© MastakA / shutterstock

Guérir les vertiges

Par James Phillips, département d'otorhinolaryngologiechirurgie de la tête et du cou à l'université de Washington.

Des chirurgiens sont parvenus à implanter une prothèse vestibulaire chez quatre patients atteints de vertiges handicapants. Des centaines de milliers de personnes pourraient ainsi retrouver le sens de l'équilibre.

obert Milner (le nom a été changé), avocat et amateur d'activités de plein air, conduisait sur l'autoroute, à travers les reliefs montagneux de l'état de Washington, quand il sentit que son véhicule basculait sur le côté. Avait-il été percuté brutalement sans qu'il n'ait rien vu? L'avocat appuya violemment sur les freins. La voiture s'immobilisa – mais étonnamment elle était bien campée sur ses quatre roues, au milieu de l'autoroute. Mais pas Robert Milner. Il resta muré dans un tourbillon mental incontrôlable, jusqu'à l'arrivée des secours.

Des crises de vertiges comme celle-ci, où tous vos sens vous disent que vous bougez alors que vous restez immobile, Robert Milner en a connu d'autres. Cela lui arrive même fréquemment. Il se souvient de ce jour ou il s'est effondré sur les marches du tribunal, le monde virevoltant autour de lui. Il avait dû rester allongé sur le flanc, nauséeux et incapable de bouger, jusqu'à l'arrivée de l'ambulance.

Voici trois ans que sa vie a été littéralement bouleversée par un dysfonctionnement d'une petite structure de l'oreille interne connue sous

EN BREF

- Une personne sur trois connaît des crises de vertiges au cours de sa vie, dues à une maladie, une blessure ou à la prise de médicaments.
- Le dysfonctionnement de l'oreille interne peut augmenter avec l'âge, entraînant des problèmes d'équilibre chez 80 % des patients âgés dont les blessures liées aux chutes peuvent être fatales.
- Une prothèse de l'oreille interne peut permettre, aux patients atteints de troubles sévères du système vestibulaire, de retrouver équilibre et orientation.

le nom de labyrinthe vestibulaire. Logé tout à côté de la structure qui nous permet d'entendre mais bien distinct de celle-ci, cet élément perçoit l'orientation et les mouvements de notre tête. On ne s'en rend pas toujours compte, mais elle est essentielle au bon fonctionnement de notre corps. À la fois pour se tenir en équilibre et se déplacer, mais aussi pour stabiliser la vision: lorsque votre tête tourne dans un sens, le système vestibulaire enclenche le mouvement des yeux dans la direction opposée afin de conserver une image stable de ce que vous regardez. Cette commande est nommée réflexe vestibulooculaire.

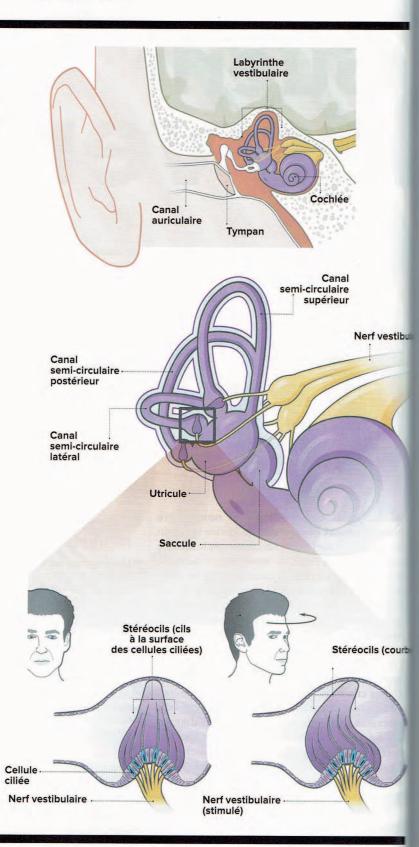
Quand les organes de l'oreille interne sont défaillants, le monde se met à tourner, à se renverser ou à devenir flou. Sensations d'instabilité, de chute, auxquelles s'ajoutent à cause des connexions entre le système vestibulaire et d'autres régions du cerveau des vomissements ou un sentiment d'égarement. Ces troubles de l'oreille interne sont parfois dus à des infections, des perturbations du système auto-immun, des traumatismes crâniens, la prise d'antibiotiques

