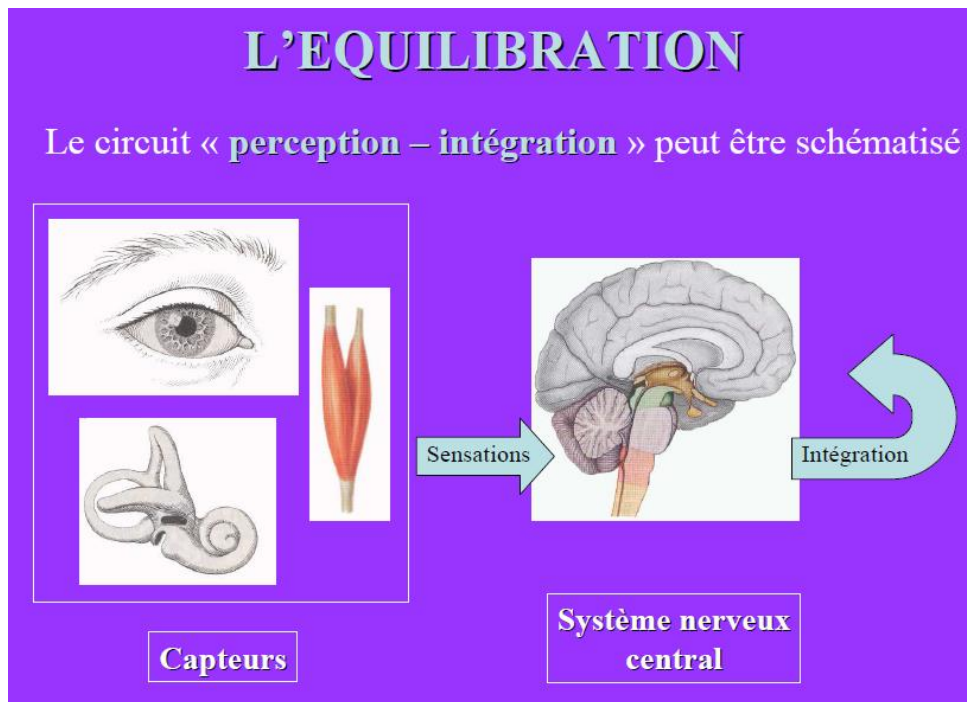


A – LE SYSTEME DE L'EQUILIBRATION

L'orientation et l'équilibre du corps dans l'espace dépendent :

- d'un ensemble complexe de **capteurs** qui recueillent des informations sur la position et l'équilibre du corps.
- du **cerveau** chargé « d'intégrer » les informations transmises par ces capteurs.

B - LE ROLE DE LA VISION

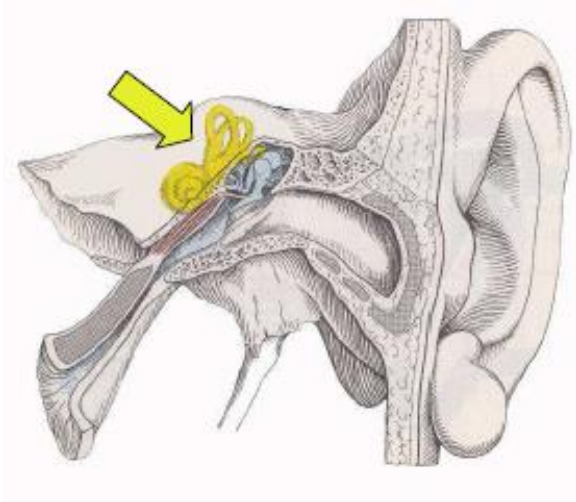
La vision permet de connaître la position du corps en se basant sur des **références horizontales et verticales**. C'est en quelque sorte « le fil à plomb » qui sert de référence pour interpréter les informations des autres capteurs.

La vision est nettement dominante dans les informations transmises au circuit « perception-intégration ». **La fonction visuelle écrase les autres sensations.**

Si les repères disparaissent du champ visuel, le pilote se retrouve soumis à des sensations qui peuvent être trompeuses alors que le cerveau ne dispose plus du recalage fiable assuré par la vue.

C'est pourquoi **la perte des références visuelles** (quand on vole dans un nuage par exemple) **entraîne systématiquement une désorientation spatiale** chez le pilote dont les conséquences peuvent être dramatiques s'il n'est pas formé et entraîné au vol aux instruments.

C - LE ROLE DE L'OREILLE INTERNE

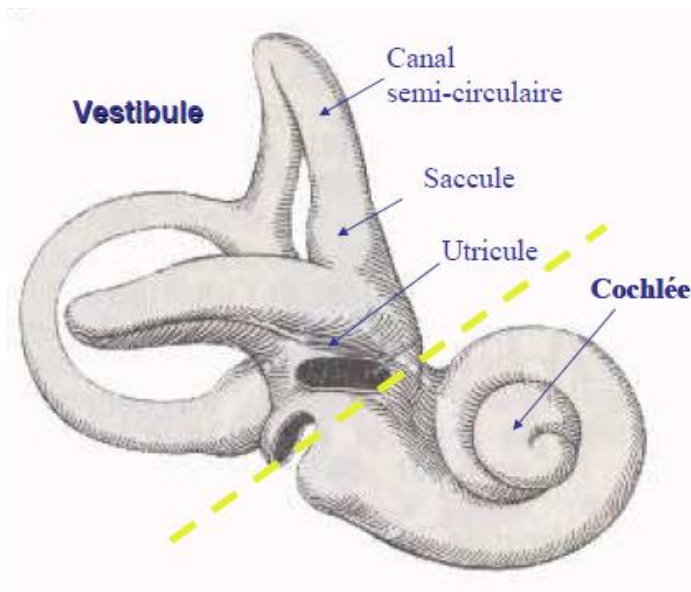


L'organe de l'équilibration est situé dans l'os du crâne appelé le rocher, au niveau de chaque oreille.

