



Les troubles de l'équilibre sous l'œil de la NASA

Par [Florence Rosier \(Caen, envoyée spéciale\)](#)

Publié 14 novembre 2022 à 17h48, mis à jour à 01h06

ENQUETE | Dans la perspective d'une mission habitée sur Mars, l'Agence spatiale américaine suit de près l'étude, à Caen, des personnes atteintes d'un déficit de l'oreille interne qui provoque des perturbations proches de celles des spationautes de retour sur Terre après six mois dans l'espace.

Bras croisés, Noémie, 39 ans, avance crânement. La jeune femme place son talon contre la pointe du pied opposé et chemine ainsi pas à pas, le long d'une ligne tracée au sol. Les chercheurs notent le nombre de pas qu'elle effectue sans vaciller. Puis Noémie renouvelle l'exercice les yeux fermés, un pur défi. Elle chancelle fréquemment, les deux expérimentatrices qui l'encadrent sont sur le qui-vive.

Ce test est un classique de l'évaluation des troubles de l'équilibre. Noémie s'y soumettait dans les locaux de l'université de Caen, début octobre, où une trentaine de patients volontaires étaient réunis, venus de la France entière. Quatre jours durant, une batterie d'exams a permis aux chercheurs d'évaluer leur équilibre postural, leur aptitude à la marche en présence d'obstacles, leur perception des angles, des distances et du temps, leur capacité à résoudre diverses tâches cognitives. Leur densité osseuse a été mesurée, leur cerveau passé au crible de l'imagerie par résonance magnétique (IRM). Tous sont atteints, comme Noémie, d'un déficit du système vestibulaire.

Le système vestibulaire ? Un sixième sens méconnu. Il joue pourtant un rôle crucial dans le maintien de notre équilibre, la stabilité de notre regard, notre orientation dans l'espace. Ressentir l'accélération ou la décélération d'un ascenseur, éprouver un virage serré en voiture sont autant de sensations que nous lui devons. Il intervient encore – mais, ici, son mode d'action est plus obscur – dans notre perception du temps, le rythme de nos sécrétions hormonales, la qualité de notre sommeil, notre densité osseuse...



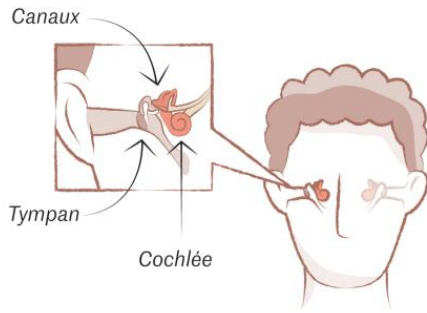
Test de Fukuda à l'université de Caen, le 7 novembre 2022. CHARITY THOMAS / HANS LUCAS POUR « LE MONDE »

Pour autant, « *on ne prend conscience de son existence que dans certaines situations “pathologiques”, comme le mal de mer, l’intoxication alcoolique, les vertiges* », [soulignaient, en 2006, deux chercheurs du Collège de France, Werner Graf et François Klam](#). Est-ce parce que ce petit bijou de précision, parfaite illustration des capacités d’ingénierie de la nature, se loge dans le labyrinthe de nos deux oreilles, dissimulé à nos regards ?

Une panoplie de capteurs

Gardien de notre équilibre, le système vestibulaire n’agit cependant pas seul. Il compte deux précieux alliés : le système visuel et la proprioception. Un septième sens, pour sa part, qui mobilise une panoplie de capteurs sensibles à l’étirement et à la pression, disséminés sur nos muscles, nos tendons et nos ligaments. Ces sentinelles enfouies transmettent au cerveau les données de position des différentes parties de notre corps. In fine, notre encéphale intégrera les messages en provenance de ces trois systèmes – vestibule, système visuel et proprioception. Et les convertira, après un savant calcul, en une information cohérente. Par exemple, « *le corps est debout, la tête a tourné à droite* ».

Dans le labyrinthe de l'oreille interne...