COMMENT NOUS DISTINGUONS LE HAUT DU BAS

es oreilles servent à entendre, mais pas seulement! Elles contiennent aussi des organes indispensables à notre orientation dans l'espace, notre vision et notre équilibre. Ces structures constituent le labyrinthe vestibulaire. Elles se trouvent près de la cochlée - la partie « entendante » de l'oreille interne - mais ont différentes fonctions. Parmi ces organes vestibulaires figurent les canaux semi-circulaires (supérieur, postérieur et latéral) positionnés à angle droit les uns par rapport aux autres. Leur fonction est de percevoir la rotation de la tête dans les trois dimensions de l'espace. Quand la tête tourne, le fluide, logé à l'intérieur du canal, se déplace et bouscule une substance gélatineuse dans laquelle baignent les prolongements des cellules ciliées (appelés stéréocils). Le repli de ces cils entraîne l'activation des cellules auxquels ils sont attachés. Celles-ci émettent alors des signaux qui sont transmis au cerveau par l'intermédiaire du nerf vestibulaire. Percevoir la rotation de la tête est essentiel à la vision : les yeux doivent alors compenser ce mouvement sous peine de voir notre environnement tournoyer chaque fois que nous tournons la tête.

Les deux organes vestibulaires restants sont l'utricule et le saccule, encore appelés organes otolithes. Ces structures en forme de sacs nous renseignent sur notre orientation par rapport à la force de gravité — l'inclinaison de la tête et nos mouvements linéaires.

À l'intérieur de ces organes, les cils des cellules réceptrices sont intégrés à une couche de gélatine couverte de cristaux de carbonate de calcium. Incliner la tête entraîne le glissement des cristaux d'un côté et par conséquent le repli de la couche de gélatine et des stéréocils. Les mouvements latéraux provoquent quant à eux le déplacement – horizontal, vers le haut ou vers le bas – des cristaux avec pour conséquence, toujours, une distorsion des stéréocils et une activation des cellules réceptrices.



ou même à certains traitements contre le cancer. Le cas de Robert Milner est particulier. Pour des raisons inconnues, la pression à l'intérieur d'une de ses oreilles internes augmente au point de provoquer la rupture des membranes des cellules qui la composent et de provoquer l'arrêt de son fonctionnement.

Si le cas de Robert Milner, connu sous le nom de maladie de Ménière, ne concerne que douze cas sur mille, les dysfonctionnements de l'oreille interne sont plutôt courants. Une personne sur trois environ souffre de vertiges à un moment de sa vie, à cause d'une maladie, d'une blessure ou de la prise de médicaments. Pour la plupart d'entre nous, ces symptômes, bien que dramatiques, sont de courte durée. Soit l'oreille interne finit par se réparer, soit le cerveau, peu endommagé, finit par s'adapter.

Dans le cas de dommages sévères de l'oreille interne, soit pour un cas sur huit, les dysfonctionnements sont trop importants pour être compensés naturellement. Les personnes sont alors atteintes de déséquilibres chroniques jusqu'à la fin de leur vie. À cela s'ajoutent dans certains cas des troubles de l'oreille interne liés à l'âge, entraînant des pertes d'équilibre chez 70 à 80% des personnes âgées, et l'on sait que les chutes sont la première cause de blessures mortelles chez les séniors. Pour la grande majorité des victimes de perte vestibulaire chronique, il n'existe aucun espoir de réactiver les fonctions perdues.

