

# Le vestibule, organe de l'équilibre de notre oreille interne, un bijou d'ingénierie façonné par la nature

Plongée dans les labyrinthes de nos deux oreilles, qui abritent non seulement l'organe de l'audition, la cochlée, mais aussi celui de l'équilibre, le vestibule.

Par [Florence Rosier](#)

Publié 14 novembre 2022 à 17h35

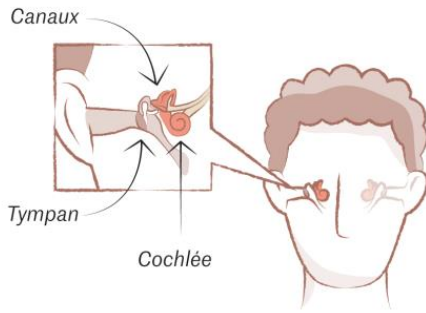
Notre organe de l'équilibre, le vestibule, est une mécanique de haute précision. Il se niche dans la partie postérieure de l'oreille interne, elle-même creusée dans l'os temporal du crâne – elle héberge aussi, dans sa partie antérieure, l'organe de l'audition, la cochlée.

Plongeons dans les cavités de cet organe, toutes baignées d'un liquide, l'endolymphe. Elles forment un labyrinthe à l'architecture « *quelque peu tordue* », [admettaient Werner Graf et François Klam, deux chercheurs du Collège de France, en 2006](#). Surtout, elles offrent un « *magnifique exemple des capacités "d'ingénierie" de la nature et de l'évolution* ».

**Lire aussi :** [Les troubles de l'équilibre sous l'œil de la NASA](#)

Chaque oreille compte cinq cavités : trois canaux semi-circulaires et deux autres cavités, l'utricule et le saccule, qui forment le système otolithique. Les trois canaux semi-circulaires (un horizontal, un vertical antérieur et un vertical postérieur) détectent et mesurent les rotations de la tête. Le système otolithique, lui, détecte les translations de la tête. Très sensible à la gravité, il mesure aussi la position absolue de notre tête par rapport à la verticale. « *Sur terre, ces deux systèmes fonctionnent en permanence, même lorsque nous dormons* », indique Pierre Denise, chercheur au laboratoire Comete de l'Inserm, à Caen.