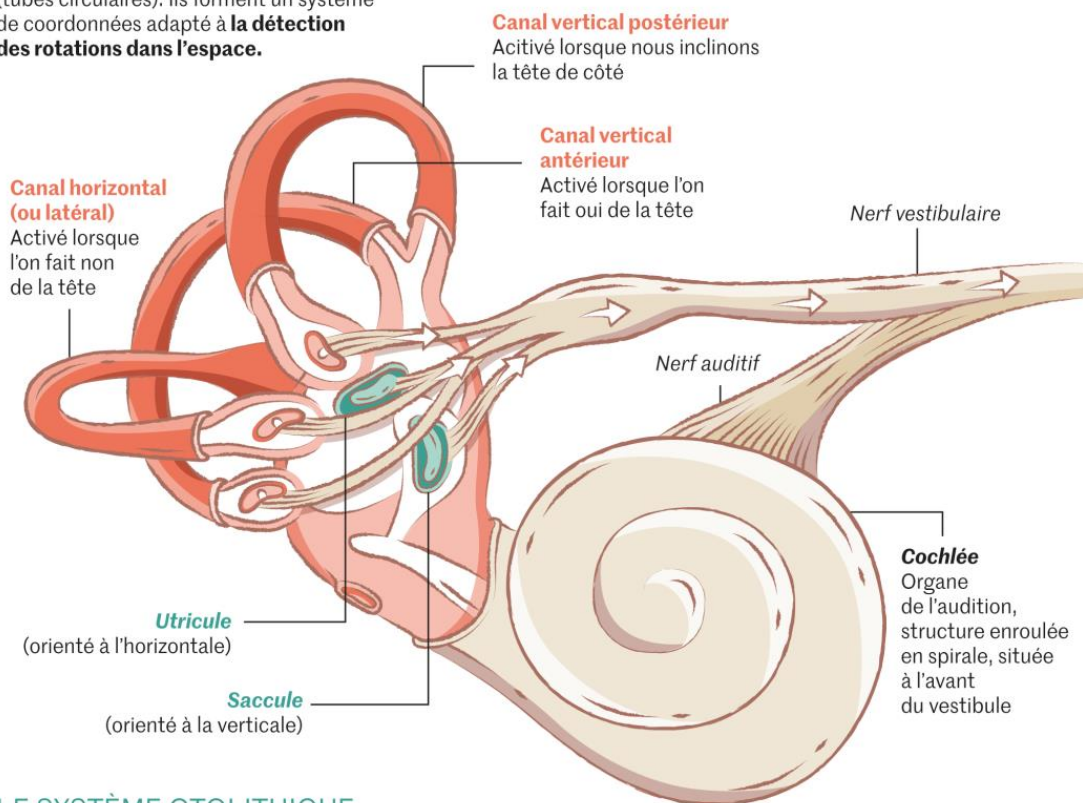
L'organe de l'équilibre,

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

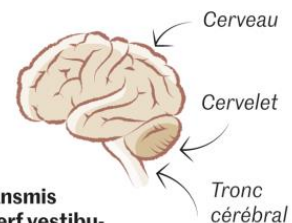
Composé de **deux cavités**, le saccule et l'utricule, il assure **la détection des mouvements d'accélération linéaire et de la gravité** (et ne fonctionnent donc pas en situation de microgravité). C'est aussi lui qui **nous renseigne sur la position absolue de notre tête par rapport à la verticale**.

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

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).



Revenons à Noémie. « *Ma première crise a eu lieu à l'âge de 24 ans, au lendemain d'une soirée étudiante, raconte la jeune femme. J'avais constamment la tête qui tournait, je me cognais aux murs, je zigzaguais dans la rue. Cette sensation d'ébriété permanente a duré un mois et demi puis s'est brusquement arrêtée.*

J'ai ensuite été tranquille neuf ans. » Elle donne naissance à son second enfant. Deux mois plus tard, ces symptômes resurgissent, d'abord entrecoupés de répit. Puis les troubles de l'équilibre deviennent quasi permanents, parfois accompagnés d'une instabilité visuelle et de nausées. « Pendant une bonne minute, mon champ visuel défilait très rapidement à la verticale. »

« J'avais constamment la tête qui tournait, je me cognais aux murs, je zigzaguais dans la rue » – Noémie

Débutent alors trois ans d'errance diagnostique. Elle consulte un médecin généraliste, des ORL, un ostéopathe... « *Le plus pénible a été cette longue période de brouillard. On m'a conseillé d'éviter le stress, de prendre des vacances...* » Pour prévenir les chutes, elle doit faire preuve d'une « *vigilance constante* », d'où une grande fatigabilité. Comme de nombreux patients, elle a aussi droit à « *des remarques ou à des blagues* » évoquant un supposé état d'ébriété.

Lire aussi : [Le vestibule, organe de l'équilibre de notre oreille interne, un bijou d'ingénierie façonné par la nature](#)

En 2019, Noémie finit par consulter le docteur Michel Toupet, ORL spécialisé dans les vertiges au Centre d'exploration fonctionnelle otoneurologique (Cefon), à Paris. Après une série de tests et une IRM, le diagnostic tombe enfin : elle souffre d'une vestibulopathie bilatérale idiopathique (VBI). « *Ce diagnostic a été une délivrance. Je n'étais pas folle, il y avait un vrai problème.* »

D'origine inconnue, cette affection rare toucherait entre 1 000 et 4 000 personnes en France. Elle peut apparaître à tout âge, provoquant une nuée de symptômes bizarres – état ébrié, vertiges et perte d'équilibre, instabilité visuelle... – aggravés par la fatigue, le stress, l'obscurité, les sols instables, la foule...

