

## **ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DU SYSTÈME VESTIBULAIRE**

Ronald Choquette, M.O.A., Au.D.  
Professeur adjoint de formation clinique

Université   
de Montréal



---

---

---

---

---

---

---

---



Université   
de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---

Utilités du système vestibulaire

Université   
de Montréal

---

---

---

---

---

---


---

---

➤ Permet de savoir où nous sommes dans un champ gravitationnel (sur nos pieds ou sur notre tête – où est le ciel?)

➤ Détection d'un mouvement, sa direction et sa vitesse

➤ Permet de garder une image visuelle claire sur notre rétine quand nous bougeons ou quand l'environnement bouge

Université  de Montréal

---

---

---

---

---

---

---


---

➤ Permet de garder une position verticale

➤ Permet des mouvements de base comme marcher à des mouvements compliqués comme danser ou faire du sport

➤ Permet de réagir automatiquement à un mouvement inattendu de notre corps sans devoir y penser

➤ Permet de garder notre corps au-dessus de sa base de support

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

On fait une chute

➤ Quand notre corps dépasse notre base de support sans avoir pu corriger la situation assez rapidement

Université  de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

■ Comme il est difficile de précisément diagnostiquer un problème vestibulaire, il est difficile d'avoir des statistiques précises sur leur prévalence et l'impact social de ceux-ci.

Université  de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

Prévalence des problèmes d'équilibre

Université  de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

■ Même les chiffres les plus faibles montrent que les problèmes vestibulaires sont fréquents et affectent des personnes de n'importe quel âge.

Université  de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

■ Une étude épidémiologique récente estime que près de 35% des adultes âgées de plus de 40 ans ont ou ont eu des problèmes vestibulaires.

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

- Pour les patients de plus de 70 ans, les problèmes de l'équilibre sont la plainte # 1
- Chez les personnes âgées:
  - 10% ont des vertiges
  - 20% ont des étourdissements
  - 10% ont des faiblesses

[http://dizziness-and-balance.com/disorders/dizzy\\_epi.html](http://dizziness-and-balance.com/disorders/dizzy_epi.html)

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

- Chez les personnes d'âges moyens:
  - 15% ont des problèmes de l'équilibre
- Chez les enfants:
  - 7% ont des problèmes de vertiges

[http://dizziness-and-balance.com/disorders/dizzy\\_epi.html](http://dizziness-and-balance.com/disorders/dizzy_epi.html)

Université  de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

■ Une étude du National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIDCD), a montré que 4% de la population a des problèmes chroniques de l'équilibre.

Université  de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

■ Les personnes qui rapportent des problèmes avec leur équilibre ont 12 fois plus de chances de faire des chutes

Université  de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

- 85% des vertiges sont causés par un ou des problèmes au niveau de l'oreille interne (périphérique)
- 50% des personnes âgées de plus de 70 ans vont avoir un ou des VPPB (Vertige Paroxystique Positionnel Bénin)

Université  de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

■ Les vertiges comptent pour le tiers des symptômes de problèmes de l'équilibre rapportés aux médecins.

Université  de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

■ Les symptômes d'étourdissements et de pertes de l'équilibre peuvent avoir un impact significatif sur la capacité d'un patient de faire certaines activités de la vie quotidienne comme se laver, s'habiller, se déplacer dans la maison et conduire une automobile.

Université  de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

Effets sur la qualité de vie

Université  de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---

• Les impacts économiques et sociaux des problèmes de l'équilibre sont très sous-estimés.

Université de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---

• Chez les personnes ayant un problème de l'équilibre (vertiges, étourdissements, faiblesses):

- Interfère avec les activités quotidiennes chez près de 40% de celles-ci
- 12.2% évite de quitter la maison

Baloh et Kerber (2011)

Université de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---

```
graph TD; Chute --> A[Faiblesse musculaire et diminution des réflexes posturaux]; Chute --> B[Anxiété, perte de confiance]; A --> C[Réduction de l'activité physique]; B --> D[Peur de tomber]; C --> E[Retrait social]; D --> E; E --> Chute;
```

Figure 1 Conséquences d'une chute chez une personne âgée sur son autonomie et sur le risque de nouvelles chutes

Gagnon et col. (2011)

Université de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

• Les problèmes d'équilibre sont l'un des facteurs les plus importants pour expliquer les fractures de la hanche chez les personnes âgées.

- Entre 20 et 40% décèdent en dedans de 6 mois à 1 an après la chirurgie
- 20% devront être admis dans un centre de soins de longues durées



---

---

---

---


---

---

---

---

• Est la 6<sup>e</sup> cause de décès chez les personnes âgées



---

---

---

---


---

---

---

---

Rôle de l'audiologiste et champ de pratique



---

---

---

---

---


---

---

---

Académie Canadienne d'Audiologie

- **Assessment of the vestibular system** includes administration and interpretation of clinical and electrophysiologic tests of equilibrium.....
- **Audiologists are also involved in the rehabilitation of persons with vestibular disorders.....**

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

Orthophonie Audiologie Canada

- l'évaluation, l'identification, le diagnostic et le traitement **des troubles de l'équilibre:**
- l'évaluation, la sélection et l'élaboration d'autres stratégies appropriées d'aide à l'audition et de réadaptation pour les personnes atteintes d'un trouble de l'audition ou du traitement auditif, **d'un dysfonctionnement de l'équilibre,** d'acouphène ou d'autres troubles connexes.

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

American Academy of Audiology

- **Assessment of the vestibular system includes administration and interpretation of behavioral and electrophysiologic tests of equilibrium.**
- The audiologist is the professional who provides the full range of audiologic treatment services for persons with impairment of hearing and **vestibular function.**

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

American Speech and Hearing Association

- Activities that identify dysfunction in hearing, balance, and other auditory related systems;
- Identification of populations and individuals with or at risk for hearing loss and other auditory dysfunction, balance impairments, tinnitus, and associated communication impairments as well as of those with normal hearing;

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

American Speech and Hearing Association

- The conduct and interpretation of behavioral, electroacoustic, and/or electrophysiologic methods to assess hearing, auditory function, balance, and related systems;
- Consultation and provision of vestibular and balance rehabilitation therapy to persons with vestibular and balance impairments;

Université  de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

- Position Statement on the Audiologist's Role in the Diagnosis & Treatment of Vestibular Disorders - AAA
- Role of Audiologists in Vestibular and Balance Rehabilitation: Guidelines – ASHA

Université  de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

ANATOMIE

Université  de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---

Au niveau de l'oreille  
(labyrinthe vestibulaire)

Université  de Montréal

---

---

---

---

---

---


---

---

➤ On ne sait pas grand-chose sur son développement in utero. Mais on sait que chez un prématuré de 25 semaines on peut observer le réflexe de Moro\*.

\* Le réflexe de Moro est une réaction à la suite d'un changement brusque de supports (extension subite des bras et des jambes et de la tête lors d'un changement de supports).

<http://gumliedesforets.free.fr/cours%20psycho/L2%20pycho/sem1/6/foetale/psy%20foetale.pdf>

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

Le LABYRINTHE VESTIBULAIRE comprend

- 3 canaux semi-circulaires et
- 2 capteurs sensoriels sensibles aux accélérations linéaires (Utricule / Saccule)

Université  de Montréal

---

---

---

---

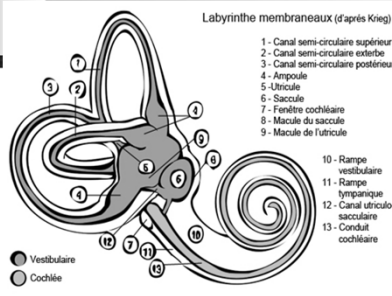
---

---

---


---

Labyrinthe membraneux (d'après Kriegl)



- 1 - Canal semi-circulaire supérieur
- 2 - Canal semi-circulaire externe
- 3 - Canal semi-circulaire postérieur
- 4 - Ampoule
- 5 - Utricule
- 6 - Saccule
- 7 - Fenêtre cochléaire
- 8 - Macule du saccule
- 9 - Macule de l'utricule
- 10 - Rampe vestibulaire
- 11 - Rampe tympanique
- 12 - Canal utriculo-sacculaire
- 13 - Conduit cochléaire

● Vestibulaire  
● Cochléaire

Université  de Montréal

<http://www.vestib.org/interne.html>

---

---

---

---


---

---

---

---

Le vestibule: structures anatomiques  
(les canaux semi-circulaires)