En réalité, dans la plupart des cas de vertiges, le traitement ne vise pas à réparer le système mais, bien au contraire, à l'éteindre. Pour éviter cela, mes collègues de l'université de Washington et moi-même avons mis au point depuis huit ans une prothèse de l'oreille interne qui pourrait redonner l'équilibre et le sens de l'orientation aux patients dont le système vestibulaire a été endommagé, tel Robert Milner.

UN GUIDAGE INERTIEL

Le réseau vestibulaire du cerveau sert, pour le corps, de système de guidage inertiel. Ce réseau reçoit l'information issue des différentes modalités sensorielles que sont la vision, le toucher et la perception des muscles (kinesthésie) et aide notre conscience à se construire une réalité physique dans son environnement. Le labyrinthe vestibulaire en est l'élément sensoriel majeur. Il est constitué de cinq organes qui scrutent en permanence les mouvements de la tête et en informent immédiatement le cerveau. Imaginez trois canaux semi-circulaires, tels des minuscules cerceaux, orientés à angle droit les uns par rapport aux autres, qui enregistrent les mouvements de rotation de notre tête en trois dimensions (voir la figure à gauche); tandis que

deux organes dits otolithes, en forme de sacs, renseignent le cerveau sur l'orientation de la tête par rapport à la gravité et sur ses mouvements linéaires – ascendants, descendants ou latéraux.

Peu importe dans quelle direction vous tournez la tête, une combinaison de canaux semi-circulaires entre immédiatement en action. Et si vous inclinez la tête ou la déplacez en ligne droite, ce sont alors les concrétions (ou otolithes) qui prennent le relais. Ces organes contiennent un fluide et des cellules réceptrices dont les cils

Quand les organes de l'oreille interne sont défaillants, le monde tourne, se renverse ou devient flou. On perd l'équilibre, on se sent désorienté ou on chute...

Biographie

James Phillips

enseignant-chercheur associé au département d'otolaryngologiechirurgie de la tête et du cou à l'université de Washington. Il dirige le Dizziness and balance center du Washington medical center ainsi que le Clinical oculomotor laboratory du Seattle Children's Hospital. Il est aussi affilié au Virgin Merrill Bloedel hearing research center. baignent dans une gélatine ou sont intégrés à une couche gélatineuse (selon les organes). Lorsque la tête bouge, le fluide ou le gel retient les cils qui, alors étirés, activent les cellules réceptrices qui en alertent immédiatement le cerveau.

Chaque fois que vous tournez votre tête, vous déclenchez une combinaison d'activation particulière des trois canaux de chaque côté de votre tête qui est fonction de la direction du mouvement. Donc si vous levez la tête en regardant voler un papillon, les deux canaux postérieurs vont répondre activement au mouvement vers le haut tandis que les cellules des canaux antérieurs cesseront toute activité. De même, tourner la tête à gauche réveillera le canal horizontal gauche et éteindra le canal droit.

Le cerveau calcule alors la vitesse du mouvement à partir de la fréquence des signaux émis par chaque oreille. Si vous basculez votre tête à droite, par exemple, les cils du canal de l'oreille droite vont se tordre intensément et produire plus de messages nerveux tandis que ceux de l'oreille gauche vont réduire leur activité. Charge ensuite au cerveau de compiler ces informations et de les interpréter.

INCAPABLE DE MARCHER ET DE PENSER

Pour les personnes chez qui l'information vestibulaire ne circule pas du tout, souvent suite à la prise de médicaments toxiques pour les cellules ciliées, l'environnement semble bouger à chaque mouvement de la tête, comme à travers une caméra tremblante. L'équilibre se trouve sérieusement compromis. Ces patients titubent, comme en



GUÉRIR LES VERTIGES

état d'ébriété, ou font de petits pas saccadés. Dans ce cas, le moindre aller-retour à la boîte aux lettres devient un défi insurmontable. Et comme le système vestibulaire est connecté au cerveau qui régit la mémoire de travail et la concentration, les patients rencontrent aussi des troubles de la pensée, de l'attention ou de la mémoire des événements et des lieux. Chaque jour revient à ressentir

66

En stimulant diverses parties de l'oreille interne du patient, nous lui donnions l'impression de basculer vers l'avant, ou vers la droite...

des sensations psychiques et physiques similaires à celles que l'on ressent quand on flotte au milieu de l'océan et qu'aucun ancrage n'est possible.