Un handicap invisible

« *C'est un handicap sensoriel invisible, c'est un peu notre drame* », souligne Monique Evrard, qui préside l'Association française de vestibulopathie bilatérale idiopathique, l'AFVBI. Comme Noémie, les patients errent souvent des années avant de recevoir le bon diagnostic. Celui-ci n'est pas difficile à poser « *mais il faut y penser* », note Pierre Denise, professeur de physiologie, médecin au CHU de Caen.

Ce diagnostic repose sur une panoplie de tests, comme l'épreuve du fauteuil rotatoire. Assis dans le noir, le patient porte des lunettes équipées d'une caméra infrarouge qui enregistre les mouvements spontanés de ses yeux. En temps normal, quand notre système vestibulaire détecte une rotation de notre tête dans un sens, un réflexe déclenche, en sens inverse, une rotation de nos globes oculaires. « *Ce processus assure la stabilité de notre regard* », explique Pierre Denise. Mais chez les patients atteints de VBI, le déficit vestibulaire abolit ce réflexe. A l'épreuve du fauteuil rotatoire, aucun mouvement oculaire n'est détecté. D'où leur vision floue et saccadée lorsqu'ils se déplacent en terrain accidenté – un trouble nommé « *oscillopsie* ».

Une invitée surprise était présente à Caen, début octobre : l'Agence spatiale américaine (NASA), qui s'intéresse de près à l'étude des patients atteints de VBI. « *Mon laboratoire, c'est l'Inserm à Caen, mais c'est aussi la NASA à Houston [Texas], ainsi que la Station spatiale internationale et tous les lieux où atterrissent les spationautes* », explique Gilles Clément, spécialiste de médecine spatiale, qui conduisait une partie des tests menés à Caen.

Après six mois dans l'espace, en effet, les astronautes présentent des troubles de l'équilibre et de la marche. Leur sens de l'orientation est perturbé, ils ont du mal à stabiliser leur regard. « *Nous évaluons leurs troubles deux heures après leur retour sur Terre, puis le lendemain, à Houston, et deux et quatre jours plus tard. Généralement, tout rentre dans l'ordre après quelques jours.* »

Après six mois dans l'espace, en effet, les astronautes présentent des troubles de l'équilibre et de la marche. Leur sens de l'orientation est perturbé, ils ont du mal à stabiliser leur regard

Une partie de ces troubles évoquent ceux des patients atteints de VBI. Trouver des solutions pour les uns pourrait-il aider les autres – et réciproquement ? L'enjeu, pour la NASA : mieux préparer les astronautes aux missions habitées sur Mars – un défi si titanesque que nulle échéance ne peut être avancée. « *Après six mois de vol spatial, les astronautes qui parviendront sur Mars auront des troubles analogues à ceux des astronautes revenant sur Terre après six mois dans l'espace* », anticipe Gilles Clément. « *En l'absence de mesures de compensation, ils ne survivront probablement pas, ajoute Pierre Denise. Ils seront incapables, par exemple, de sortir du vaisseau spatial.* »

Mais les origines exactes des déséquilibres des astronautes restent floues, d'où l'intérêt de ce projet. « *Les tests que nous réalisons à Caen sur les patients sont conduits selon les mêmes protocoles que ceux déjà effectués, depuis 2017, sur plus de trente astronautes américains, européens – dont Thomas Pesquet –, canadiens et japonais* », indique Gilles Clément.

L'étude inclura aussi une trentaine de personnes sans trouble de l'oreille interne (groupe contrôle). Les résultats des trois groupes – patients VBI, groupe contrôle et astronautes – seront comparés. Pour ce projet, la chaire d'excellence Impesanteur, orientation spatiale et perception du temps, du laboratoire Comete de l'Inserm, à Caen, a obtenu un financement de 400 000 euros de la région Normandie, après une évaluation par l'Agence nationale de recherche.



Thomas Pesquet hissé à bord du navire de récupération lors de l'amerrissage du vaisseau spatial Crew Dragon dans le golfe du Mexique, après 199 jours passés à bord de la Station spatiale internationale, lundi 8 novembre 2021. NASA / AUBREY GEMIGNANI

Revenons aux patients. Comment le déficit vestibulaire affecte-t-il leur cerveau ? « *Des études antérieures ont montré une atrophie de leur hippocampe, une région qui intervient dans la mémoire et la navigation spatiale* », explique Olivier Etard, praticien hospitalier au CHU de Caen. « *Ici, nous nous sommes intéressés à une zone du cerveau, la jonction temporo-pariétale, située au-dessus et en arrière des oreilles. C'est là que convergent les informations issues des systèmes visuel, vestibulaire et proprioceptif.* » Dans le tunnel de l'IRM, les patients ont été soumis à une série de tâches cognitives. Ils devaient déterminer par exemple si deux images de mains, orientées différemment, étaient ou non superposables. Pendant qu'ils effectuaient cette rotation mentale, l'activité de cette zone était enregistrée. Son fonctionnement est-il altéré chez les patients atteints de VBI ? Réponse dans quelques mois.