Université  de Montréal

---

---

---

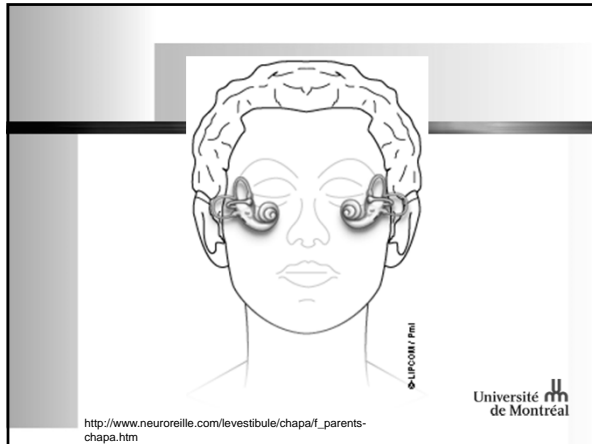
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

➤ Labyrinthe osseux

- Contient le labyrinthe membraneux
- L'espace périlymphatique est rempli de périlymphe

➤ Labyrinthe membraneux

- Rempli d'endolymphe
- Connecté au labyrinthe osseux par de fines travées fibreuses

Université de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---

### Système périlymphatique

---

---

---

---

---


---

---

---

**• Périlymphe**

- Composition très proche de celle du liquide céphalo-rachidien
- Haute teneur en sodium (Na<sup>+</sup>)
- Faible teneur en potassium (K<sup>+</sup>)

Université  de Montréal

---

---

---

---

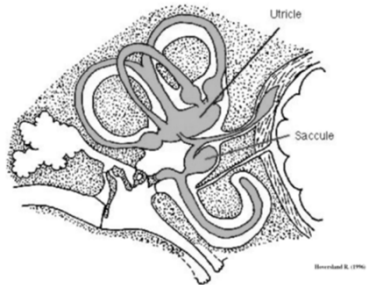
---

---


---

---

**Système endolympatique**



Utricule  
Saccule

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

**• Endolymphe**

- Créée par la strie vasculaire (cochlée)
- À une composition unique dans l'organisme.
- Haute teneur en potassium (K<sup>+</sup>)
- Faible teneur en sodium (Na<sup>+</sup>)

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

**• Canaux semi-circulaires**

- Un peu plus d'un demi-cercle
- Ouvrent vers l'utricule via 5 ouvertures
- Les canaux antérieurs et postérieurs se joignent en un canal commun

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

**Supérieur ou antérieur :**  
**dire « OUI »**



Université  de Montréal

<http://vedastus59.free.fr/chantdelame.htm>

---

---

---

---


---


---

---

---

**Latéral ou horizontal**  
**dire « NON »**



Université  de Montréal

<http://vedastus59.free.fr/chantdelame.htm>

---

---

---

---

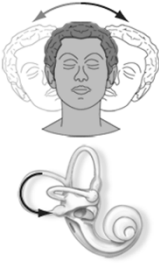
---

---

---

---

Postérieur: « peut-être » ou pencher la tête vers les épaules



Université de Montréal

<http://vedastus59.free.fr/chantdelame.htm>

---

---

---

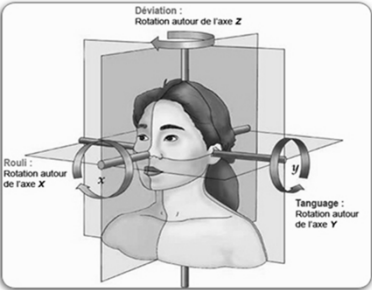
---

---

---

---

---



Déviation :  
Rotation autour de l'axe Z

Roullis :  
Rotation autour de l'axe X

Tanguage :  
Rotation autour de l'axe Y

Université de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---

➤ Les 2 canaux HORIZONTALS forment une paire

Université de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

➤ Le canal ANTÉRIEUR DROIT et le canal POSTÉRIEUR GAUCHE forment une paire

➤ RALP: Right Anterior Left Posterior

Université  de Montréal

---

---

---

---

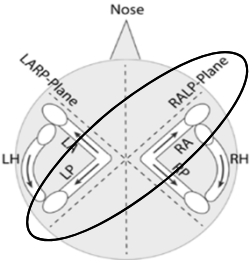
---


---

---

---

**RALP**  
(Right Anterior – Left Posterior)



Université  de Montréal

[https://en.wikibooks.org/wiki/Sensory\\_Systems/Vestibular\\_System](https://en.wikibooks.org/wiki/Sensory_Systems/Vestibular_System)

---

---

---

---

---


---

---

---

➤ Le canal ANTÉRIEUR GAUCHE et le canal POSTÉRIEUR DROIT forment une paire

➤ LARP: Left Anterior Right Posterior

Université  de Montréal

---

---

---

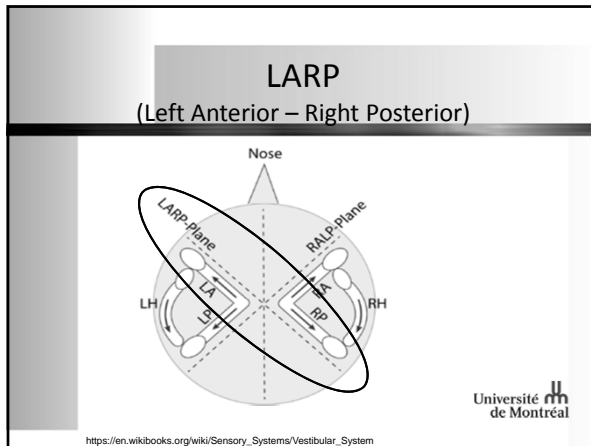
---

---

---

---

---




---

---

---

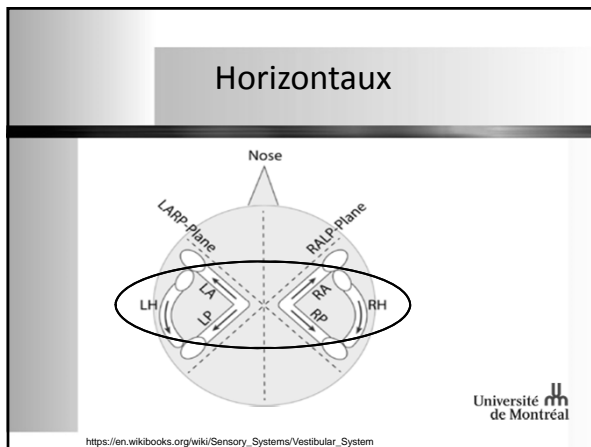
---

---

---

---

---




---

---

---


---

---

---

---

---

- Détectent les accélérations angulaires
  - Stabilisent le regard lors de mouvements impulsifs de la tête
  - Préviennent la présence d'oscillopsie (glissement de l'image sur la rétine) (retinal slip)
- Université  de Montréal

---

---

---

---

---

---


---

---

## Les canaux semi-circulaires

### Structures anatomiques

- Organe sensoriel: ouvert aux deux extrémités dans l'utricule. TOUS LES MOUVEMENTS ANGULAIRES STIMULENT 2 ou 3 canaux
- Élargissement à la base d'une ouverture de chaque canal: **AMPOULE**
- Dans chaque ampoule se trouve une **CUPULE**

Université  de Montréal

---

---

---

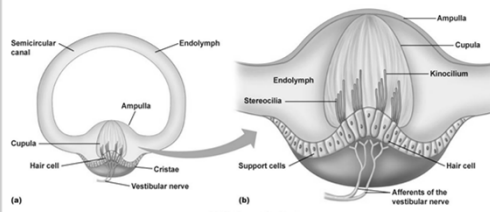
---

---

---

---


---



Labels in diagram: Semicircular canal, Endolymph, Ampulla, Cupula, Hair cell, Cristae, Stereocilia, Kinocilium, Support cells, Afferents of the vestibular nerve, Hair cell.

© 2011 Pearson Education, Inc.