Les cannes et les déambulateurs, par leur contact avec le sol, apportent des informations sensorielles supplémentaires et viennent en aide à ces patients. Sans toutefois accélérer ni normaliser la locomotion de leurs utilisateurs, ni même atténuer un fréquent sentiment de désorientation ou de détachement vis-à-vis de leur propre corps.

Dans les cas où le système vestibulaire est endommagé de façon asymétrique, ce qui est le plus souvent le cas après une maladie ou un traumatisme, la situation est parfois bien pire pour les patients, en proie à des nausées et des illusions de mouvement. Ainsi, des dommages causés à une seule oreille provoquent des vertiges sévères, bien connus des patients atteints de la maladie de Ménière.

Lorsque nous sommes immobiles, le cerveau s'attend à recevoir de chaque oreille une information vestibulaire cohérente et équilibrée. L'oreille vers laquelle pivote la tête émet un signal plus fort que la seconde. Donc quand une oreille cesse d'émettre des signaux, le cerveau interprète le message électrique relativement important de l'autre oreille comme le signal d'un mouvement rapide ou d'une chute brutale dans la direction du signal. Même si vous savez que vous ne pouvez vraisemblablement pas être en train de bouger activement, vous avez la sensation de tourner ou de réaliser un saut périlleux dans l'espace.

10%
DES PERSONNES
DE 18 À 64 ANS

souffriraient occasionnellement de vertiges d'origine vestibulaire. Craignant un empoisonnement, le cerveau active alors les fonctions réflexes qui vident violemment l'estomac et lance au corps *via* l'oreille malade un appel au secours pour l'empêcher de tomber dans le sens opposé.

Dans le cas de Robert Milner, la maladie n'a pas entraîné la destruction totale d'un côté du système vestibulaire mais un dysfonctionnement récurrent. Pour des raisons encore inconnues, le fluide s'accumule et crée un étirement des membranes de l'oreille interne qui finissent par se rompre. En s'échappant entre les différents compartiments, le fluide modifie alors le gradient électrochimique que les cellules ciliées utilisent pour transmettre leurs messages au cerveau. L'oreille ne fonctionne plus. Parfois, un régime alimentaire particulier ou la prise de diurétiques permet de contrôler la fréquence et la sévérité de ces épisodes. Une chirurgie d'une partie de la membrane peut aussi permettre de réduire la pression, mais ses effets sont de courte durée. Aucune de ces solutions n'a permis d'aider Robert Milner. Sa seule option était alors la destruction chimique ou chirurgicale de la fonction vestibulaire - et auditive sans doute - de son oreille endommagée. À défaut d'entendre et de marcher aisément, il aurait au moins échappé aux malaises et vomissements permanents, ainsi qu'aux troubles cognitifs associés. Mais ce n'était évidemment pas une solution très encourageante.

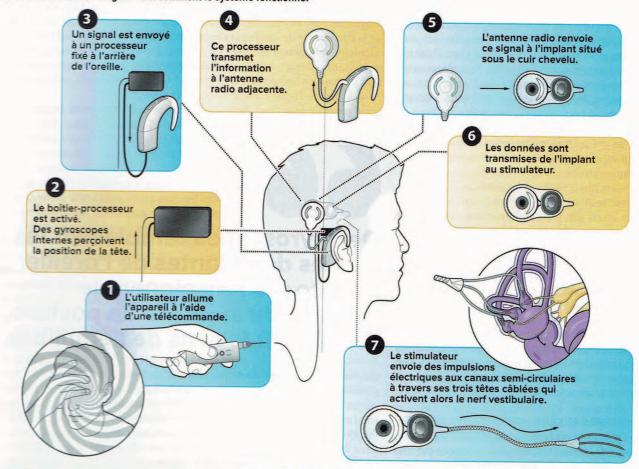
En 2010, alors que l'avocat s'était préparé à une opération, son chirurgien lui a parlé d'un tout nouveau traitement expérimental. Mes collègues de l'université de Washington et moimême venions de recevoir l'agrément de la Food and Drug Administration (FDA) américaine autorisant, chez l'homme, les premiers essais cliniques pour la pose d'un stimulateur nerveux en remplacement de la fonction vestibulaire défaillante. Nous lui avons alors proposé d'être l'un de nos dix premiers patients.