Vertiges rotatoires handicapants

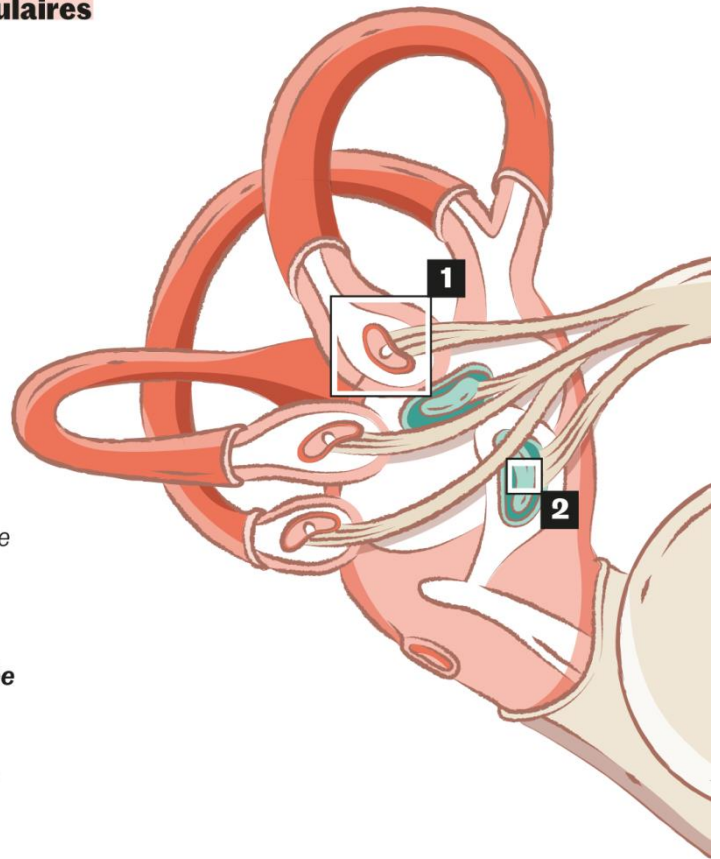
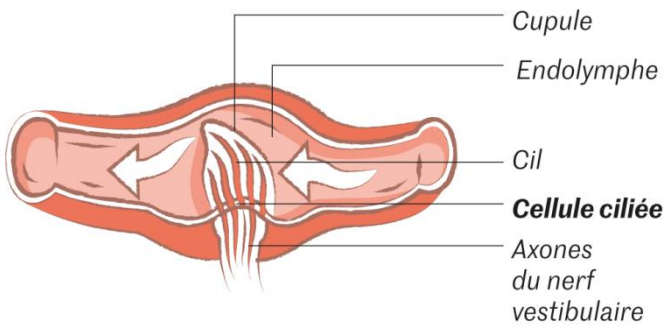
Très souvent, la maladie attaque une oreille avant l'autre. S'il s'agit de la droite, par exemple, l'oreille gauche continue d'envoyer un signal électrique de base. « *Le patient a la sensation permanente que sa tête tourne à gauche. Ses yeux, par réflexe, tournent à droite* », explique Pierre Denise. D'où de grands vertiges rotatoires, très handicapants, dans la première phase de la maladie. « *On se sent comme dans une lessiveuse, témoigne Yannig, 63 ans. Depuis plusieurs mois, je lutte sans cesse contre les fausses informations issues de mon oreille lésée.* » Une épuisante attention. « *Auparavant, je n'avais besoin que de six heures de sommeil par nuit. Il m'en faut désormais dix à douze.* »

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.



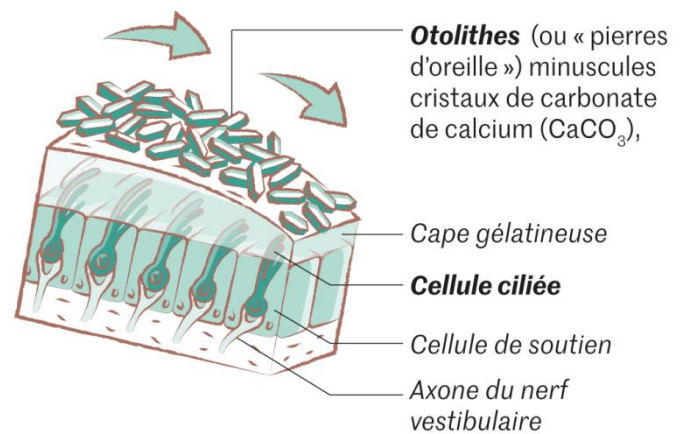
2 La perception dans le système otolithique



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

Yannig a développé la maladie quinze ans après son frère jumeau. « *Il y a une part génétique dans cette maladie, mais elle n'est pas dominante, relève Christian Van Nechel, neurologue à la Clinique des vertiges de Bruxelles. A l'avenir, cette maladie sera probablement subdivisée en différentes entités.* » Une fois les deux oreilles atteintes – une progression inéluctable –, leurs déficits s'équilibrent. Fini les vertiges rotatoires. Pour autant, « *les patients sont encore très gênés : leur système vestibulaire, détruit, ne leur donne plus aucune information* », souligne Pierre Denise.