[http://virtual.yosemite.cc.ca.us/rdrroual/Course%20Materials/Physiology%20101/Chapter%20Notes/Fall%202011/chapter\\_10%20Fall%202011.htm](http://virtual.yosemite.cc.ca.us/rdrroual/Course%20Materials/Physiology%20101/Chapter%20Notes/Fall%202011/chapter_10%20Fall%202011.htm)

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

## Cupule

- Force élastique pour reprendre sa position initiale (un peu comme du Jello)
- À la fin de l'accélération, elle reprend sa position initiale
- Rotation de la tête (ex. canal horizontal):
  - Augmentation des décharges du côté de la rotation (ipsilatéral)
  - Diminution des décharges du côté opposé (controlatéral)

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

➤ Récepteurs vestibulaires

- Les cinq récepteurs (3 canaux semi-circulaires, saccule et utricule possèdent de cellules sensorielles ciliées (mécanorécepteurs)
- Cellules de type I
- Cellules de type II

Université  de Montréal

---

---

---

---

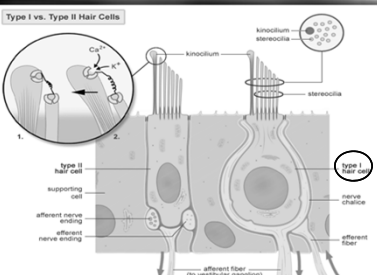
---

---


---

---

**Type I vs. Type II Hair Cells**



[http://www.neuroreille.com/levestibule/chapaf\\_parents-chapa.htm](http://www.neuroreille.com/levestibule/chapaf_parents-chapa.htm)

Université  de Montréal

---

---

---

---

---

---


---

---

➤ Deux types de cellules ciliées vestibulaires

- Type I:
  - Forme d'amphore (poire), gros noyau rond
  - Une fibre nerveuse afférente<sup>(1)</sup> (forme de calice)
  - Plusieurs fibres nerveuses efférentes<sup>(2)</sup> (synapse au calice: environ 10 à 20)

(1) Les fibres afférentes: des récepteurs sensoriels vers le SNC.  
 (2) Les fibres efférentes: du SNC vers les récepteurs sensoriels

Université  de Montréal

---

---

---

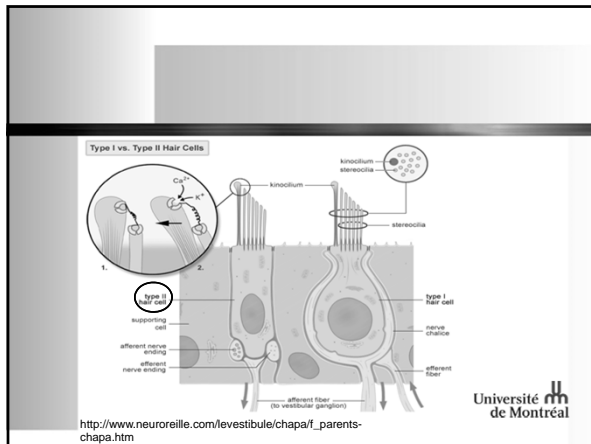
---

---

---

---

---




---

---

---

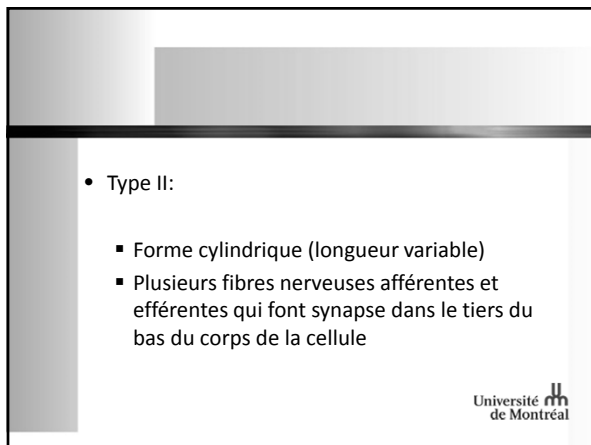
---

---

---

---

---




---

---

---

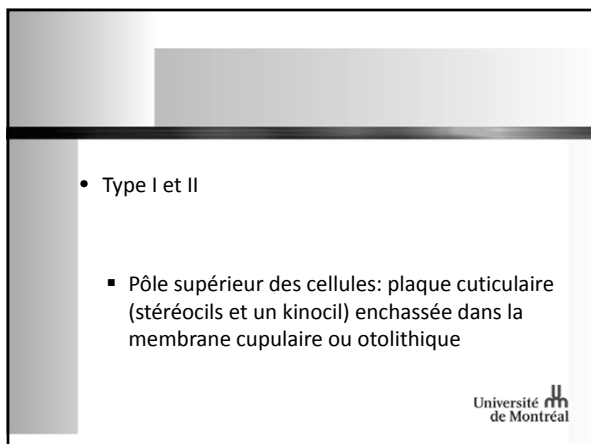
---

---

---

---

---




---

---

---

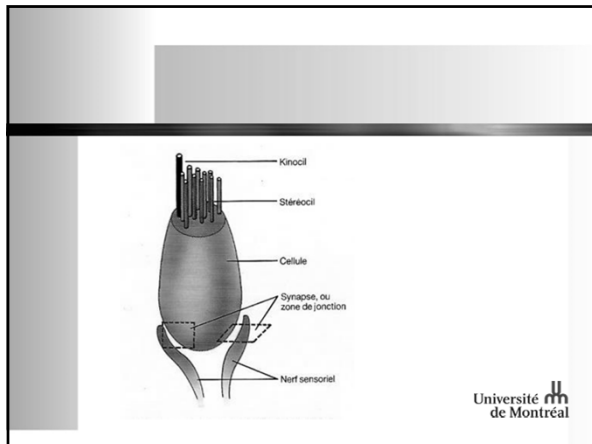
---

---

---

---

---




---

---

---

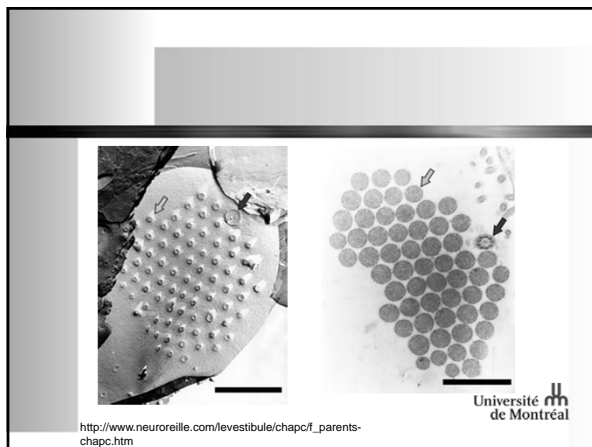
---

---

---

---

---



[http://www.neuroreille.com/levestibule/chapof\\_parents-chapc.htm](http://www.neuroreille.com/levestibule/chapof_parents-chapc.htm)

---

---

---

---

---

---

---

---

- **Déplacement des stéréocils:**
  - Mouvement de la tête (rotation)
  - Inertie du fluide
- Dans le canal semi-circulaire, le liquide cherche à garder la même place
- Au haut de la cupule, il y a moins d'espace pour le liquide (étranglement), ce qui crée de la résistance et des turbulences
- Cette résistance entraîne la cupule dans le sens opposé au mouvement




---

---

---

---

---


---

---

---

Déplacement des stéréocils

- Dans la direction du kinocil
  - Dépolarisation de la membrane cellulaire
  - Décharges plus rapides dans les fibres nerveuses afférentes (excitation)

Université  de Montréal

---

---

---

---

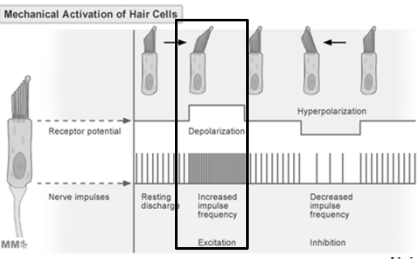
---


---

---

---

Mechanical Activation of Hair Cells



Université  de Montréal

[http://www.neuroreille.com/levestibule/chapa/f\\_parents-chapa.htm](http://www.neuroreille.com/levestibule/chapa/f_parents-chapa.htm)

---

---

---

---

---


---

---

---

Déplacement des stéréocils

- Dans la direction opposée au kinocil
  - Hyperpolarisation de la membrane cellulaire
  - Diminution de la fréquence des décharges dans les fibres nerveuses afférentes (inhibition)

