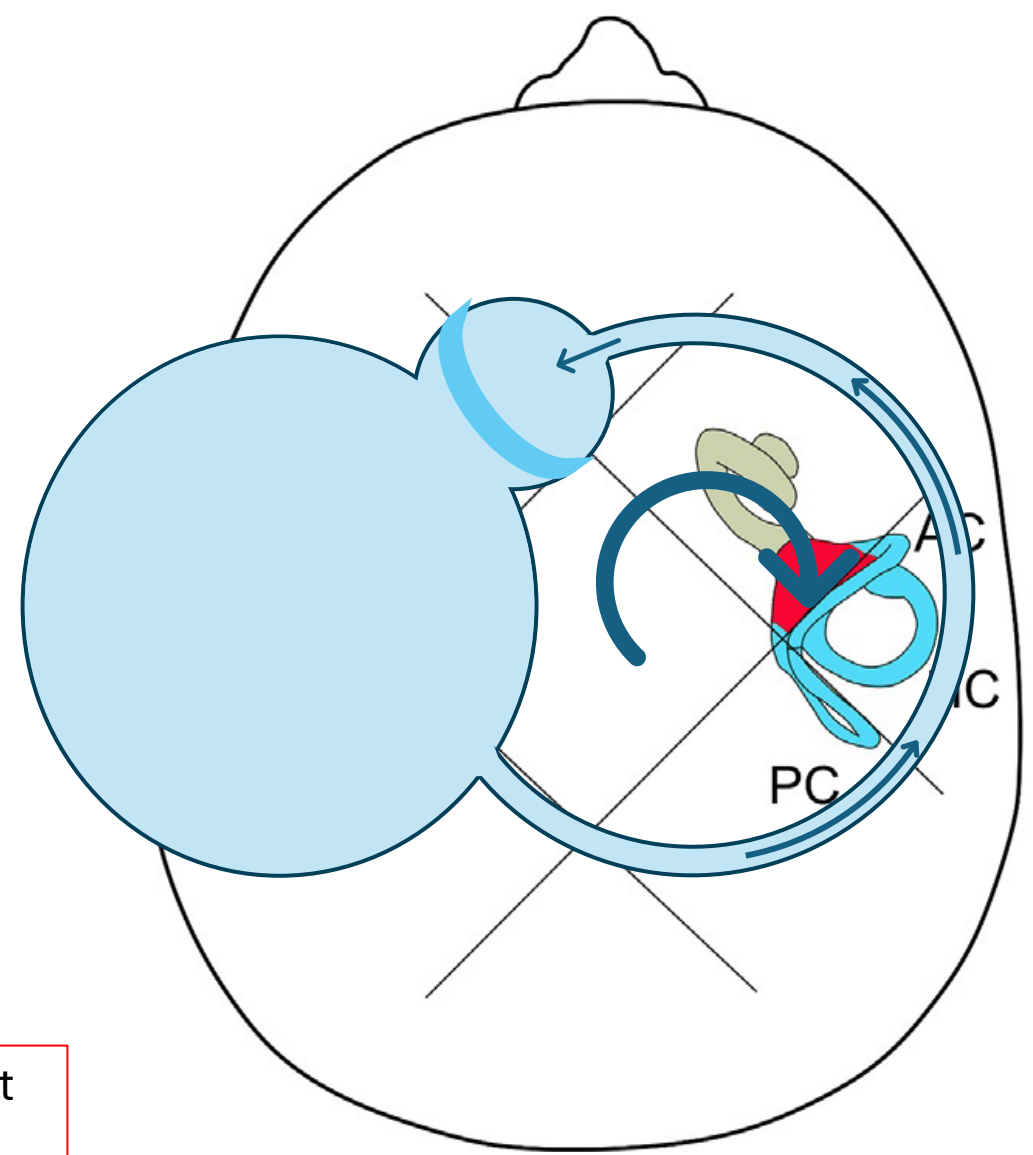
Ampullipète =  $\nearrow$  PA = Excitateur  
 Ampullifuge =  $\searrow$  PA = Inhibiteur



*Orientation des cils dans les CSC horizontaux*



1<sup>ère</sup> Loi d'Ewald : Chaque canal va répondre préférentiellement à des mouvements dans le plan du canal !

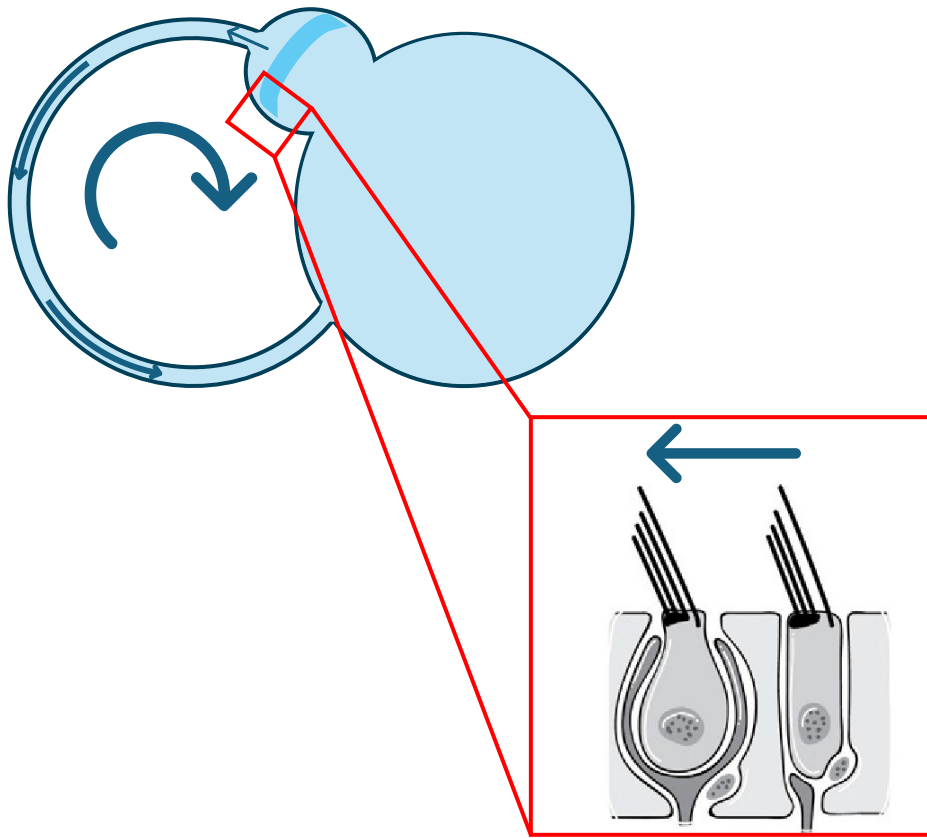


Le principe du *push-pull*

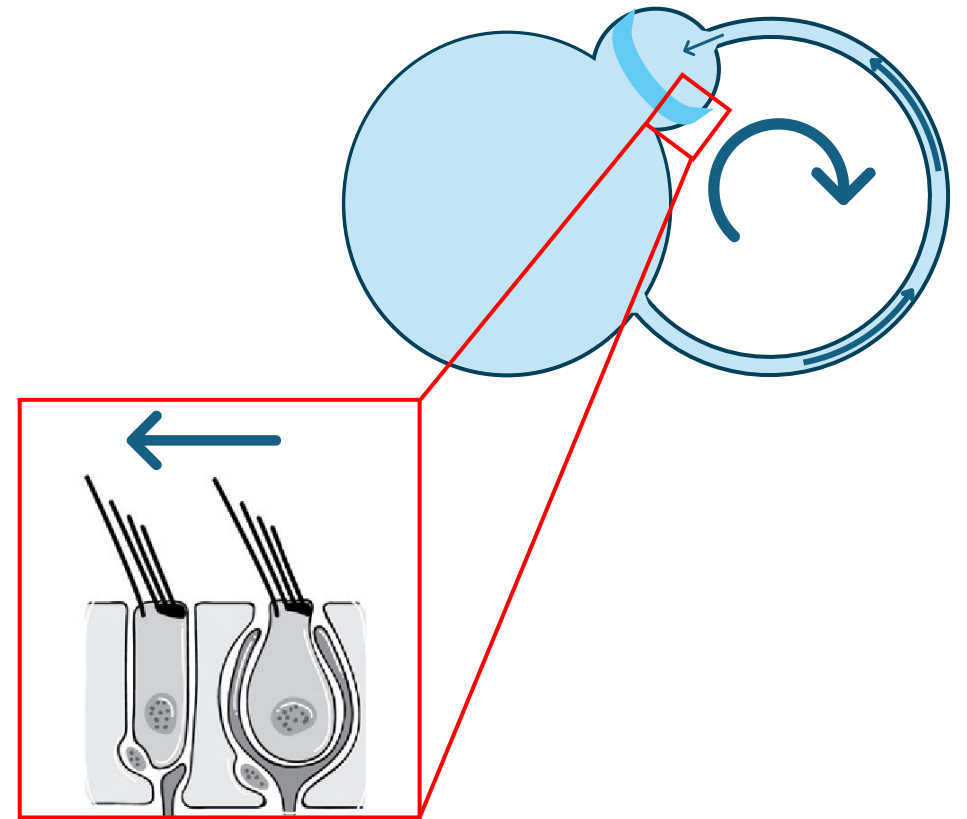
GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE

PHYSIOLOGIE



↘ PA



↗ PA



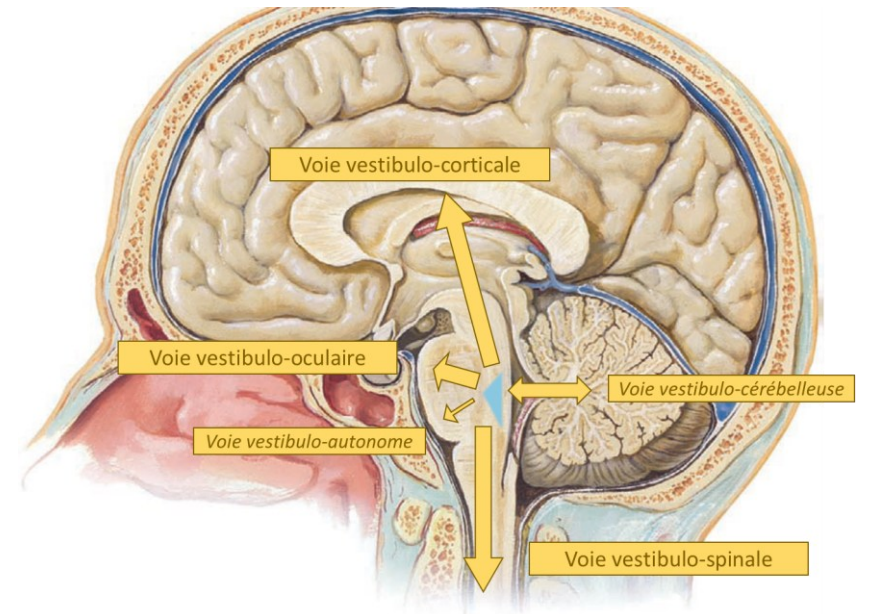
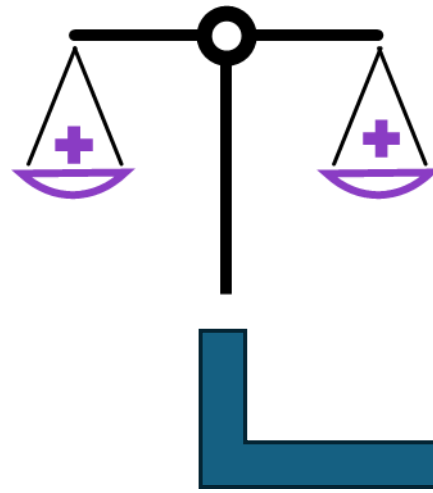
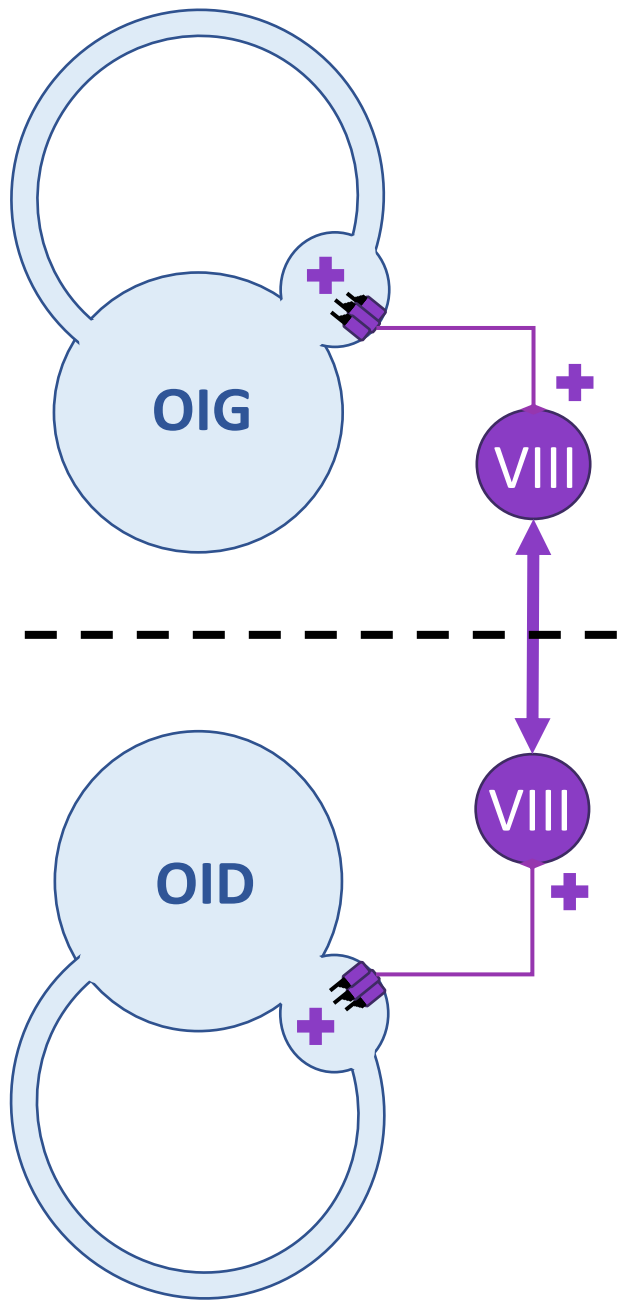
Sauvage 2015  
Leigh & Zee, 2015

GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE

Le principe du *push-pull*

PHYSIOLOGIE

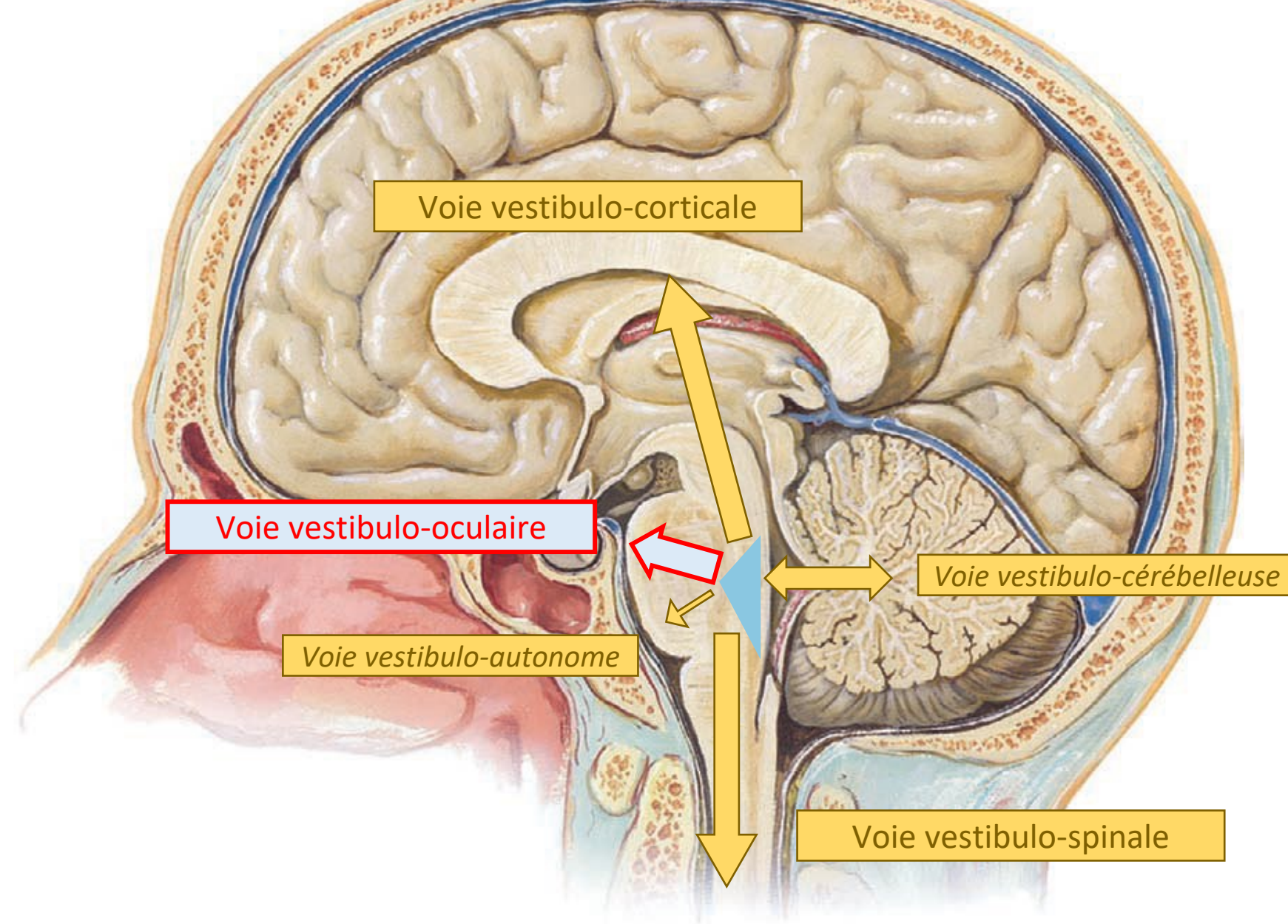


Pas d'information de mouvement

GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE

Les noyaux vestibulaires  
PHYSIOLOGIE



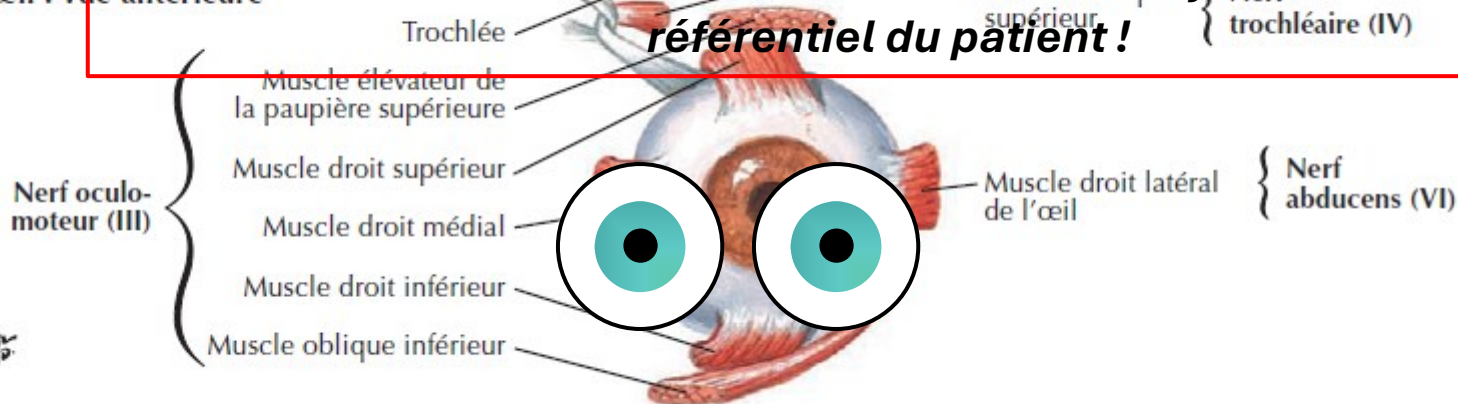
GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE

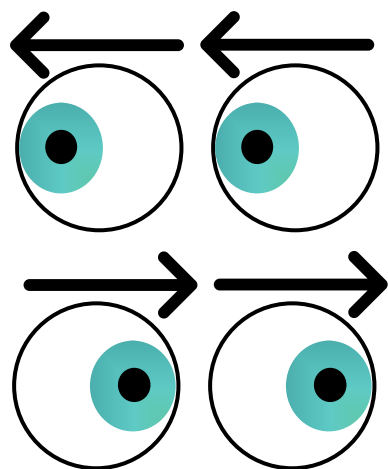
Le réflexe vestibulo-oculaire  
PHYSIOLOGIE

Innervation des muscles extrinsèques de l'œil : vue antérieure

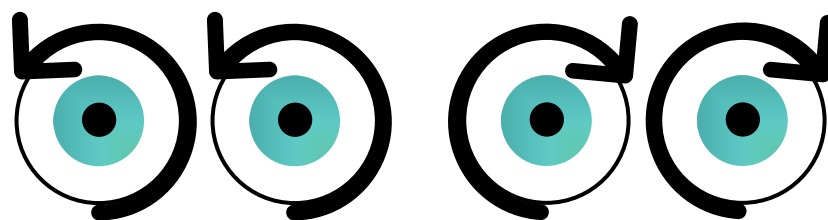
**Convention : les mouvements oculaires sont toujours décrits dans le référentiel du patient !**



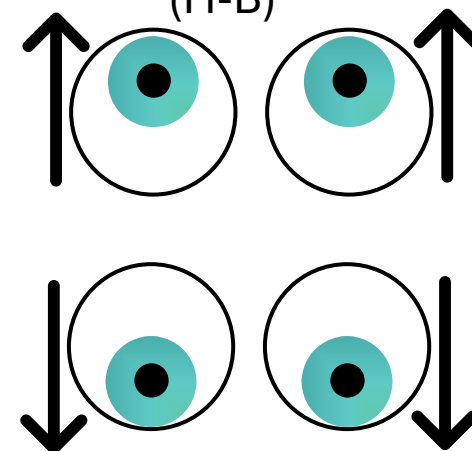
Horizontaux  
(D-G)



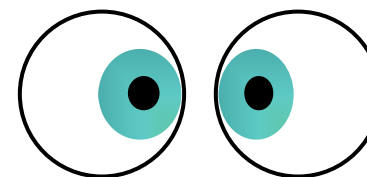
Torsionnels  
(H-aH)



Verticaux  
(H-B)



Convergence



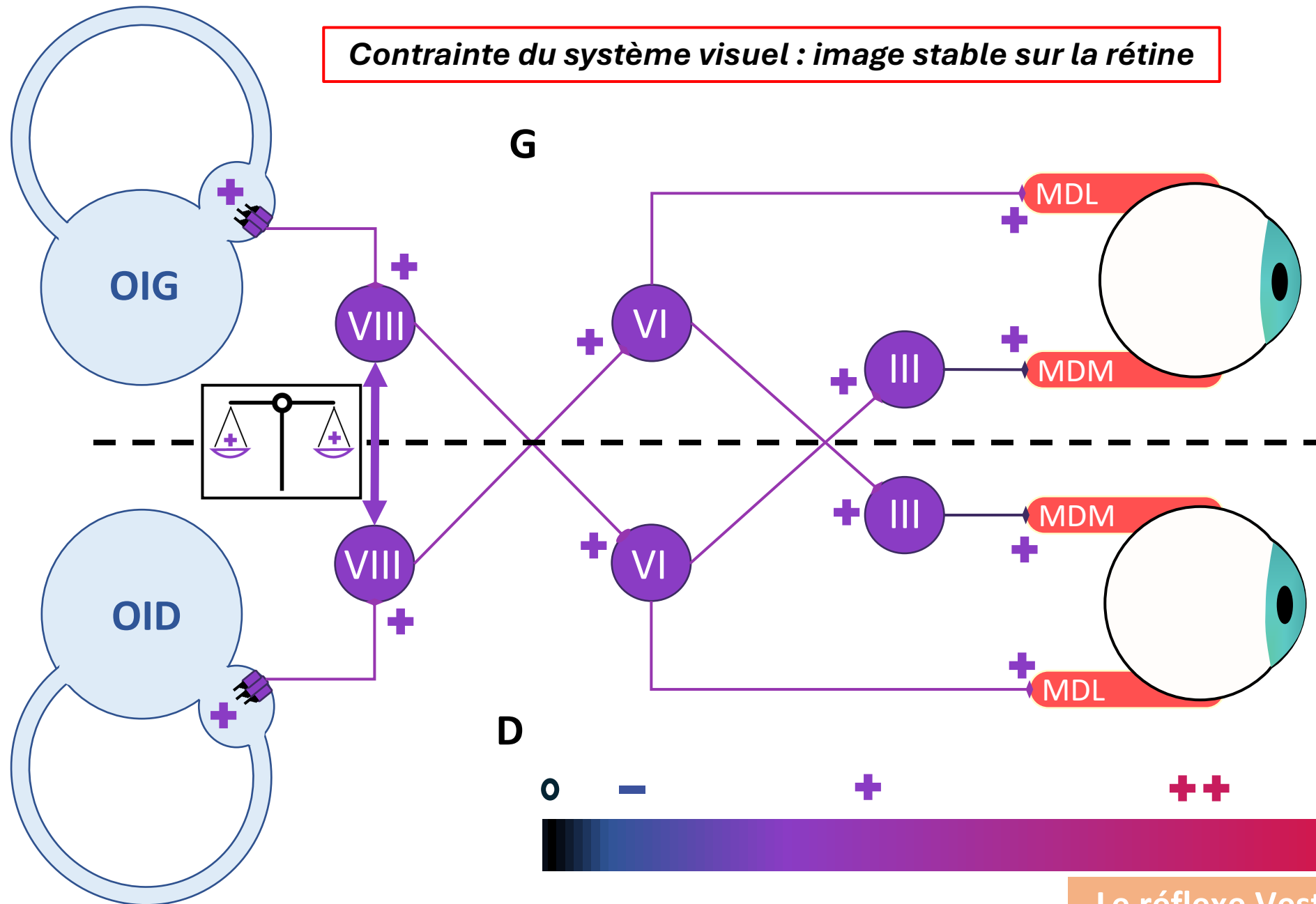
Vignal, C., Tilikete, C., Miléa, D., Miller, N. R., & Fumat, C., 2016. *Neuro-ophtalmologie* (BU Santé Rockefeller WW 460 NEU; 2e édition.). Elsevier Masson.

GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE

Les mouvements oculaires  
PHYSIOLOGIE

**Contrainte du système visuel : image stable sur la rétine**



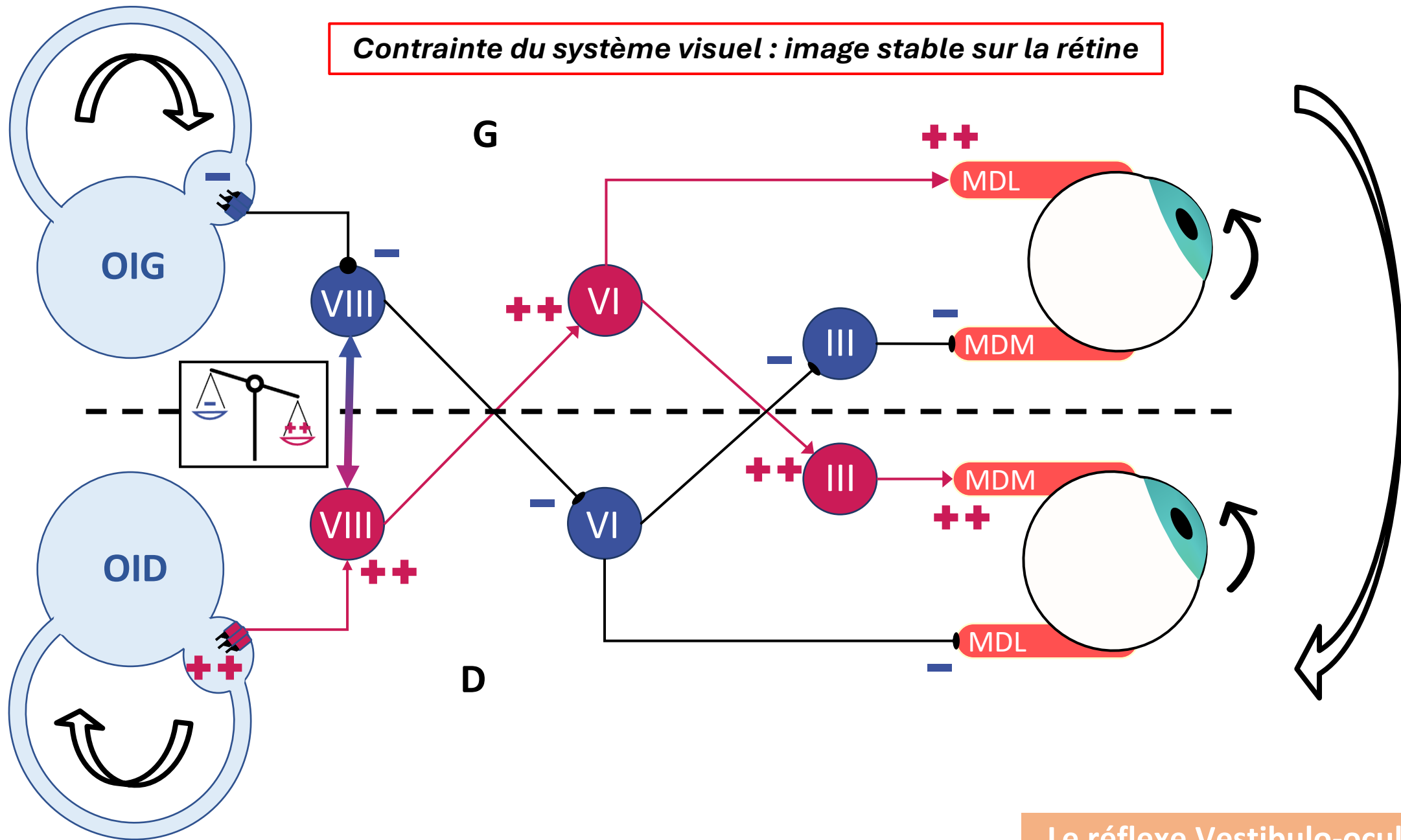
GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE

Le réflexe Vestibulo-oculaire (RVO)

PHYSIOLOGIE

**Contrainte du système visuel : image stable sur la rétine**



GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE

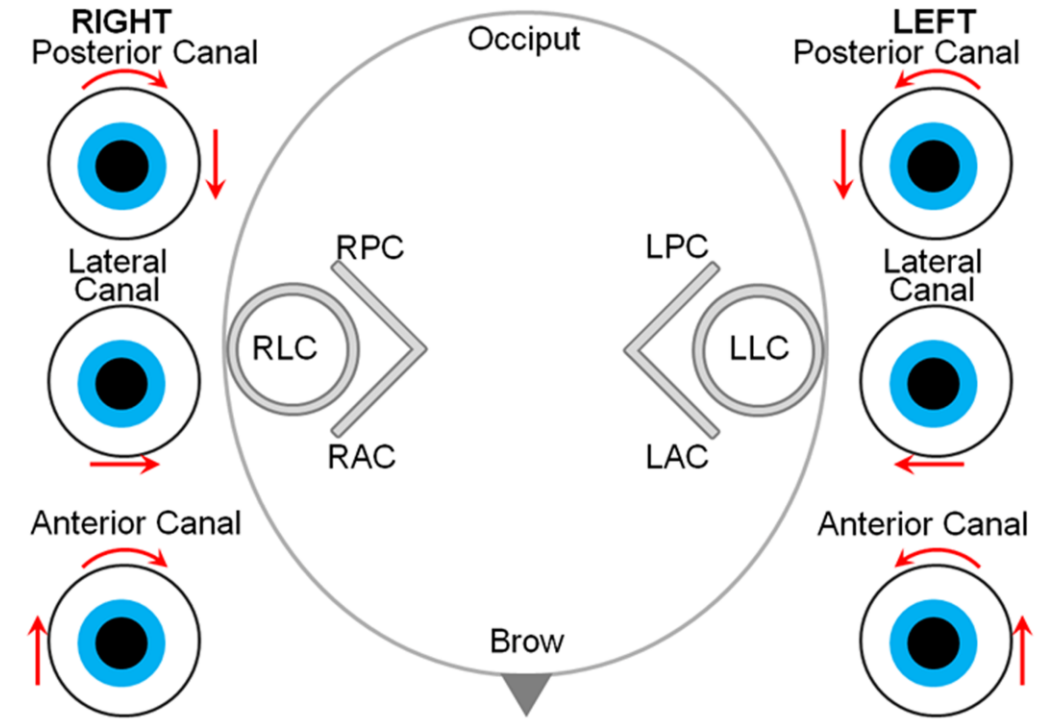
Le réflexe Vestibulo-oculaire (RVO)