## Dans le labyrinthe de l'oreille interne...



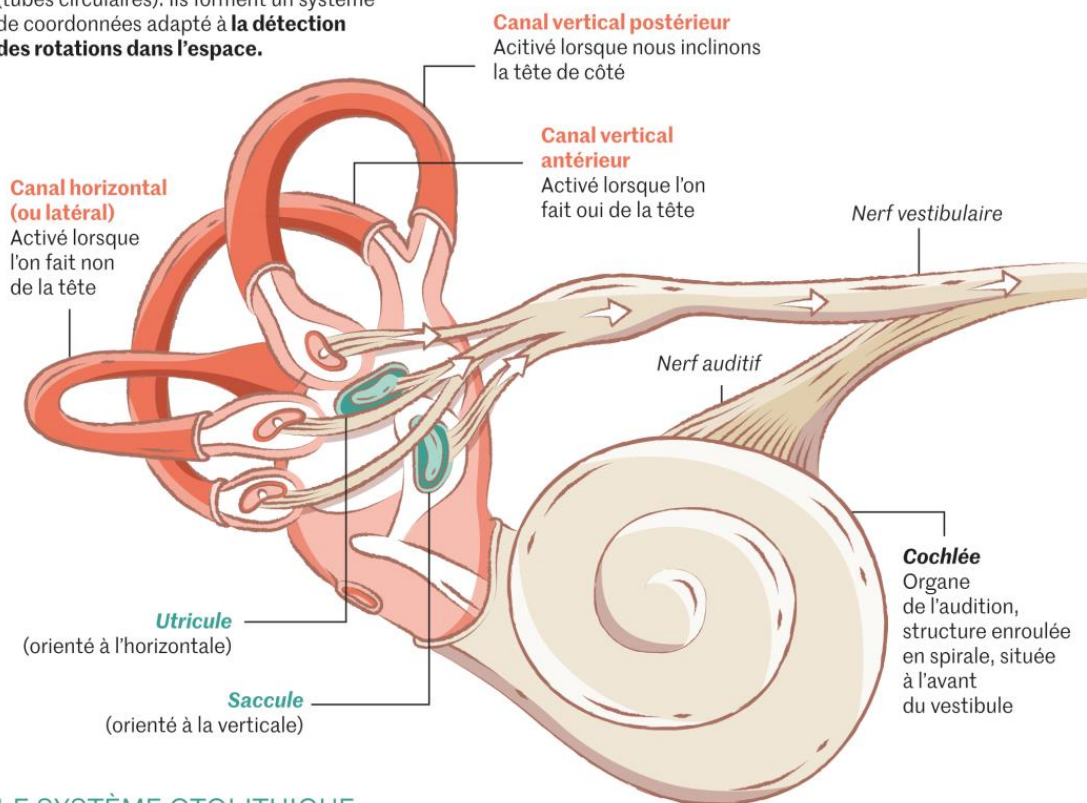
### L'organe de l'équilibre,

ou « système vestibulaire », se niche dans nos deux oreilles internes. Il comporte deux dispositifs sensoriels (ou capteurs). D'une part **les canaux semi-circulaires, qui perçoivent les accélérations angulaires** (rotations). D'autre part **le système otolithique, qui discerne les accélérations linéaires** (translations) et **la gravité terrestre**.

Les cellules sensorielles de l'oreille interne, pour l'audition comme pour le système vestibulaire, sont des cellules ciliées. Ces mécanorécepteurs réagissent à une déviation tangentielle de leurs cils sous l'effet d'un mouvement de notre tête.

## LES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES

Chaque oreille interne en compte **trois**, qui se présentent comme des tores (tubes circulaires). Ils forment un système de coordonnées adapté à **la détection des rotations dans l'espace**.



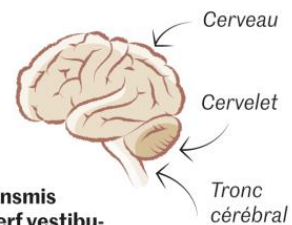
## LE SYSTÈME OTOLITHIQUE

Composé de **deux cavités**, le saccule et l'utricule, il assure **la détection des mouvements d'accélération linéaire et de la gravité** (et ne fonctionnent donc pas en situation de microgravité). C'est aussi lui qui **nous renseigne sur la position absolue de notre tête par rapport à la verticale**.

### Vers le cerveau

Les informations sensorielles issues de ces deux types de capteurs sont **converties en message nerveux**, qui est ensuite **transmis au tronc cérébral – via le nerf vestibulaire – puis au cervelet et au cerveau**.

Finalement, notre équilibre postural résulte de la synthèse, au niveau du cerveau, des informations issues de nos deux oreilles internes, mais aussi de nos yeux et des capteurs placés sur nos muscles, nos articulations et notre peau (système proprioceptif).



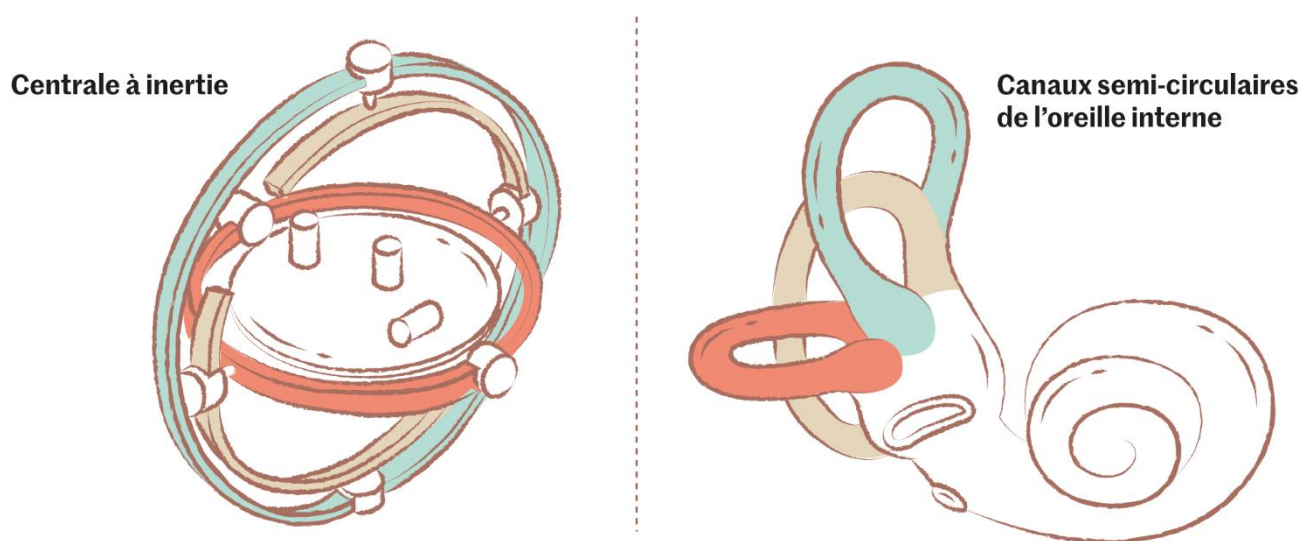
Infographie : *Le Monde*,  
Audrey Lagadec, Florence Rosier  
Sources : Encyclopédie britannique,  
Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology

Le vestibule fait appel à des détecteurs de mouvements particuliers : des cellules bordées de cils, qui tapissent ses cinq cavités. Au repos, le fluide qui baigne ses cavités est immobile. De part et d'autre de notre tête, nos deux canaux horizontaux envoient alors un message équilibré au cerveau. Que se passe-t-il quand

nous tournons la tête à droite ? Ce mouvement génère, par inertie, un flux d'endolymphe en sens inverse. Les cils des cellules ciliées s'infléchissent, ce qui déclenche un signal nerveux asymétrique. « *Le signal issu du canal horizontal droit augmente, celui du canal gauche diminue* », précise Pierre Denise. Ces deux messages concomitants sont envoyés, par l'intermédiaire du nerf vestibulaire, au tronc cérébral, situé à la base du cerveau. De là, ils sont relayés vers le cervelet puis le cerveau.

## Une centrale à inertie

On compare souvent nos trois canaux semi-circulaires à une « centrale à inertie », un instrument de navigation qui équipe certains véhicules terrestres, spatiaux ou marins. Comme cet instrument, ils estiment l'orientation et la position d'un mobile – notre tête – à partir de ses seuls mouvements. De façon saisissante, l'architecture de cet instrument semble calquée sur celle de notre oreille interne. Comme si l'inventivité de la nature, ici, avait devancé l'inventivité humaine...



Infographie : *Le Monde*

Le système otolithique, pour sa part, détecte la pesanteur grâce à une astuce lilliputienne : il recèle de minuscules cristaux calcaires nommés « otolithes » (« pierres d'oreille »). « *Quand nous penchons la tête, ces cristaux sont attirés vers le bas par la gravité* », explique Pierre Denise. Ce faisant, ils entraînent la membrane à laquelle ils sont attachés, ce qui courbe les cils. Les cellules ciliées sont alors activées ou inhibées, selon le sens dans lequel nous penchons la tête.

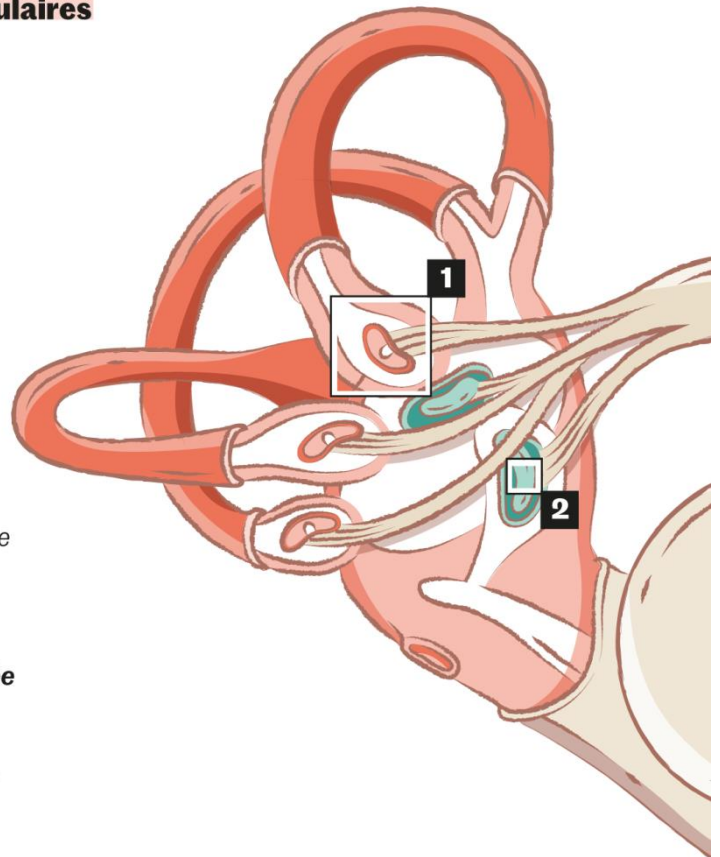
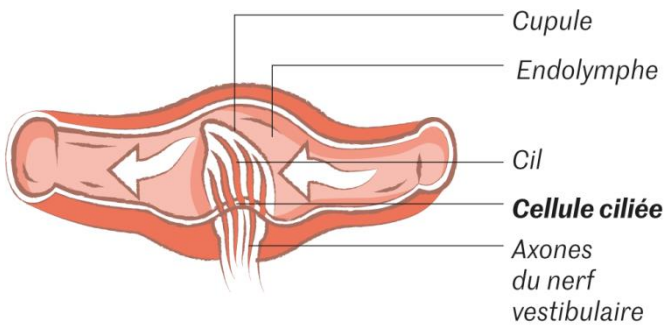
« *Parfois, certains de ces cristaux se détachent et migrent dans les canaux semi-circulaires* », signale Pierre Denise. Résultat, la rotation de la tête déclenche un bref vertige chez les personnes concernées. Un trouble fréquent, nommé « vertige positionnel paroxystique bénin ».