Université  de Montréal

---

---

---

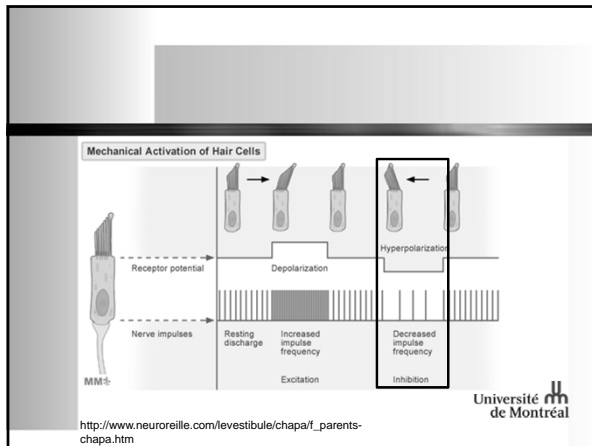
---

---

---

---

---



---

---

---

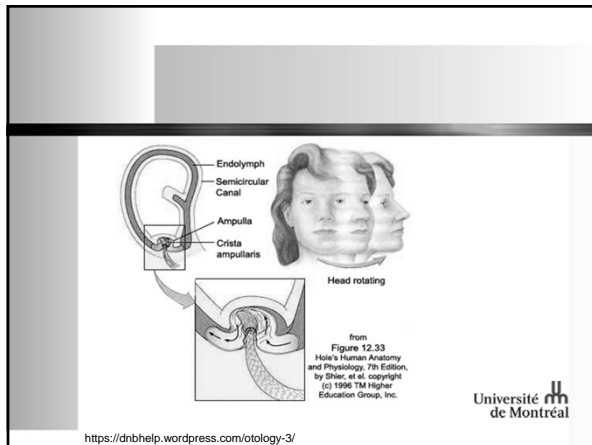
---

---

---

---

---



---

---

---

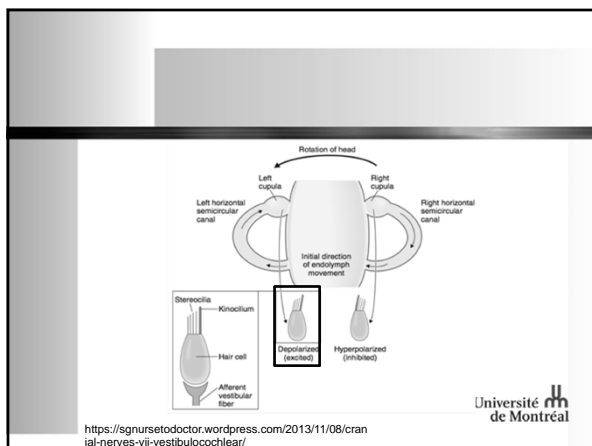
---

---

---

---

---



---

---

---

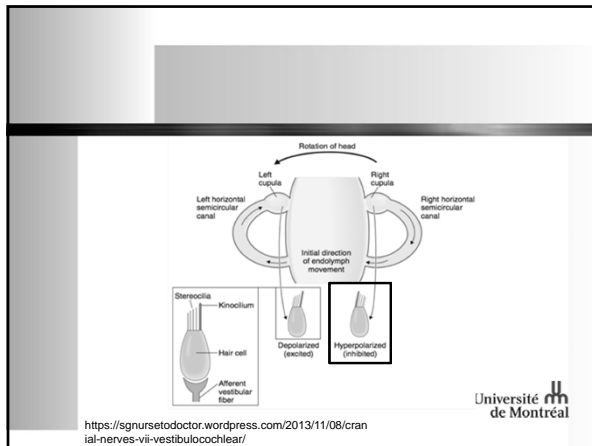
---

---

---

---

---



---

---

---

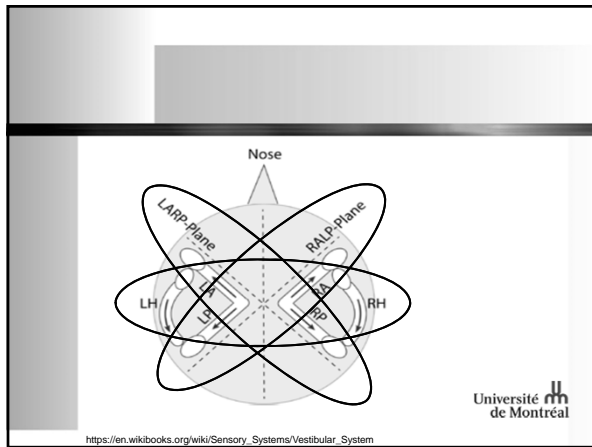
---

---

---

---

---



---

---

---

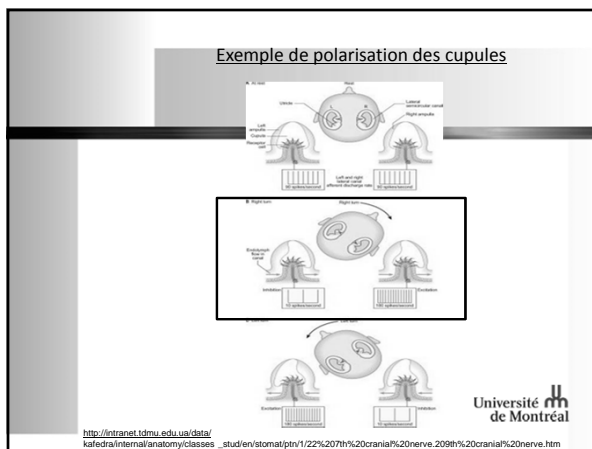
---

---

---

---

---



---

---

---

---

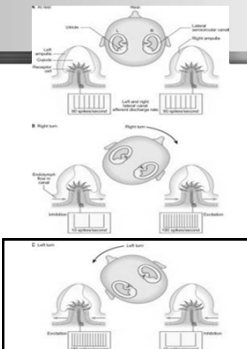
---


---

---

---

**Exemple de polarisation des cupules**



Université  de Montréal

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

- Les canaux travaillent donc constamment en paires opposées, à intensité ÉGALE
- Les problèmes surviennent quand l'un des systèmes vestibulaires n'est plus aussi efficace que son partenaire

Université  de Montréal

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

- Aucun déplacement
  - Aucun changement (environ 100 potentiels d'action par seconde) = activité électrique spontanée

Université  de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

L'orientation des kinocils des les canaux

- Sens de l'excitation:
- Canal latéral / horizontal: vers l'utricule
- Canal supérieur : vers le canal
- Canal postérieur: vers le canal

Les canaux supérieurs et postérieurs fonctionnent de façon inverse au canal horizontal

Université de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---

Utricopetal (vers l'utricule)

Université de Montréal

<http://www.clearwaterclinical.com/textbook/inner%20ear%20anatomy.html>

---

---

---

---

---

---

---

---

Utrigofugal  
(en sens contraire à l'utricule)

Université de Montréal

<http://www.clearwaterclinical.com/textbook/inner%20ear%20anatomy.html>

---

---

---

---


---

---

---

---

Le vestibule: structures anatomiques  
(les macules)

Université  de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

- Organe sensoriel: les macules
- Composition des macules: membrane gélatineuse dans laquelle sont imbriquées les cellules ciliées et à la surface de laquelle on retrouve des otoconies, petits cristaux de carbonate de calcium.

Université  de Montréal

---

---

---

---

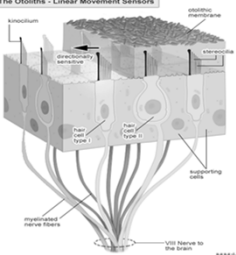
---


---

---

---

The Otoliths - Linear Movement Sensors



Université  de Montréal

<http://www.mcgill.ca/vestibular-gazecontrol-lab/intro-vestibular-system>

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

- Cristaux de carbonate de calcium
- Il ne s'agit pas de structures inertes: certaines grossissent ou disparaissent au fil du temps
- Ne sont pas fortement attachés
- Peuvent se déplacer
- Fixés sur la membrane otolithique



---

---

---

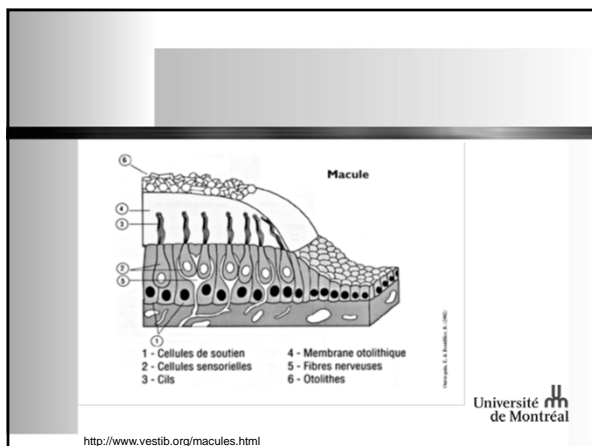
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---


---

---

---

**• Déplacement des stéréocils:**

- Mouvement de la tête (linéaire)
- Inertie des otolithes et mouvement de la membrane otolithique
- Les otolithes et la membrane cherchent à demeurer au même endroit
- Le mouvement de la tête fait bouger les stéréocils dans le sens opposé




---

---

---

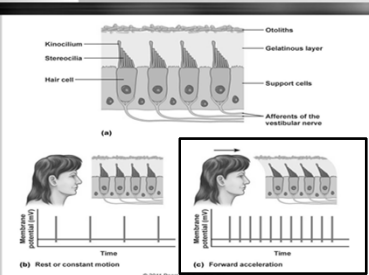
---

---

---

---


---



(b) Rest or constant motion

(c) Forward acceleration

[http://droualb.faculty.mcg.edu/Course%20Materials/Physiology%20101/Chapter%20Notes/Fall%202007/chapter\\_10%20Fall%202007.htm](http://droualb.faculty.mcg.edu/Course%20Materials/Physiology%20101/Chapter%20Notes/Fall%202007/chapter_10%20Fall%202007.htm)




---

---

---

---

---

---

---

---



(d) Backward acceleration

(e) Head upright

(f) Head tilted forward

[http://droualb.faculty.mcg.edu/Course%20Materials/Physiology%20101/Chapter%20Notes/Fall%202007/chapter\\_10%20Fall%202007.htm](http://droualb.faculty.mcg.edu/Course%20Materials/Physiology%20101/Chapter%20Notes/Fall%202007/chapter_10%20Fall%202007.htm)




---

---

---

---

---

---

---

---

- Utricule: Accélération linéaire horizontale
- Saccule: Accélération linéaire verticale

Université de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---

The Otoliths - Mapping of Linear Motion

The diagram illustrates the internal structure of the utricle and saccule. The utricle is shown with a horizontal plane and axes labeled lateral, anterior, and posterior. The saccule is shown with a vertical plane and axes labeled superior, inferior, and anterior. Both structures contain a gelatinous mass with embedded otoliths. A small inset shows the utricle and saccule in their relative positions within the vestibular system.