Quelle est la prise en charge ? « *Elle est encore titubante* », admet Michel Toupet. « *Il n'y a pas de solution miracle* », renchérit Noémie. Une rééducation vestibulaire peut être proposée. Réalisée par des

kinésithérapeutes spécialisés, elle apprend notamment aux patients à mieux solliciter leur proprioception. Des exercices « surtout utiles au début de la maladie, quand les lésions sont unilatérales », précise Monique Evrard.

« Pour moi, cette rééducation n'a servi à rien, indique Noémie. Mais, à force de pratiquer des activités avec mes enfants, comme la randonnée, j'ai développé des réflexes pour conserver mon équilibre. Mes chevilles sont devenues plus fortes ; toucher un meuble ou un mur m'aide aussi. » Les patients apprennent ainsi, au quotidien, à développer « une hypersensibilité pour s'adapter », dit Michel Toupet. « C'est ce qui nous sauve », insiste Monique Evrard. Résultat de cette plasticité cérébrale, la proprioception « devient rapidement dix fois plus développée chez les patients », explique l'AFVBI dans [son ouvrage collectif accessible en ligne, sous-titré J'ai perdu le sens de l'équilibre !](#). Cette faculté de compensation a un nom : c'est la vicariance.

Une des clés de cette compensation viendrait du fait, qu'après ces lésions vestibulaires, le cerveau adulte semble capable de produire de nouveaux neurones pour restaurer l'équilibre. « Ce processus, qui permet un retour progressif de l'équilibre, se produit principalement au sein des noyaux vestibulaires du tronc cérébral, et met en jeu une mosaïque de réarrangements structurels », écrivent ainsi Brahim Tighilet, Guillaume Rastoldo et Christian Chabbert, de l'université Aix-Marseille (CNRS), dans la revue *Médecine Sciences*.

Autre précieux appui : celui des pairs. « Notre association, l'AFVBI, joue un énorme rôle de soutien psychothérapeutique. Nous avons déjà ramassé des patients au bord du suicide », glisse Minh Tham Vo, qui a fondé cette association, en 2005, avec une autre patiente et Michel Toupet.

L'espoir des implants vestibulaires

Les causes de la maladie restent obscures. Dans de rares cas, on a pu incriminer des médicaments toxiques pour l'oreille interne, notamment certains antibiotiques comme la streptomycine. Deux hypothèses sont à l'étude : « une atteinte des micro-vaisseaux qui irriguent l'oreille interne », indique Christian Van Nechel, ou encore « une auto-immunité s'attaquant à l'oreille interne », ajoute Michel Toupet. On a découvert, dans le sang de certains patients, un excès de trois molécules (la sérotonine, l'homocystéine ou certains anticorps). Parce que l'aspirine et la vitamine B9 limitent l'impact de ces anomalies, ces traitements sont parfois proposés en début de maladie. « Certains patients semblent récupérer un peu », avance Michel Toupet. Prudence cependant, car ces essais sont préliminaires.

« Notre espoir repose sur le développement d'implants vestibulaires », estime Monique Evrard. Ces implants sont encore au stade de la recherche. « De premiers essais menés en Suisse semblent très prometteurs, indique Charlotte Hautefort, ORL à l'hôpital Lariboisière (AP-HP) à Paris, responsable nationale d'un programme sur les maladies vestibulaires rares. Par exemple, les patients qui ont reçu un implant récupèrent un réflexe vestibulo-oculaire. » Pour l'heure, ces dispositifs restent limités à ceux ayant une surdité profonde associée à leur déficit vestibulaire, « du fait du risque de surdité liée à la chirurgie », précise Charlotte Hautefort.

Le vestibule n'a pas livré tous ses secrets. « Grâce à cette chaire d'excellence, nous espérons mieux comprendre son rôle dans la perception de l'espace et du temps », indique Pierre Denise. Démonstration à Caen. Minh Tham Vo s'assied dans un fauteuil rotatoire, muni d'un masque et d'un casque antibruit. Puis le fauteuil se met à tourner d'un certain angle, pendant quelques secondes. Quand il s'arrête, un bouton vibre sous la main du patient. Celui-ci devra ensuite appuyer sur ce bouton le temps qu'il estime avoir tourné. « Notre hypothèse est que les patients et les astronautes dans l'espace ont une horloge interne accélérée [par rapport à la moyenne des gens], au final plus juste », explique Cecilia Navarro Morales, doctorante. Quand il s'écoule une minute, en effet, la plupart d'entre nous comptent plutôt soixante-dix secondes. Mais, dans l'espace, l'estimation des astronautes est d'environ soixante secondes. En sera-t-il de même chez les patients VBI ? L'avenir le dira.