PHYSIOLOGIE

**Contrainte du système visuel : image stable sur la rétine**



**Effects of Stimulating the Semicircular Canals**

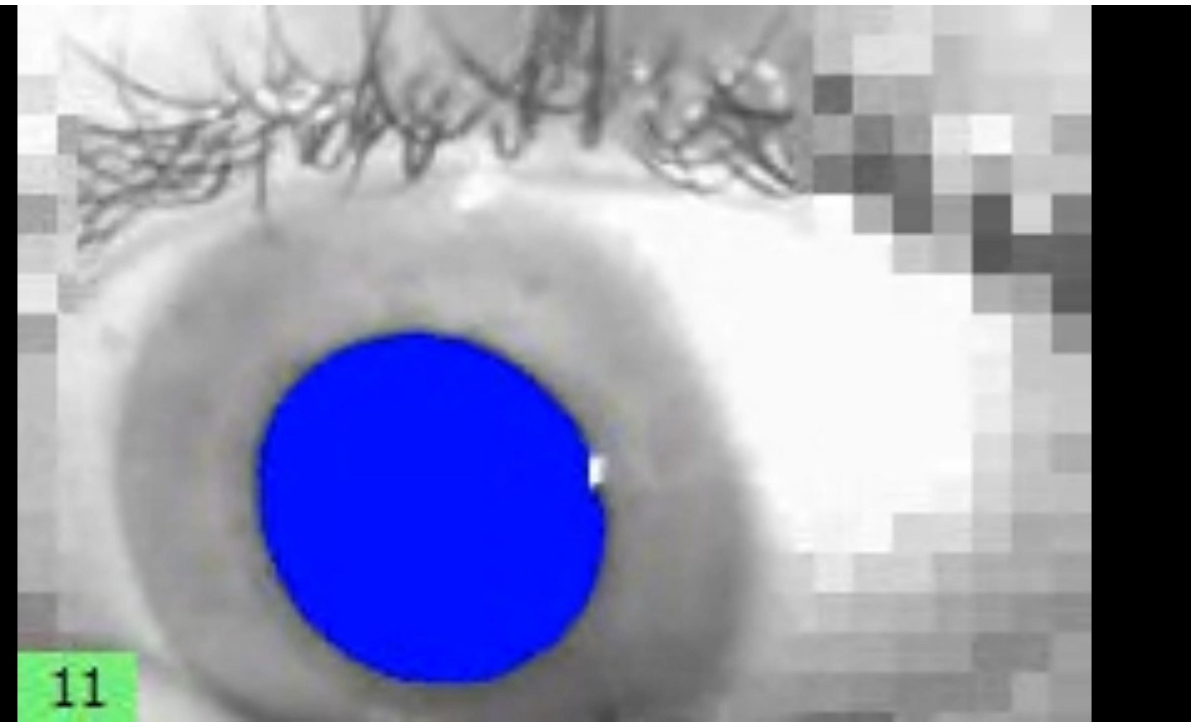


$$\begin{aligned} \text{RAC} + \text{LAC} &= \uparrow \\ \text{RAC} + \text{RPC} &= \curvearrowright \\ \text{RAC} + \text{RPC} + \text{RLC} &= \curvearrowright \rightarrow \end{aligned}$$

Le réflexe Vestibulo-oculaire (RVO)

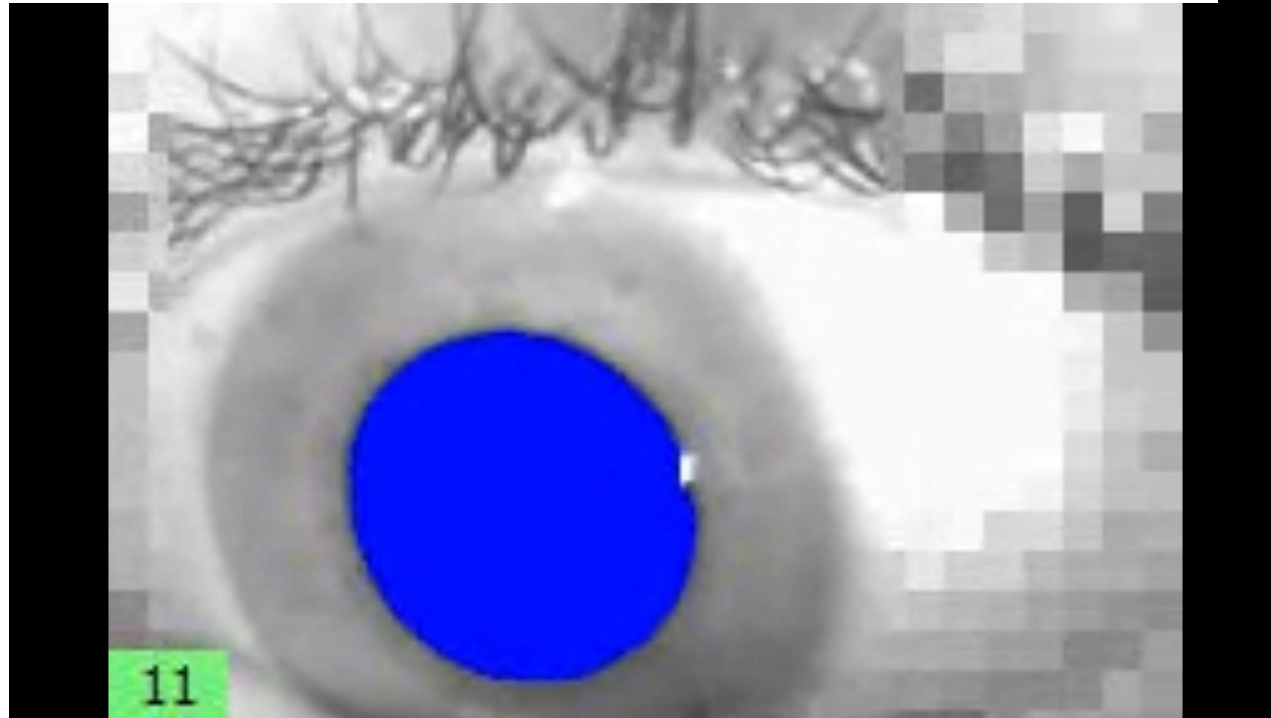
## Nystagmus

Mouvement involontaire de l'œil, débuté par une **phase lente**, et qui comprend une alternance de phases lentes et de **phases rapides** (saccade).