Université de Montréal

<http://www.mcgill.ca/vesibular-gazecontrol-lab/intro-vestibular-system>

---

---

---

---

---

---

---

---

- Servent à capter les accélérations linéaires
- Stabilise la position du corps
- Servent à capter les effets de la gravité
- Sont impliqués dans le maintien du tonus musculaire

Université de Montréal

---

---

---

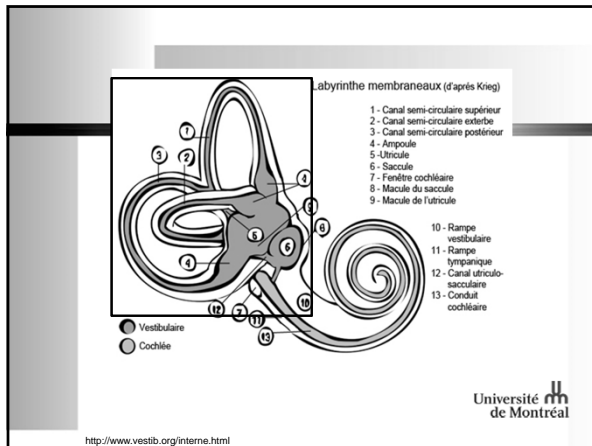
---

---

---

---

---



---

---

---

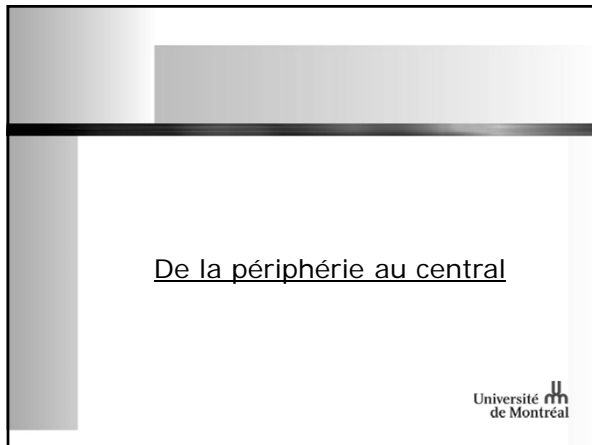
---

---

---

---

---



---

---

---

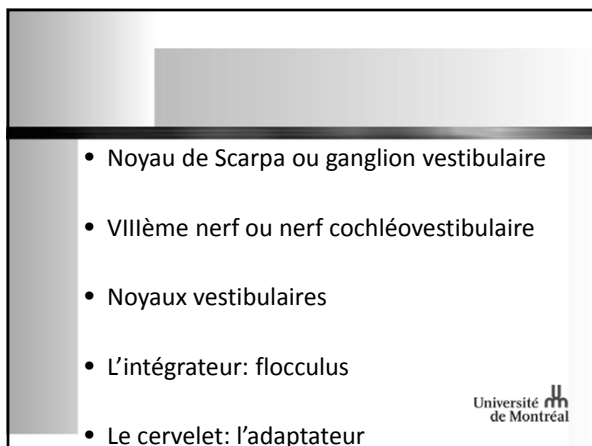
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---


---

---

### Nerf vestibulaire

Le nerf vestibulaire supérieur:

- Utricule
- Canal semi-circulaire latéral (horizontal)
- Canal semi-circulaire antérieur

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

### Nerf vestibulaire inférieur:

- Saccule
- Canal semi-circulaire postérieur

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

### Noyaux vestibulaires

- Noyau d'INTÉGRATION des informations provenant des autres systèmes (visuel, proprioceptif)

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---



• Liens multiples avec les autres systèmes visuels et moteurs, ainsi que le système nerveux autonome. Ce qui résulte en différents arcs réflexes.

Université  de Montréal

---

---

---

---

---

---

---


---

### Intégration des modalités

• Systèmes effecteurs

- Les informations des systèmes récepteurs sont conduites aux noyaux vestibulaires pour être analysées et comparées (entre elles et à des données antérieures)

• La coordination est assurée par le cervelet

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

• Informations COHÉRENTES: mouvement de compensation réflexe (corps, yeux)

• L'information doit être congruente dans les trois systèmes

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

Trois systèmes récepteurs principaux pour l'équilibre

- Vision
  - Orientation dans l'espace et position face aux objets
- Système proprioceptif
  - Mécanorécepteurs
  - Superficiels: peau ( ex. plante des pieds)
  - Profonds: muscles, tendons et articulations (position, mouvements, tension et pression des structures; ex. nuque)
  - La posture statique est assurée par la plante des pieds, le cou et les chevilles

Université  de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

- Système vestibulaire
  - Crêtes ampullaires des canaux semi-circulaires
  - Macules des organes otolithiques

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

INPUT

Vestibulaire	Visuel	Somatique
--------------	--------	-----------

Université  de Montréal

---

---

---

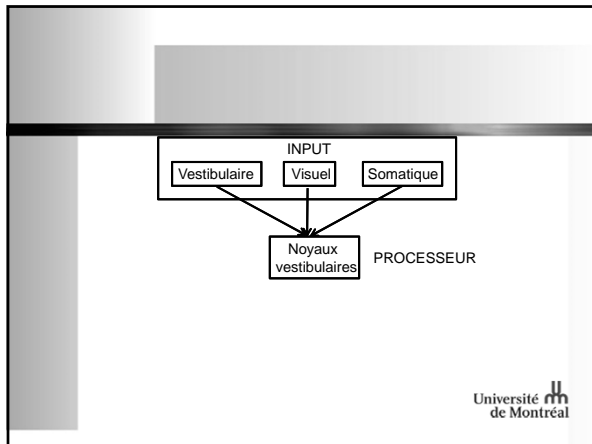
---

---

---

---

---



---

---

---

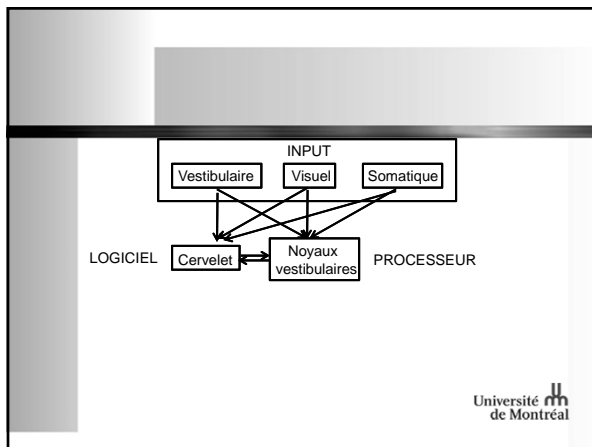
---

---

---

---

---



---

---

---

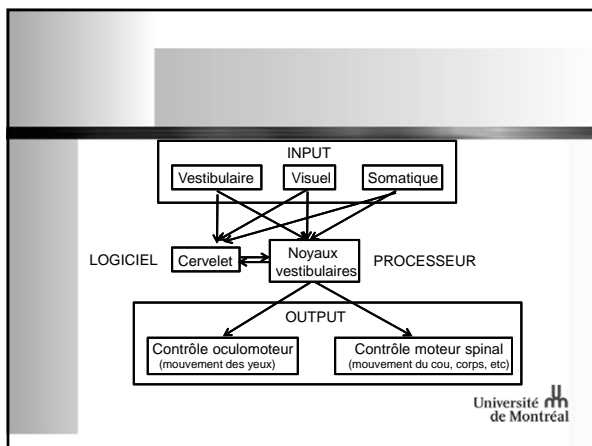
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

## Cervelet

Coordinateur des mouvements

- Pour ramener en équilibre, balises + changements avec les boucles de rétroaction

Manifestations motrices:

- Tonus postural
- Mouvements de maintien

L'intégration dans le SNC implique des informations vestibulaires, proprioceptives et visuelles  
Trajets afférents et efférents

Université de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Rôle du cervelet

Le cervelet reçoit des impulsions de la volonté qui lui permettent d'**initier** la contraction musculaire volontaire.