En apesanteur, les astronautes perdent les fonctions de leur oreille interne liées à la gravité. Par ailleurs, ils flottent dans l'espace : sans contact avec le sol, ils perdent aussi les données de proprioception. Une fois de retour sur Terre, « *quelle est la part de leurs troubles due à l'absence de gravité qu'ils ont expérimentée dans l'espace ? Quelle est la part due à l'absence d'informations proprioceptives ?* », s'interroge Gilles Clément. Les patients atteints de VBI, on l'a vu, ont appris à développer leur proprioception pour compenser leur déficit vestibulaire. Grâce à quoi, les premiers constats dressés à Caen ont été éloquentes : « *Sur certains tests, ces patients ont fait mieux que les astronautes de retour de mission* », relève Gilles Clément.

L'espoir est de développer, pour les astronautes, des stratégies de prévention plus efficaces – par des programmes d'exercices physiques, voire par des techniques de stimulation cérébrale transcrânienne en vol. Des progrès ont déjà été réalisés. « *Désormais, ils récupèrent en deux ou trois jours au lieu d'une semaine auparavant* », indique le spécialiste de médecine spatiale.

Pourrait-on encore réduire ce délai ? Pour la NASA, l'enjeu est crucial. Plus les astronautes récupéreront vite, moins les vaisseaux devront être chargés en nourriture, eau, air... Or, ces mêmes vaisseaux devront revenir sur Terre : il faudra les alléger au maximum. Autre inconnue : la gravité réduite sur Mars – environ un tiers de la gravité terrestre – permettra-t-elle aux spationautes de récupérer des troubles liés à leur vol aller ? Après avoir foulé le sol de la Planète rouge, ils devront revenir sur Terre. En bonne santé.

[Florence Rosier Caen, envoyée spéciale](#)



Les troubles de l'équilibre sous l'œil de la NASA

Une étude est menée à Caen sur des personnes atteintes d'un déficit de l'oreille interne qui provoque perte d'équilibre, vision floue, troubles du sommeil... L'agence spatiale américaine s'y intéresse, en vue d'une mission habitée sur Mars, alors que les spationautes ont des symptômes similaires à leur retour sur Terre

FLORENCE ROSIER
Caen - envoyée spéciale

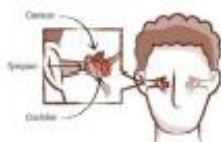
Bras croisés, Noémie, 39 ans, souève calmement. Le jour, ferme place son talon contre la pointe du pied opposé et chemise tirée pas à pas, le long d'une ligne tracée au sol. Les chercheurs notent le nombre de pas qu'elle effectue sans vaciller. Puis Noémie rouvre les yeux fermés, un par défi. Elle change fréquemment, les deux expérimentations qui l'occupent sont sur legs-verts. C'est un classique de l'évaluation des troubles de l'équilibre. Noémie y est soumise dans les locaux de l'université de Caen, dans un labo, où une trentaine de patients volontaires âgés de 20 à 70 ans, venus de la France entière. Quatre jours durant, une batterie d'exercices a permis aux chercheurs d'évaluer leur équilibre postural, leur aptitude à la marche en présence d'obstacles, leur perception des angles, des distances et du temps, leur capacité à résoudre diverses tâches cognitives. Leur densité osseuse a été mesurée, leur cerveau passé au criblé de l'imagerie par résonance magnétique (IRM). Tous sont atteints, comme Noémie, d'un déficit du système vestibulaire. Le système vestibulaire ? Un système semi-récemment. Il joue pourtant un rôle crucial dans le maintien de notre

équilibre, la stabilité de notre regard, notre orientation dans l'espace. Ressentir l'accélération ou la déviation d'un accéléromètre, observer un village terre en voiture sont autant de sensations que nous lui devons. Il intervient encore – mais, ici, son mode d'action est plus obscur – dans notre perception du temps, le rythme de nos sécrétions hormonales, la qualité de notre sommeil, notre densité osseuse... Pour autant, « on ne prend conscience de son existence que dans certaines situations "pathologiques", comme le mal de mer, l'intoxication alcoolique, les vertiges », souligne, en 2008, deux chercheurs du Collège de France, Werner Graf et François Klarn. Est-ce parce que ce petit bijou de précision, parfaite illustration des capacités d'ingénierie de la nature, se loge dans le labyrinthe de nos deux oreilles, dissimulé à nos regards ?

Deux précieux ciliés
Gardiens de notre équilibre, le système vestibulaire s'agit cependant pas seul. Il corrépond deux précieux alliés : le système visuel et la proprioception. Un système sans, pour sa part, qui mobilise une panoplie de capteurs sensibles à l'équilibre et à la pression, disséminés sur nos muscles, nos tendons et nos ligaments.