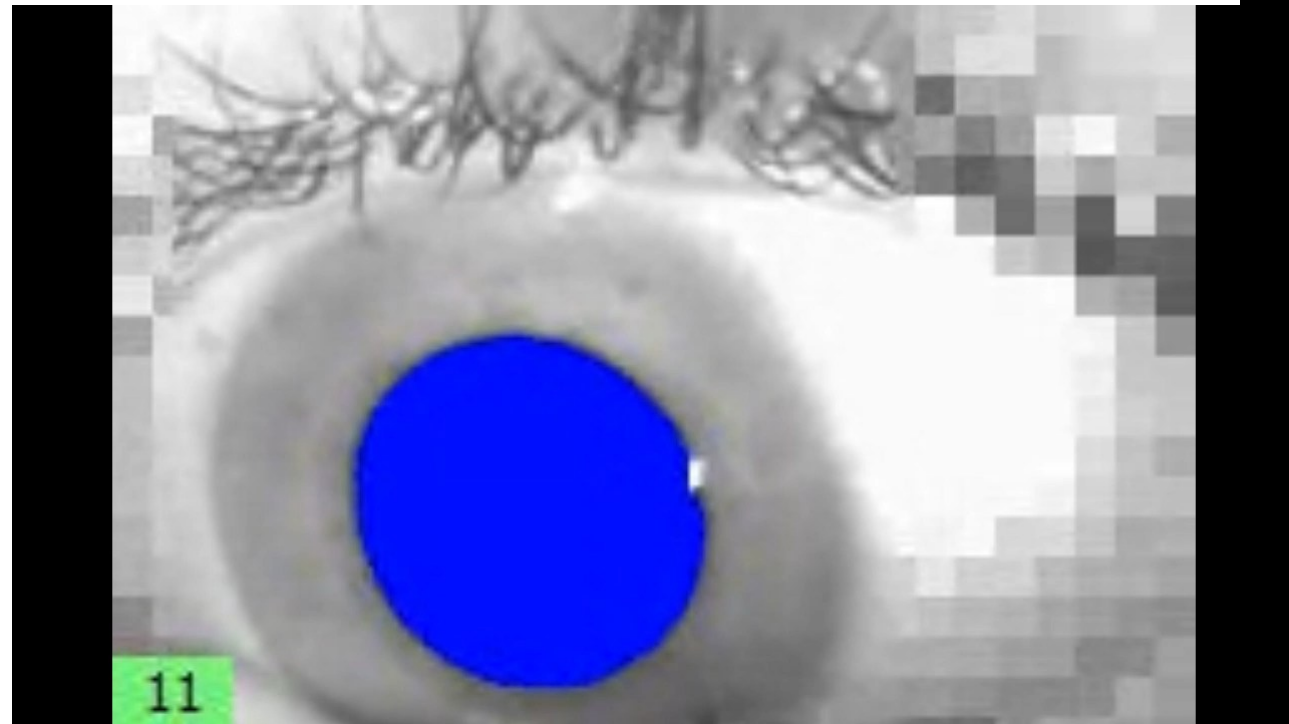
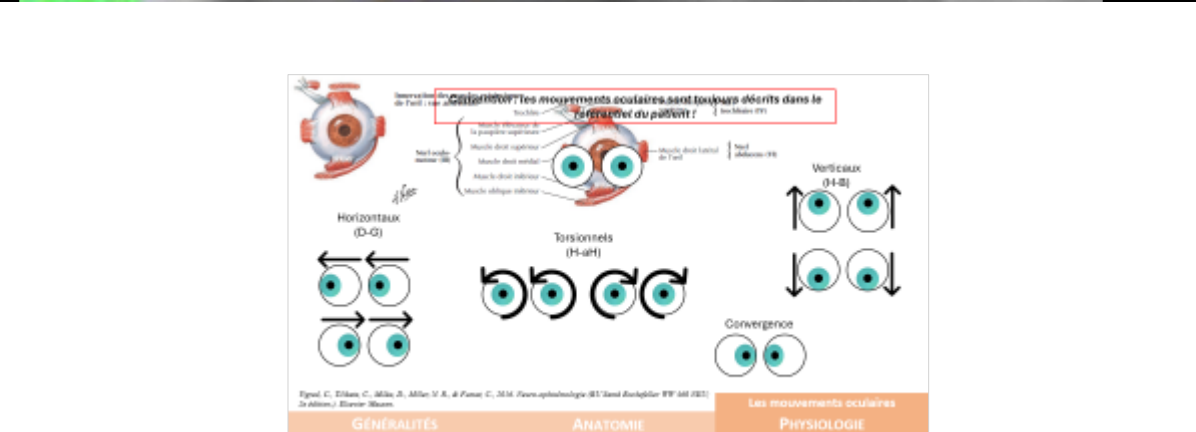
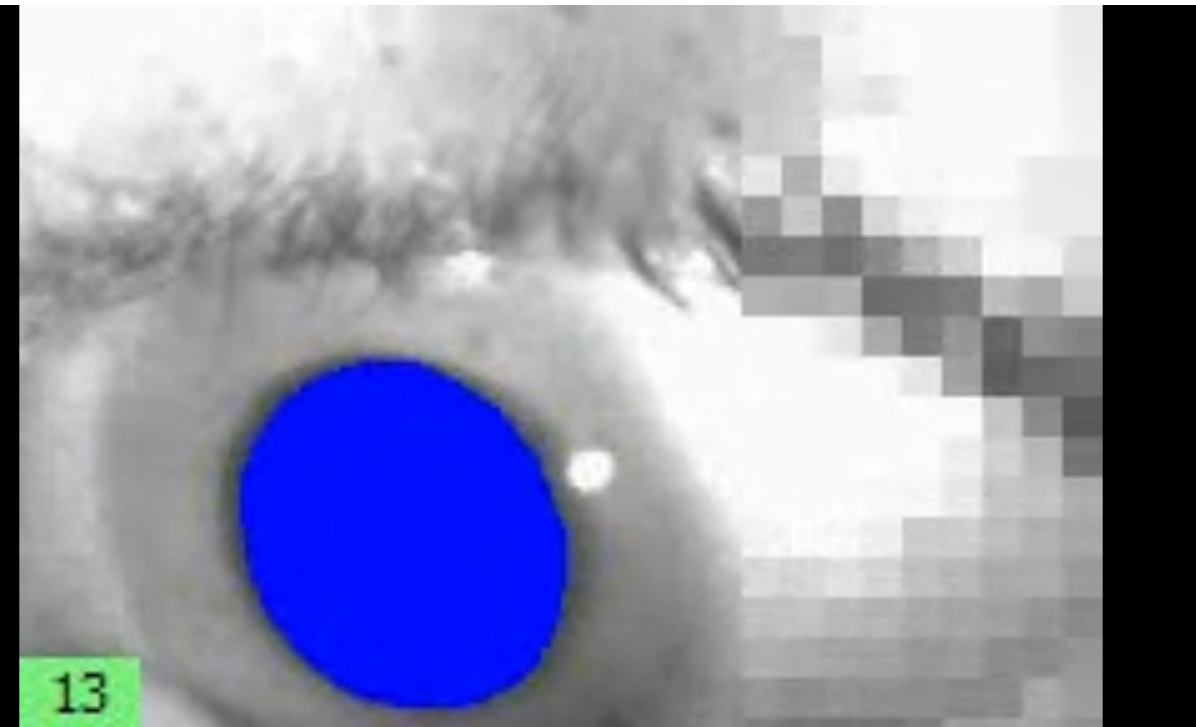
Seule la **phase lente** est liée au **réflexe vestibulaire**.

La **phase rapide** est un autre réflexe, de **recentrage de l'œil**.



La description du sens d'un nystagmus est celui de la phase **rapide** (saccade)

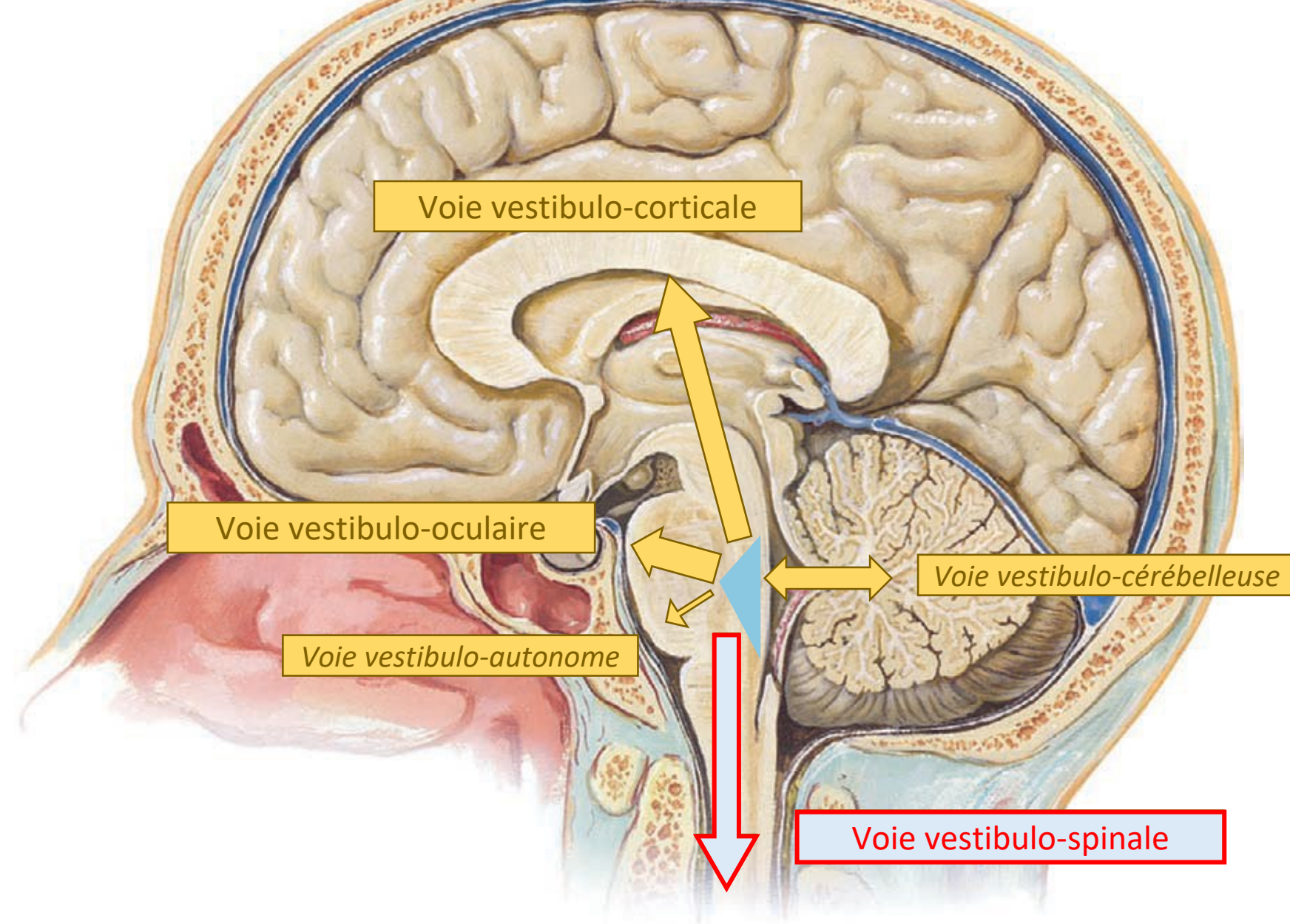
Un nystagmus d'origine vestibulaire est totalement inhibé par la fixation



GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE

Nystagmus  
PHYSIOLOGIE



GÉNÉRALITÉS

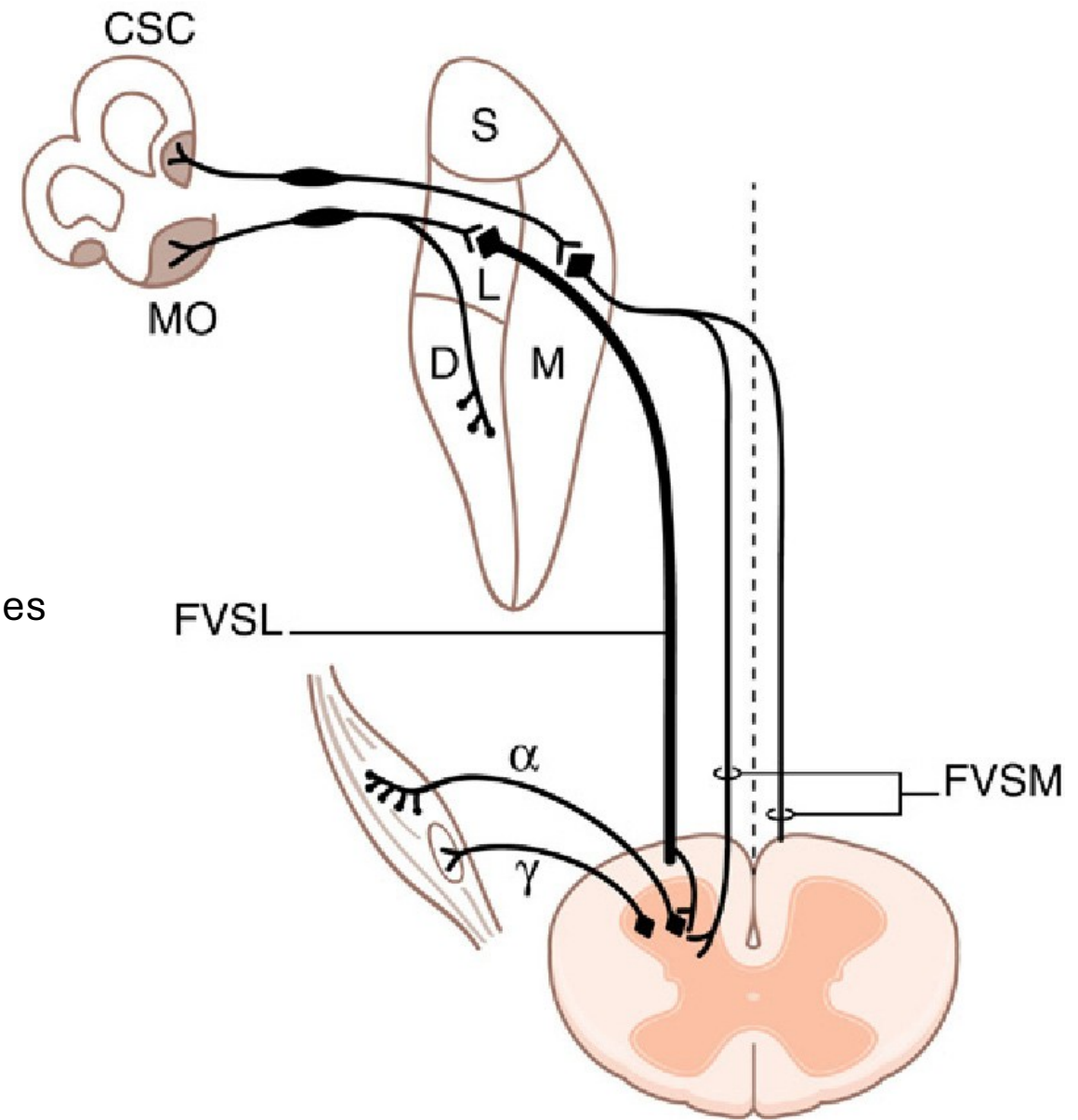
ANATOMIE

La voie vestibulo-spinale  
PHYSIOLOGIE

Participe à la posture, au tonus postural

En partie inhibé lors des mouvements volontaires

Participe aux **réactions posturales** lors de déséquilibres externes



*Goldberg et al. 2012 – The Vestibular System : a Sixth Sense*

*Cullen K.E., 2016 – Handbook of Clinical Neurology – Physiology of central Pathways*

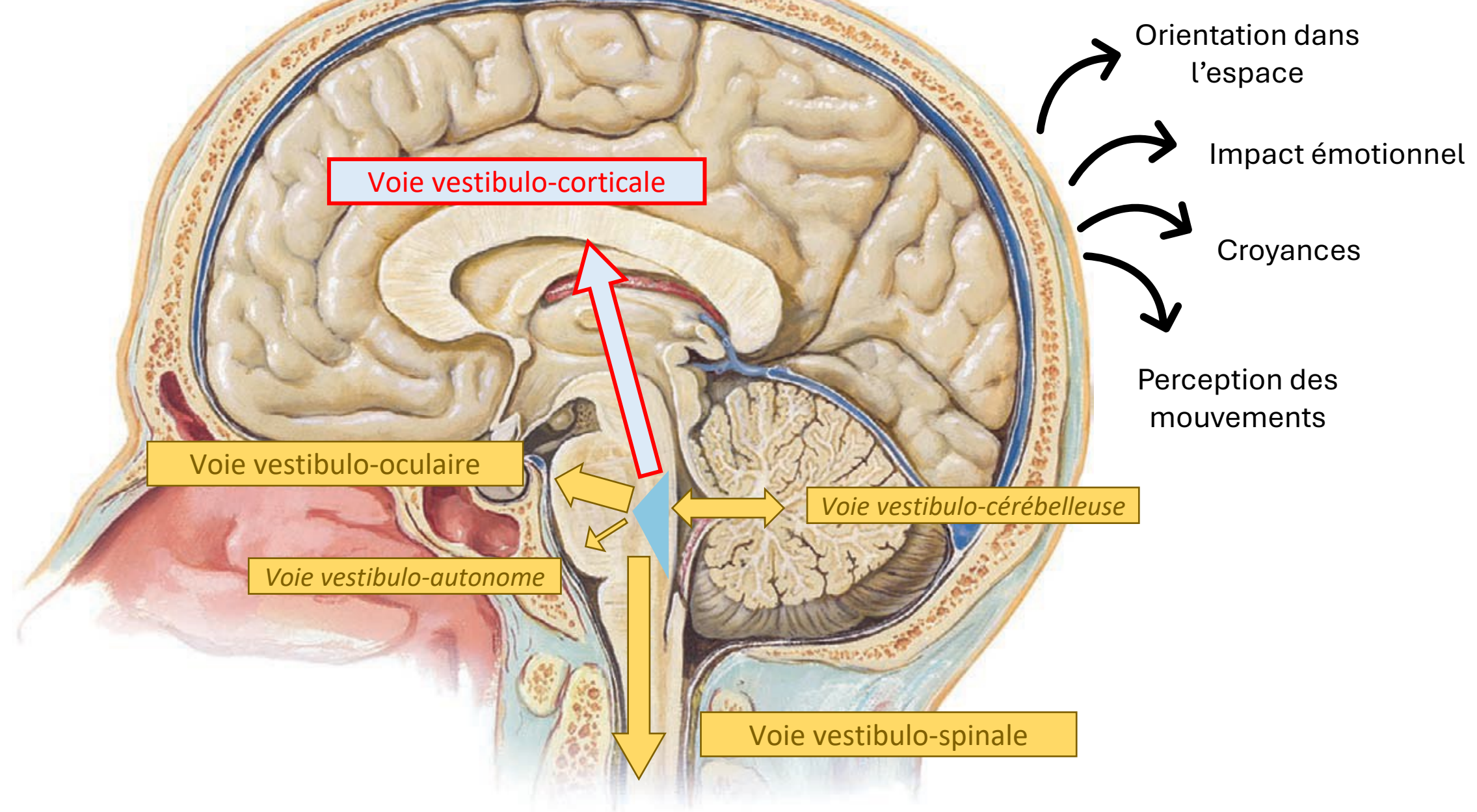
*Sauvage, 2015 – Rééducation vestibulaire*

GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE

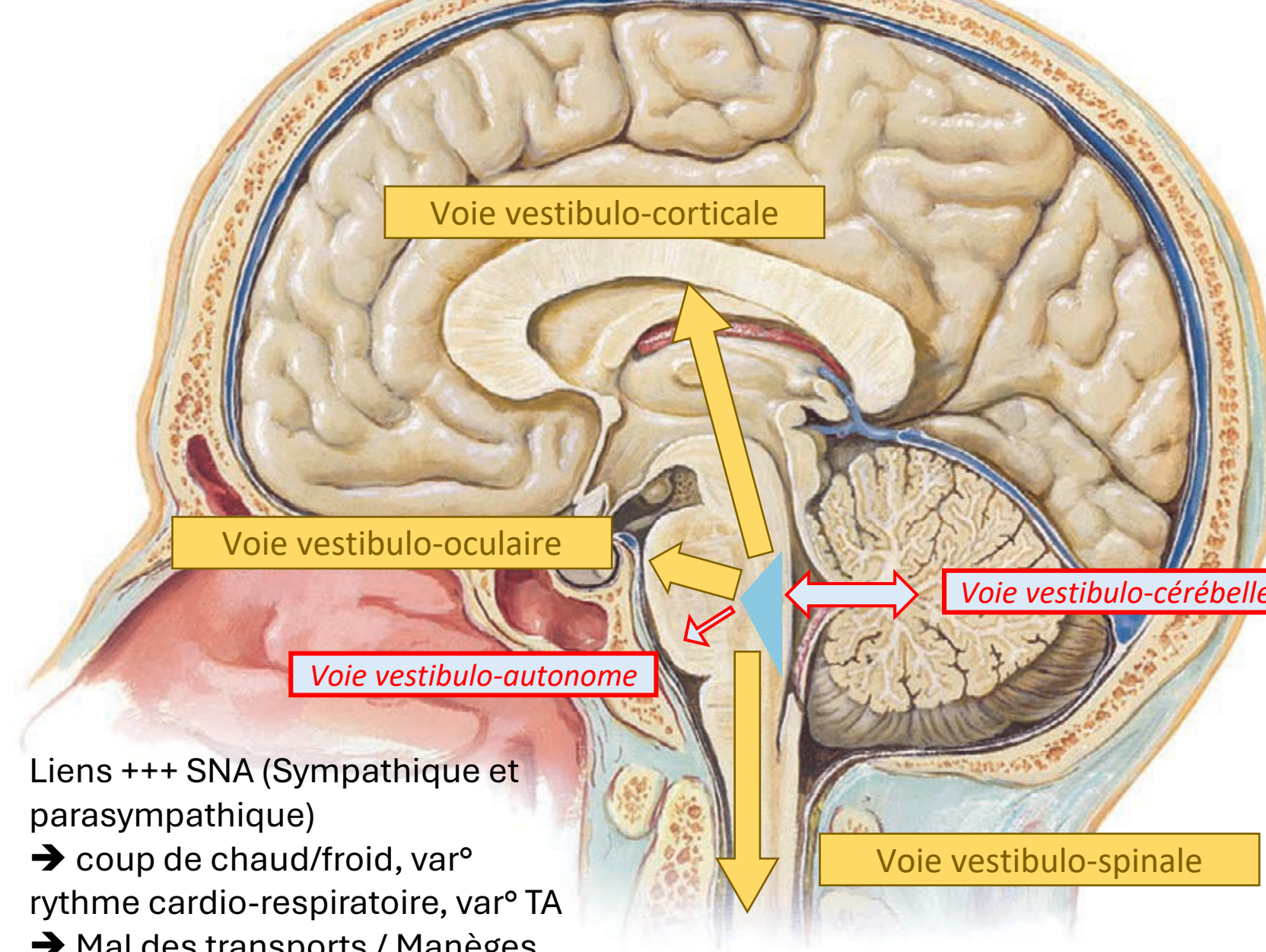
La voie vestibulo-spinale

PHYSIOLOGIE



La voie vestibulo-corticale

**PHYSIOLOGIE**



Détection des erreurs  
 (Modèle interne = Prédiction VS Retour sensoriel = Perception)  
 Adaptations/Ajustements des réflexes  
 Impliqué dans les voies vestibulaires en particulier RVO.

Liens +++ SNA (Sympathique et parasympathique)  
 ➔ coup de chaud/froid, var°  
 rythme cardio-respiratoire, var° TA  
 ➔ Mal des transports / Manèges

Furman et al. - 1998  
 A. Kheradmand & D. Zee, 2011

Les voies vestibulo-cérébelleuse et vestibulo-autonome

GÉNÉRALITÉS

ANATOMIE

PHYSIOLOGIE



# Les notions essentielles à connaître

- L'orientation en 3D des canaux semi-circulaires
- L'anatomie des ampoules et crêtes ampullaires
- L'innervation et la vascularisation des organes sensoriels
- La notion d'ampullifuge et ampullipète et leurs conséquences
- Le principe de fonctionnement du réflexe vestibulo-oculaire
- La définition d'un nystagmus
- Les trois grandes voies vestibulaires

## DM – TGP : Création d'un modèle d'oreille interne

- **Contexte** : pour l'exploration et la rééducation vestibulaire, il est essentiel de connaître et de pouvoir manipuler mentalement l'orientation 3D de l'oreille interne et de ses différents organes sensoriels
- **Consignes** : créer un modèle 3D du labyrinthe postérieur. Il devra :
  - Représenter **de manière schématique** l'orientation dans l'espace des 6 canaux semi-circulaires.
  - Représenter **de manière schématique** les emplacements relatifs des ampoules et des 6 Canaux.
  - Être **manipulable facilement pendant les TP** (pas trop gros, pas trop petit, suffisamment solide).
  - +/- Représenter la mobilité des cupules
  - +/- Représenter l'orientation des cellules ciliées au sein des crêtes ampullaires
- **Ressources matérielles** : Papier épais type feuilles cartonnées, stylos, ciseaux, colle/adhésif, ou tout autre matériel de récupération.
- **Ressources autres** : support de cours + références :
  - *Sauvage, 2015 – Rééducation vestibulaire (dispo BU)*
  - *Kingma et van de Berg, 2016 - Anatomy, physiology, and physics of the peripheral vestibular system (SciHub)*
- **Quand / Comment ?** :
  - Commencer dès maintenant, tant que le cours est chaud ! (Demain max)
  - Check list disponible sur Moodle
  - Rendu, correction et **utilisation** lors du TP n°1 dans **2 mois** (les 10 et 17 Avril 26)
  - **Un modèle rendu par personne !** (si c'est bien fait, ça vous servira toute votre vie !)
- Je reste joignable par mail, n'hésitez pas à me solliciter :

QUESTIONS ?

# Références

- ✓ Chabbert, C. (2015) *Anatomie et physiologie du vestibule*, EM-Consulte.
- ✓ Cullen, K.E. (2016) « Physiology of central pathways », *Handbook of Clinical Neurology*, 137, p. 17-40.
- ✓ Furman, J.M., Jacob, R.G. et Redfern, M.S. (1998) « Clinical Evidence That the Vestibular System Participates in Autonomic Control », *Journal of Vestibular Research*, 8(1), p. 27-34.
- ✓ Goldberg, J.M., Wilson, V.J. et Cullen, K.E. (2012) *The Vestibular System: A Sixth Sense*. OUP USA.
- ✓ Kheradmand, A. et Zee, D.S. (2011) « Cerebellum and ocular motor control », *Frontiers in Neurology*, 2, p. 53.
- ✓ Kingma, H. et van de Berg, R. (2016) « Anatomy, physiology, and physics of the peripheral vestibular system », *Handbook of Clinical Neurology*, 137, p. 1-16.
- ✓ Leigh, R.J. et Zee, D.S. (2015) *The Neurology of Eye Movements*. Oxford University Press.
- ✓ Netter, F.H. (2012) *Atlas d'anatomie humaine*. Elsevier Masson.
- ✓ Sauvage, J.-P. médecin) (2023) *Guide pratique de rééducation vestibulaire*. 2e édition. Elsevier Masson. (Elsevier Pratique).
- ✓ Vignal, C. *et al.* (2016) *Neuro-ophtalmologie*. Elsevier