Les récepteurs proprioceptifs et les signaux visuels (et probablement auditifs) informent le cervelet de la position du corps et de la vitesse du mouvement (appelé "moment").

Le cortex cérébelleux "calcule" la méthode optimale de réaliser un mouvement.

Une planification d'un mouvement coordonné est envoyé au cortex moteur chargé d'exécuter le mouvement.

Université de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Mouvement de la tête vs Mouvement des yeux

Université de Montréal

---

---

---

---

---

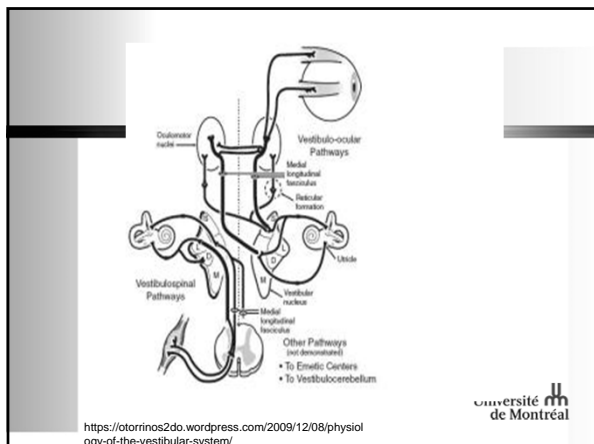
---

---

---

---

---




---

---

---

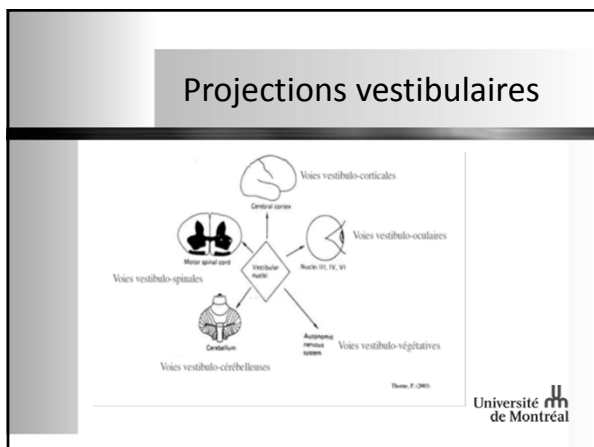
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

#### Rôle des voies vestibulaires

- **Le faisceau longitudinal médian (oculaire)** projette sur les noyaux moteurs oculogyres permettant de coordonner les mouvements des yeux avec ceux de la tête.
- **Voie vestibulospinale latérale** projette sur les motoneurons de la moelle épinière permettant de maintenir le tonus musculaire des muscles extenseurs impliqués dans le maintien de la station debout.
- **Voie vestibulospinale médiane** projette sur les motoneurons du cou permettant de coordonner les mouvement de la tête (céphalogyre).
- **Voie thalamique (corticale)** vers le thalamus et au-delà vers le gyrus pariétal inférieur du cortex cérébral permettant la sensation consciente de l'équilibre.
- **Voie vestibulo-cérébelleuse** projette sur le cervelet permettant, entre autres, de maintenir la synergie musculaire au maintien inconscient de l'équilibre.

Université de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

**Rôle des voies vestibulaires**

- **Le faisceau longitudinal médian** (oculaire) projette sur les noyaux moteurs oculogyres permettant de coordonner les mouvements des yeux avec ceux de la tête.
- **Voie vestibulospinale latérale** projette sur les motoneurones de la moelle épinière permettant de **maintenir le tonus musculaire** des muscles extenseurs impliqués dans le maintien de la station debout.
- **Voie vestibulospinale médiane** projette sur les motoneurones du cou permettant de coordonner les mouvement de la tête (céphalogyre).
- **Voie thalamique (corticale)** vers le thalamus et au-delà vers le gyrus pariétal inférieur du cortex cérébral permettant la sensation consciente de l'équilibre.
- **Voie vestibulo-cérébelleuse** projette sur le cervelet permettant, entre autres, de maintenir la synergie musculaire au maintien inconscient de l'équilibre.

Université   
de Montréal

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

**Rôle des voies vestibulaires**

- **Le faisceau longitudinal médian** (oculaire) projette sur les noyaux moteurs oculogyres permettant de coordonner les mouvements des yeux avec ceux de la tête.
- **Voie vestibulospinale latérale** projette sur les motoneurones de la moelle épinière permettant de maitenir le tonus musculaire des muscles extenseurs impliqués dans le maintien de la station debout.
- **Voie vestibulospinale médiane** projette sur les motoneurones du cou permettant de **coordonner les mouvement de la tête** (céphalogyre).
- **Voie thalamique (corticale)** vers le thalamus et au-delà vers le gyrus pariétal inférieur du cortex cérébral permettant la sensation consciente de l'équilibre.
- **Voie vestibulo-cérébelleuse** projette sur le cervelet permettant, entre autres, de maintenir la synergie musculaire au maintien inconscient de l'équilibre.

Université    
de Montréal

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

**Rôle des voies vestibulaires**

- **Le faisceau longitudinal médian** (oculaire) projette sur les noyaux moteurs oculogyres permettant de coordonner les mouvements des yeux avec ceux de la tête.
- **Voie vestibulospinale latérale** projette sur les motoneurones de la moelle épinière permettant de maitenir le tonus musculaire des muscles extenseurs impliqués dans le maintien de la station debout.
- **Voie vestibulospinale médiane** projette sur les motoneurones du cou permettant de coordonner les mouvement de la tête (céphalogyre).
- **Voie thalamique (corticale)** vers le thalamus et au-delà vers le gyrus pariétal inférieur du cortex cérébral permettant la **sensation consciente de l'équilibre**.
- **Voie vestibulo-cérébelleuse** projette sur le cervelet permettant, entre autres, de maintenir la synergie musculaire au maintien inconscient de l'équilibre.

Université    
de Montréal

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

**Rôle des voies vestibulaires**

- **Le faisceau longitudinal médian** (oculaire) projette sur les noyaux moteurs oculogyres permettant de coordonner les mouvements des yeux avec ceux de la tête.
- **Voie vestibulospinale latérale** projette sur les motoneurons de la moelle épinière permettant de maintenir le tonus musculaire des muscles extenseurs impliqués dans le maintien de la station debout.
- **Voie vestibulospinale médiane** projette sur les motoneurons du cou permettant de coordonner les mouvements de la tête (céphalogyre).
- **Voie thalamique (corticale)** vers le thalamus et au-delà vers le gyrus pariétal inférieur du cortex cérébral permettant la sensation consciente de l'équilibre.
- **Voie vestibulo-cérébelleuse** projette sur le cervelet permettant, entre autres, de maintenir la synergie musculaire au maintien inconscient de l'équilibre.

Université   
de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

- **Orientation spatiale grâce à:**
  - L'oculomotricité conjuguée
  - Réflexe vestibulo-oculaire visant la stabilité du regard, etc.
  - La motricité somatique
  - Contraction des muscles du cou, du tronc et des membres
  - Équilibre contraction/inhibition des muscles antagonistes
  - Informations cutanées, visuelles, proprioceptives, vestibulaires ou SNC
- Inconscient dans ces conditions normales

Université   
de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

- Tout ce qui concerne notre équilibre est géré grâce à trois réflexes majeurs
  - Réflexe vestibulo oculaire RVO ou VOR
  - Réflexe vestibulo spinal RVS ou VSR
  - Réflexe vestibulo colique VCR

Université   
de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

**RÉFLEXE VESTIBULO OCULAIRE**  
**RVO ou VOR**

- Permet de stabiliser l'image lors d'un mouvement de la tête
- Réponds à une stimulation des crêtes ampullaires
- Mouvement oculaire dans le plan des canaux stimulés
- Mouvement oculaire opposé à la direction de l'accélération