## 1 La perception dans les canaux semi-circulaires

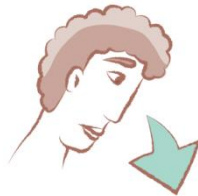


**Quand nous tournons la tête vers la gauche, par exemple,** ce mouvement génère par inertie **un flux d'endolymphe en sens inverse.** Ce courant infléchit les cils des cellules ciliées :

cela excite les récepteurs du canal horizontal de l'oreille gauche, tout en inhibant ceux du canal correspondant de l'oreille droite.



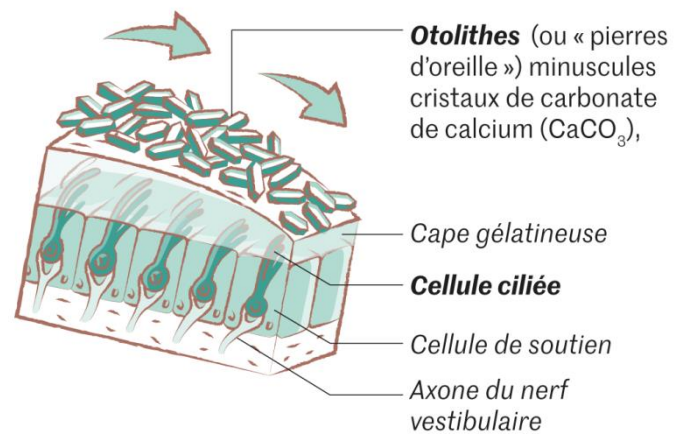
## 2 La perception dans le système otolithique



**Quand nous penchons notre tête, ces petits cristaux,** du fait de leur masse, **sont attirés vers le bas par la gravité.**

Ils glissent alors sur cette membrane, produisant

une force de cisaillement sur les cellules ciliées. Leurs cils s'inclinent dans un sens ou un autre, ce qui va les stimuler ou les inhiber. Un mécanisme analogue a lieu quand la tête accélère en ligne droite.



Infographie : *Le Monde*, Audrey Lagadec, Florence Rosier

Sources : Encyclopédie britannique, Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology

Autre talon d'Achille du système, « *il arrive que l'on confonde le haut et le bas*, signale Pierre Denise. *C'est parce que l'utricule, le principal organe qui détecte la gravité, est orienté à l'horizontale. Que l'on soit debout tête en haut ou tête en bas, il est stimulé à l'identique.* » Pour distinguer le haut du bas, nous nous fions alors en réalité à notre vision mais aussi... à nos viscères, très sensibles à la gravité. Ces capteurs enfouis dans nos entrailles sont cependant inopérants en situation de gravité réduite, comme sous l'eau. Résultat, des plongeurs croient parfois se diriger vers la surface alors qu'ils s'enfoncent vers les abysses. C'est aussi le cas de certains skieurs enfouis sous une avalanche. De tragiqes méprises, si rares qu'elles ont pris de court la sélection naturelle : au fil de l'évolution, cette faille n'a pu être effacée.