L'oreille interne est constituée d'un organe double :

- La cochlée, pour l'audition
- Le vestibule, pour l'équilibration

ORGANE DE L'EQUILIBRATION



ORGANE DE L'AUDITION

Le vestibule est lui-même constitué de plusieurs éléments :

- ❑ L'utricule et le saccule :
 - Ils enregistrent les informations gravitationnelles et les **accélération linéaires**.
 - Ils sont sensibles aux mouvements de la tête d'avant en arrière et latéralement.
 - Mais avec un phénomène de seuil de telle sorte que si le mouvement est trop bref ou pas assez ample, il ne sera pas perçu.
- ❑ Les 3 canaux semi-circulaires orientés dans trois plans orthogonaux :
 - Ce sont les capteurs des **accélération angulaires** (tangage, lacet, roulis).
 - Ils fonctionnent également avec un phénomène de seuil.

D – LES AUTRES CAPTEURS

Il s'agit des muscles et tendons, des articulations et des viscères qui participent à la proprioception.

Les **muscles et tendons** :

- Ils possèdent des indicateurs de tension qui renseignent sur l'étirement de chaque muscle.
- Le groupe musculaire du cou est le plus actif dans la fonction d'orientation.

Les **articulations** :

- Elles possèdent des indicateurs de position.

Les **viscères** (les organes de l'abdomen) :

- Ils renseignent également le cerveau sur leur niveau de traction ou de distension.

E – LA DESORIENTATION SPATIALE ET LES ILLUSIONS SENSORIELLES

La désorientation spatiale résulte de la limite des capteurs sensoriels en l'absence de contrôle visuel. C'est comme si le système a perdu son fil à plomb (référence de la verticale) !

LE PHENOMENE DE SEUIL

Le seuil d'un capteur est le **niveau de stimulation à partir duquel il va déclencher l'information** pour laquelle il est prévu.

Pour les capteurs de l'oreille interne, si le niveau de seuil est adapté à l'équilibre au sol, il est totalement inadapté en vol sans référence visuelle, car le temps de détection est beaucoup trop long pour les petites accélérations, ce qui induit inexorablement des illusions sensorielles et une désorientation spatiale. Ceci est particulièrement dangereux avec un risque élevé de perte de contrôle de l'avion.

Pour les capteurs musculo-squelettiques et des viscères, leurs limites résultent de leur manque de spécificité, car ils renseignent insuffisamment sur la position du corps dans l'espace.

Ils peuvent même aggraver la situation par le déclenchement de nausées !

LA DESORIENTATION LABYRINTHIQUE OU VERTIGE PAR EFFET CORIOLIS

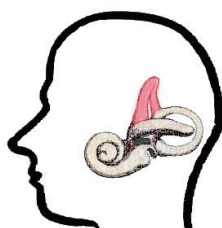
Il s'agit d'un **conflit entre l'information visuelle et celle provenant des vestibules** (oreille interne).

Au cours d'un virage prolongé (à taux constant), après avoir signalé la rotation, les canaux semi-circulaires correspondants se remettent au repos.

Si le pilote penche la tête en avant (pour ramasser un stylo posé devant lui par exemple), la force centrifuge ne s'exerce plus sur le même canal semi-circulaire et provoque une sensation de départ violent en roulis et de lacet accentué alors que l'avion n'a pas changé de trajectoire.

Si le pilote réagit aux commandes, il risque de positionner l'avion dans une attitude dangereuse (très forte inclinaison ou passage sur le dos).

C'est pourquoi il est déconseillé de trop bouger la tête pendant les virages dans les conditions de vol aux instruments (vol sans visibilité, vol de nuit).



Effet Coriolis

❑ LES ILLUSIONS SENSORIELLES EN VOL

Voici une liste non exhaustive d'illusions sensorielles que peut ressentir un pilote en vol sans référence visuelle :

- De nuit, les lumières situées à l'horizon peuvent sembler à une altitude beaucoup plus élevée qu'en réalité.
- Proche d'un nuage, le feu anti-collision ou le strobe (*) peuvent donner l'illusion que l'avion est en virage.
- L'augmentation rapide de la vitesse en palier peut donner l'illusion de monter.
- A l'inverse, une décélération en palier donnera l'illusion d'une mise en descente.
- Disparition de la sensation de rotation quand le virage est stabilisé.
- Sensation d'inversion du sens du virage au retour à l'inclinaison nulle.
- Sensation de montée dans un virage assez fortement incliné.
- Sensation de palier en virage en légère descente.

Chacune de ces illusions sensorielles peut donner lieu à une action inadaptée ou dangereuse de pilotage si le pilote fait confiance à ses sensations. Il n'est pas du tout naturel de considérer que nos sens nous trompent et de ne pas en tenir compte.

En l'absence de référence visuelle extérieure (vol sans visibilité, vol de nuit), **le pilote doit ignorer ses sensations et ne faire confiance qu'à l'information donnée par l'horizon artificiel**. Ce n'est qu'à ce prix que le vol aux instruments est possible en toute sécurité.



Cela demande une **formation spécifique** (qualification de vol aux instruments) et un **entraînement régulier** pour maintenir un niveau de compétence compatible avec la sécurité (vols réels et simulateur de vol).

(*) *Le feu anti-collision est un feu rouge clignotant posé sur la cellule ou sur la queue de l'avion. Le strobe est un feu blanc clignotant situé au niveau des saumons. Ils sont puissants pour être vus à distance par les autres avions. On les distingue très facilement du sol la nuit, même quand l'avion vole à plusieurs milliers de mètres.*