Université  de Montréal

---

---

---

---

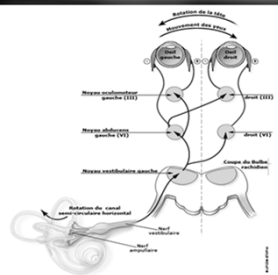
---


---

---

---

**RVO: composante**



Université  de Montréal

---

---

---

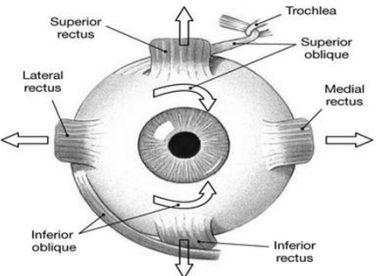
---

---


---

---

---



(c) Anterior view, right eye

Université  de Montréal

---

---

---

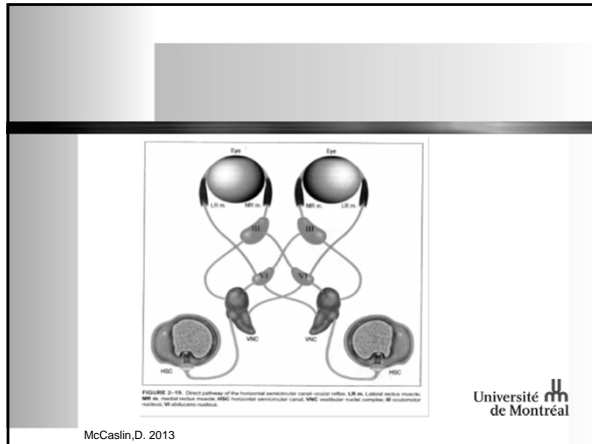
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

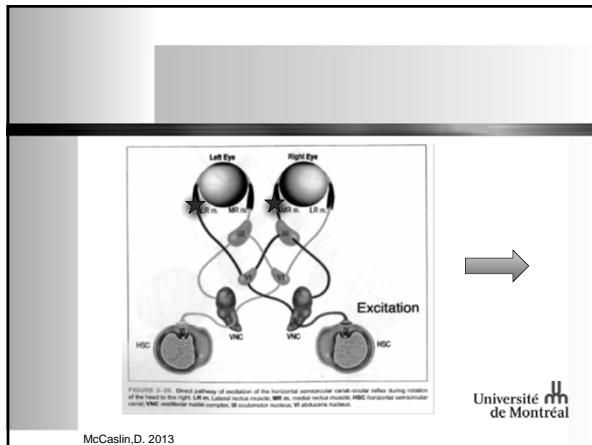
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

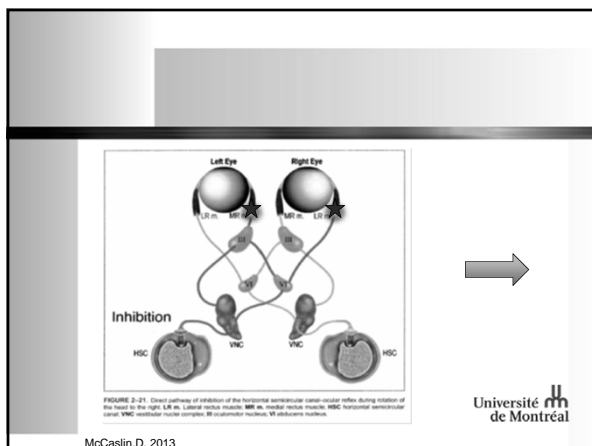
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Figure 2-17. The pathways of excitation and inhibition in the vestibular system. The vestibular nuclei are shown in the center, with the lateral vestibular nucleus (LVN) and medial vestibular nucleus (MVN) on the left and right. The vestibular nuclei are connected to the lateral vestibular nucleus (LVN) and medial vestibular nucleus (MVN) on the left and right. The vestibular nuclei are connected to the lateral vestibular nucleus (LVN) and medial vestibular nucleus (MVN) on the left and right.

Université de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---

### Tête tourne à gauche

- Mouvement des fluides dans le canal horizontal en fonction du déplacement de la tête vers la gauche
- Équivaut au test calorique à: stimulation à l'air froid à droite (utriculofugal) OU stimulation à l'air chaud à gauche (utriculopétal)

Université de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---

### RÉFLEXE VESTIBULO-SPINAL

- Assure le contrôle des muscles antigravitaires
- Maintien le centre de gravité sur la base de support
- Modulé par une stimulation des macules
- Organisation somatotopique

Université de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---

## Voies vestibulo-spinales

Le deuxième neurone vestibulaire emprunte les voies vestibulo-spinales latérales et médianes médullaires (moëlle épinière), conduisant le signal de commande motrice aux motoneurons de la corne antérieure de la moëlle, destinés soit aux muscles axiaux et proximaux des membres pour le faisceau latéral, soit aux muscles cervicaux pour le faisceau médian.

Deux voies

- Latérale → Jambes
- Médiane → Cou

Sur l'image suivante, le cervelet a été retiré. La vue est postérieure.

Université de Montréal

---

---

---

---

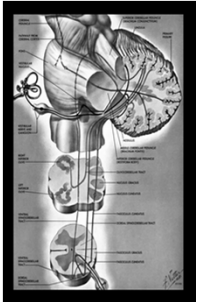
---

---

---

---

## RVS



### Réflexe VESTIBULO-SPINAL

Envoie des signaux moteurs au système musculo-squelettique pour le contrôle postural

Université de Montréal

---

---

---

---

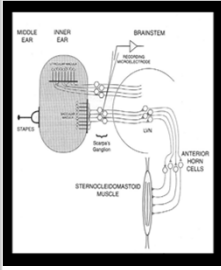
---

---

---

---

## VCR



### Réflexe VESTIBULOCOLLIQUE

Agit sur les muscles du cou pour stabiliser la tête. Les muscles réagissent aux mouvements détectés par les organes otolithiques et les canaux semi-circulaires

Université de Montréal

From Halmágyi & Curthoys, In Herdman

---

---

---

---

---


---

---

---

### Autres réflexes

- **Réflexe Cervico-Oculaire (RCO):** Mouvements des yeux contrôlés par des capteurs proprioceptifs dans le cou. Supplément au RVO
- **Réflexes Cervico-Spinal (RCS):** Changements dans la position des membres contrôlés par l'input afférent des muscles du cou  
Supplément au RVS

Université  de Montréal

---

---

---

---


---


---

---

---

- **Réflexe Cervico-collique:**  
Réflexe cervical qui stabilise la tête sur le corps  
Supplément au RVC

Ces 3 réflexes jouent un rôle plus important dans le maintien de notre équilibre quand les RVO, RVS et RVC sont  moins performants

Université  de Montréal

---

---

---

---

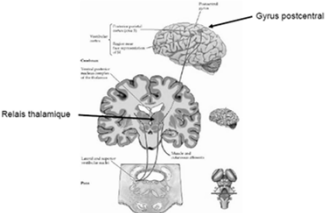
---

---

---

---


### Cortex primaire vestibulaire



Relais thalamique

Gyrus postocentral

<http://mon.uriv-montp2.fr/caroline/backends/download.php?url=L2NvdXJzXzlwMDgyNzVlZV9jb3Vyct19yMDA4LnBkZg%3D%3D&cdReset=true&ciReq=ULB1654>

Université  de Montréal

---

---

---

---

---

---


---

---

## SOMMAIRE

- Les réflexes : vestibulo oculaire  
vestibulo spinal  
vestibulo colique

sont nos outils d'évaluation de base auprès des patients présentant une perte d'équilibre ou des vertiges.

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

## Ne pas oublier la vascularisation

- **Artère basilaire:** une branche devient l'artère vestibulaire
- La branche antérieure : saccule et cochlée
- La branche postérieure: l'utricule et les trois canaux

Université  de Montréal

---

---

---

---

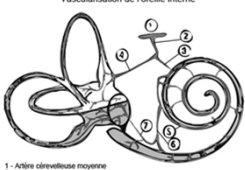
---

---




---


---

### Vascularisation de l'oreille interne



- 1 - Artère cérébelleuse moyenne
- 2 - Artère arcuée antérieure
- 3 - Artère cochléaire
- 4 - Artère vestibulaire antérieure
- 5 - Artère cochléaire propre
- 6 - Artère vestibulo-cochléaire
- 7 - Branche vestibulaire de l'artère vestibulo-cochléaire
- 8 - Branche cochléaire de l'artère vestibulo-cochléaire

 Artère cochléaire propre  
 Branche cochléaire de l'artère vestibulo-cochléaire  
 Artère vestibulaire antérieure