● CIRE LA SUITE PAGES 4-5

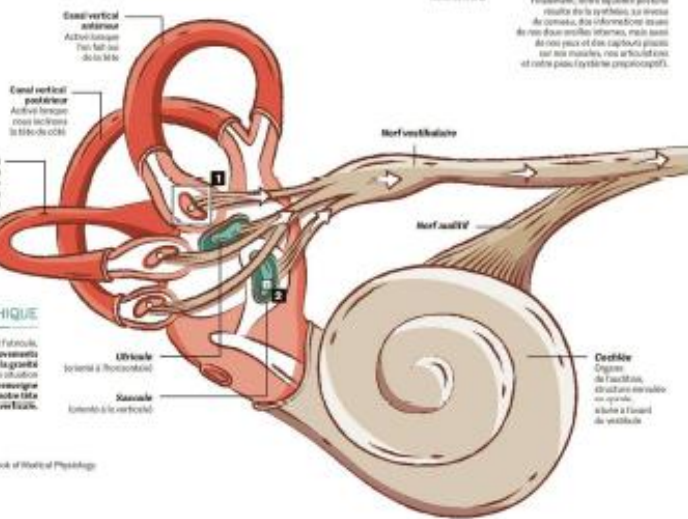
Dans le labyrinthe de l'oreille interne...



L'organe de l'équilibre, l'oreille interne est composée de trois parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne. L'oreille externe est constituée de la peau et du pavillon de l'oreille. L'oreille moyenne est constituée de trois osselets : le marteau, l'enclume et l'étrier. L'oreille interne est constituée de deux parties : le vestibule et la cochlée. Le vestibule est responsable de l'équilibre et de la perception de la position de la tête dans l'espace. La cochlée est responsable de l'audition.

LES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES

Chaque oreille interne est composée de trois canaux semi-circulaires (canaux de l'oreille interne). Ils sont disposés de manière à ce qu'ils puissent détecter les rotations dans les trois plans de l'espace.



LE SYSTÈME OTOLITHIQUE

Composé de deux parties, le vestibule et l'utricule, il assure la détection des mouvements d'accélération linéaire et de la gravité. Les otolithes sont des grains de carbonate de calcium. Ils sont situés dans le vestibule et l'utricule. Ils sont responsables de la perception de la position de la tête dans l'espace.

Illustration : Le Monde, Audrey Legrand, Thomas Hofer
Sources : Encyclopédie Britannica, Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology

Les secrets de l'oreille interne, clé de l'espace

► SUITE DE LA PREMIÈRE PAGE

Les otolithes sont des grains de carbonate de calcium. Ils sont situés dans le vestibule et l'utricule. Ils sont responsables de la perception de la position de la tête dans l'espace. Les otolithes sont des grains de carbonate de calcium. Ils sont situés dans le vestibule et l'utricule. Ils sont responsables de la perception de la position de la tête dans l'espace.

d'une vestibulopathie bilatérale idiopathique (VIB). « C'est d'origine génétique, le plus probable. Il y a une prédisposition. » D'origine génétique, cette affection peut toucher tout âge et être présente en France. Elle apparaît à tout âge, promouvant une perte de l'équilibre sans douleur, vertigeux par épisodes, instabilité visuelle... « Aggravé par la fatigue, le stress, l'abus de la consommation d'alcool... » « C'est un trouble assez insidieux, c'est un peu comme Alzheimer », souligne Marjorie Lévesque, qui pratique l'otoaudiologie à Paris. Les patients atteints de VIB ont souvent des antécédents de « vertige à l'état de veille », note Pierre Denais, professeur de physiologie, audiologie au CHU de Caen.

Mieux prévenir les otolithes
Ce diagnostic repose sur une prise de sang, comme l'épreuve de l'analyse relative. Mais dans le sang, le peptide porte des caractéristiques d'un cancer labryrinthique qui émettent les mêmes anticorps que ceux du sang. La seule norme, quand cette épreuve est faite. « Mais souvent les données cliniques sont, au mieux, ambiguës, on peut inverser une réaction de nos globes oculaires. » Ce processus change la stabilité de notre regard », explique Pierre Denais. Mais chez les patients atteints de VIB, le déficit vestibulaire persiste en silence. À l'épreuve de l'analyse relative, aucun mouvement oculaire n'est détecté. « On leur vision bouge et pourtant lorsqu'ils se déplacent en terrain accidenté — un terrain normal — on décale », note Denais.

Une autre surprise était présente à Caen, dans l'otoaudiologie quand on a commencé à faire des tests de VIB. « Alors l'abandonner, c'est l'histoire à Caen, mais c'est aussi la tête à l'inverse [France],

mais quand on teste après la lésion bilatérale et dans les deux cas, on a une perte de l'équilibre », explique Gilles Clément, spécialiste de médecine spatiale, qui coordonne une partie des travaux menés à Caen. Après six mois dans l'espace, en effet, les accéléromètres placés dans les canaux de l'oreille interne ont permis de constater une perte de l'équilibre. « Mais chez les gens atteints de VIB, on a vu que leur retour sur Terre, puis le lendemain, à l'inverse, et donc à quatre jours plus tard, généralement, tout est revenu. D'où le nom de syndrome de Caen », dit-il.

Une partie de ces troubles touchent ceux des patients atteints de VIB. Trouver des solutions pour les aider pourrait aider les autres — et vice-versa. L'objectif pour la NASA est de passer les astronautes aux missions habitées sur Mars — un défi à l'échelle de ce qui est le plus difficile à accomplir. « Après six mois de vol spatial, les astronautes qui partent sur Mars auront des troubles vestibulaires à leur retour », dit-il. « On va essayer de trouver des solutions pour les aider à leur retour sur Terre après six mois dans l'espace, à l'inverse de ce qui se passe sur Terre. »

Mais les origines exactes des symptômes des astronautes restent floues, dit Gilles Clément. Une autre piste est de mieux comprendre les mécanismes de l'équilibre. « On va essayer de mieux comprendre les mécanismes de l'équilibre », dit-il. « On va essayer de mieux comprendre les mécanismes de l'équilibre », dit-il. « On va essayer de mieux comprendre les mécanismes de l'équilibre », dit-il.

Revenons aux patients. Comment le déficit vestibulaire affecte-t-il leur cerveau ? « On a vu des astronautes qui ont eu des troubles de leur équilibre, leur vision qui devenait floue. Après six mois dans l'espace, on a vu que les accéléromètres placés dans les canaux de l'oreille interne ont permis de constater une perte de l'équilibre. Mais chez les gens atteints de VIB, on a vu que leur retour sur Terre, puis le lendemain, à l'inverse, et donc à quatre jours plus tard, généralement, tout est revenu. D'où le nom de syndrome de Caen », dit-il.

Une autre piste est de mieux comprendre les mécanismes de l'équilibre. « On va essayer de mieux comprendre les mécanismes de l'équilibre », dit-il. « On va essayer de mieux comprendre les mécanismes de l'équilibre », dit-il. « On va essayer de mieux comprendre les mécanismes de l'équilibre », dit-il.

« On va essayer de mieux comprendre les mécanismes de l'équilibre », dit-il. « On va essayer de mieux comprendre les mécanismes de l'équilibre », dit-il. « On va essayer de mieux comprendre les mécanismes de l'équilibre », dit-il.

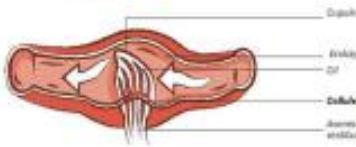
« J'VAIS CONSTamment LA TÊTE QUI TOURNE, JE ME COULOIS AUX HURS, JE ZHOZAGUAIS DANS LA RUE »
HUBERT

« On va essayer de mieux comprendre les mécanismes de l'équilibre », dit-il. « On va essayer de mieux comprendre les mécanismes de l'équilibre », dit-il. « On va essayer de mieux comprendre les mécanismes de l'équilibre », dit-il.

1 La perception dans les canaux semi-circulaires



Quand nous tournons la tête vers la gauche, par exemple, un mouvement génère une force d'inertie qui agit sur les cellules ciliées...



2 La perception dans le système otolithique



Quand nous penchons notre tête, nos petits cristaux, qui ont leur masse, sont attirés vers le bas par la gravité...



« On veut, cette recherche va servir à des usages médicaux, mais il faut de préférence des activités avec des réflexes, comme le tennis, le badminton... »

Equipé des implants vestibulaires, les canaux de la moelle cervicale observés dans de rares cas, on a pu identifier des mécanismes...

« Notre espoir réside dans le développement d'implants qui soient moins coûteux et plus faciles à installer... »

moins comprendre son rôle dans la perception de l'espace et du temps, indique Pierre Decize.

En attendant, les chercheurs peaufinent les fonctions de leur oreille interne liées à la gravité. Par ailleurs, ils font dans l'espace, sans contact avec le sol, ils peaufinent aussi les données de perception.

Pourquoi-on observe cela chez les astronautes? Pourquoi est-ce crucial? Pourquoi les astronautes réapprennent-ils à marcher sur Terre...

LE VESTIBULE, ORGANE MÉCONNU

Notre organe de l'équilibre, le vestibule, est un centre méconnu de notre système...

le bas par la pesanteur, explique Pierre Decize. Ce fluide, si on le traite, la membrane à laquelle il est attaché...

Une oreille à trois canaux. On compare souvent aux trois canaux semi-circulaires à un certain nombre de canaux qui se situent dans le vestibule...

le vestibule fait appel à des dizaines de neurones particuliers, des cellules sacculaires, qui captent les informations...

Publicité for 'cité science actualités' featuring a yellow measuring tape and the text '8 milliards d'humains... et après?' with dates for an exhibition.