Université  de Montréal

<http://www.vestib.org/innervation.html>

---

---

---

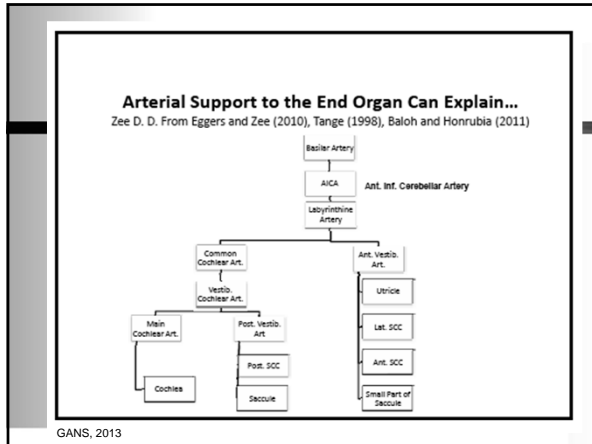
---

---

---

---

---




---

---

---

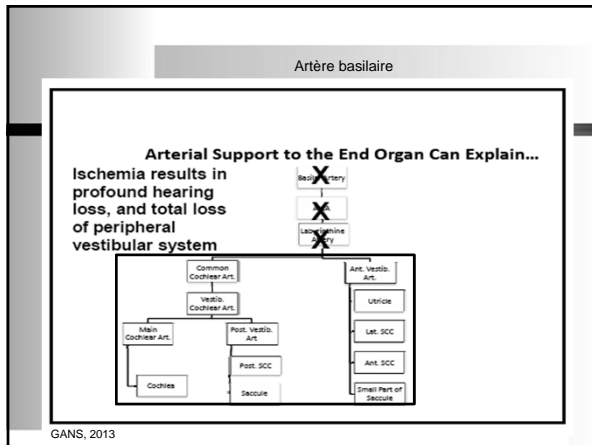
---

---

---

---

---




---

---

---

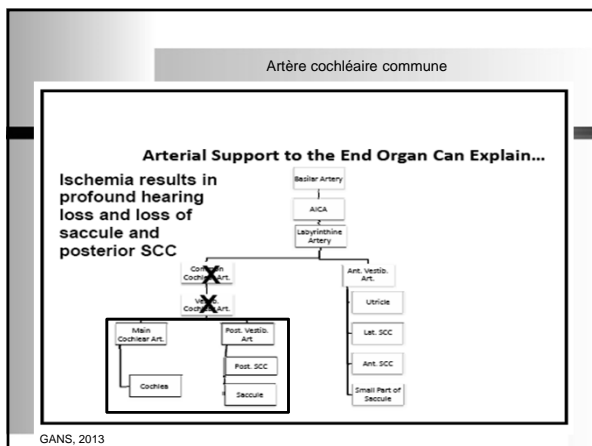
---

---

---

---

---




---

---

---

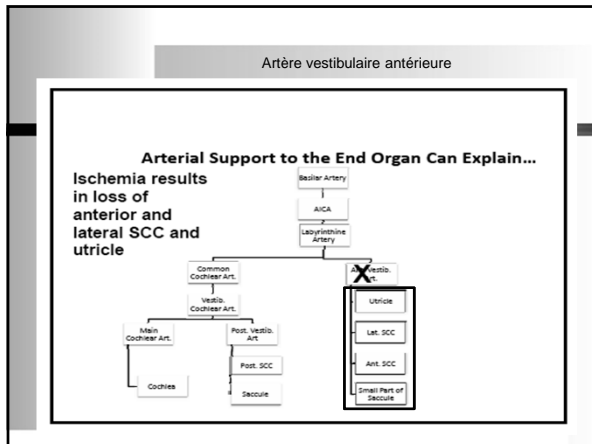
---

---

---

---

---




---

---

---

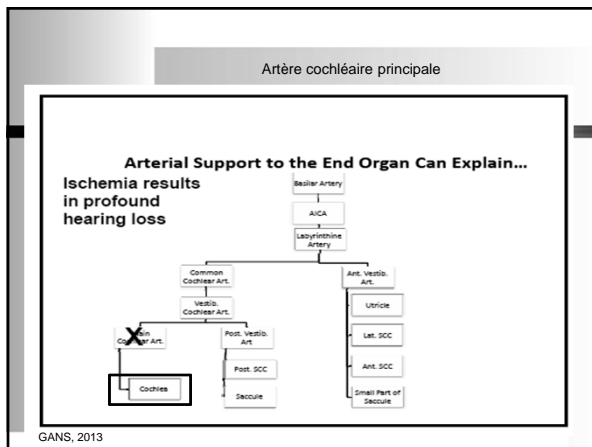
---

---

---

---

---




---

---

---

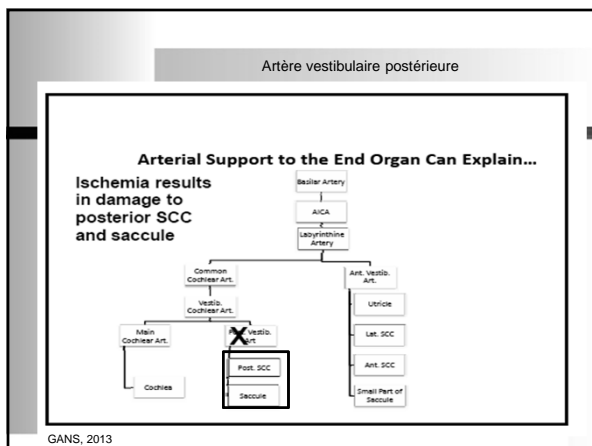
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---


---

---

---

Si je veux explorer un système vestibulaire dans son ensemble, je devrai générer:

- des stimulations **angulaires** dans les **3 plans de l'espace** et
- des stimulations **linéaires** dans le **plan horizontal et dans le plan vertical**.

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

### Nystagmus

- Mouvement d'oscillation involontaire et saccadé du globe oculaire.
- Nystagmus physiologique : une personne assise dans un train et regardant le paysage extérieur défilé à vive allure.
- La direction du nystagmus est définie comme étant celle du mouvement **rapide**

Université  de Montréal

---

---

---

---

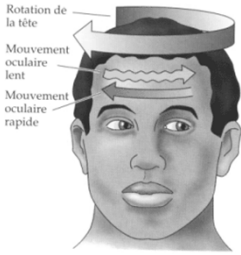
---

---


---

---

Nystagmus physiologique



Rotation de la tête  
Mouvement oculaire lent  
Mouvement oculaire rapide

Université  de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

Il peut être causé par une pathologie, des mouvements très rapides ou l'abus de certaines substances.

Université  de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

- Les oscillations peuvent se produire dans un plan vertical, horizontal, de torsion ou dans une combinaison de ceux-ci.
- L'œil se dirige lentement vers une direction, puis revient brutalement à sa position d'origine grâce à une saccade oculaire.

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

Type de nystagmus

- Nystagmus physiologique
- Nystagmus vestibulaire périphérique
- Nystagmus vestibulaire central
- Nystagmus congénital
- Nystagmus d'origine ophtalmologique
- Etc. (plus de 40 types répertoriés)

Université  de Montréal

---

---

---

---

---


---

---

---

## Nystagmus

- Horizontal  
<https://www.youtube.com/watch?v=TIZKRS5r3wE>
- Vertical  
<https://www.youtube.com/watch?v=7MqyHgozqH0>
- Rotatoire  
<https://www.youtube.com/watch?v=7BmNxktOAT8>

 Université de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

## Objectifs de mon évaluation clinique auprès des patients vertigineux

 Université de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

- Déterminer si le problème d'équilibre est d'origine périphérique, centrale ou multifactorielle
- Proposer un suivi et/ou un plan de réadaptation au patient. Cependant cette réadaptation peut m'appartenir en tant qu'audiologiste ou bien elle peut revenir à d'autres spécialistes.

 Université de Montréal

---

---

---

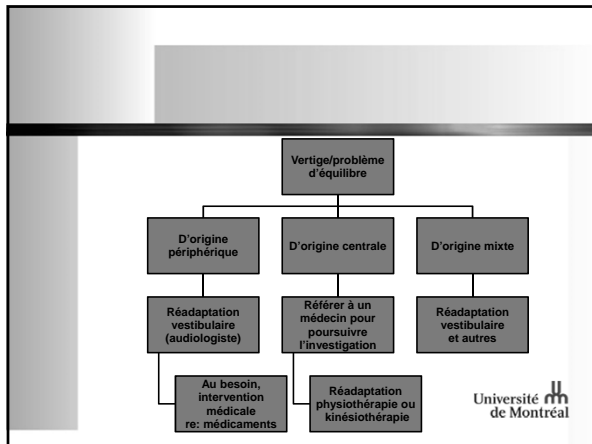
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

➤ Quand est-ce que la réadaptation d'un patient vertigineux m'appartient?

➤ S'il ne s'agit pas d'une atteinte périphérique, d'autres spécialistes devront intervenir.

Université de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---

Merci de votre attention

Université de Montréal

---

---

---

---


---

---

---

---

• McCaslin, D. Electronystagmography and Videonystagmography, Plural Publishing, 2013.

Université  de Montréal

---

---

---

---

---

---

---

---