VERTIGES ARTIFICIELS

Notre équipe rêvait depuis longtemps d'offrir un remède aux 6 millions de patients atteints de perte vestibulaire bilatérale aux États-Unis (les estimations en France tournent autour de 1 million) mais aussi à ceux, plus nombreux encore, qui souffrent d'une perte unilatérale non compensée. Dans notre clinique, au fil des années, nous avions suivi des personnes nées avec un dysfonctionnement génétique appelé syndrome d'Usher, avec peu ou pas de fonction vestibulaire active, ou fonction auditive. Ces personnes commencent par utiliser les fonctions visuelles pour compenser ce déséquilibre, mais elles perdent généralement la vue dans un deuxième temps, à l'adolescence. D'autres avaient

UNE PROTHÈSE POUR LE SENS DE L'ÉQUILIBRE

In implant peut réduire la sensation de vertige et rétablir l'équilibre chez les patients dont les organes vestibulaires sont sérieusement endommagés. Voici comment le système fonctionne.



subi une chimiothérapie ou la prise répétée d'antibiotiques ayant entraîné la mort des cellules ciliées de chaque oreille. Leur équilibre était très précaire, ils n'arrivaient pas à déterminer leur position dans l'environnement et souffraient d'oscillopsie, cette sensation visuelle que le monde tourne autour de vous dès que vous bougez la tête. D'autres patients encore, dont les dommages étaient certes moins importants et conduisaient à des vertiges temporaires, souffraient d'un déséquilibre et d'une sensation de désorientation durables. Des symptômes que l'on retrouve chez les personnes âgées atteintes de perte vestibulaire.

Lorsque Robert Milner est venu nous voir, nous travaillions donc depuis plusieurs années à des prothèses dont le but serait de pallier les fonctions vestibulaires déficientes. Dès 2006, nous avions donc décidé de constituer une équipe de recherche et de développer un outil innovant pour aider les personnes les plus affectées par ces troubles vestibulaires. Nous allions concentrer nos études sur les patients dont l'activité électrique de l'oreille interne était faible voire inexistante ou qui, comme Robert Milner, recevaient de manière persistante des signaux irréguliers auxquels le cerveau ne pouvait pas s'adapter. Notre équipe, constituée de neuroscientifiques, d'ingénieurs biomédicaux et d'un chirurgien spécialiste de l'oreille interne, a déposé une requête au National Institute on Deafness and Other

GUÉRIR LES VERTIGES

 Communication Disorders pour développer et tester cet outil.

L'origine de ces recherches remonte sans doute aux années 1960 déjà, quand les neuroscientifiques Bernard Cohen et Jun-Ichi Suzuki, alors chercheurs au Mount Sinai Hospital de New-York, ont implanté des câbles dans l'oreille interne de chats et de singes et démontré qu'un courant électrique provoquait l'apparition de mouvements oculaires multidirectionnels comparables aux mouvements naturels enregistrés chez l'homme lors des mouvements de la tête. Plus récemment, des équipes de recherche de l'université de Harvard et de l'université Johns Hopkins ont mis au point un petit appareil relié à des capteurs de mouvement capable de stimuler l'oreille interne lors de ces mêmes mouvements. Mais dont l'implantation chez l'homme nécessitait encore quelques améliorations.

Notre prothèse devait, comme toutes les autres, permettre de stimuler les canaux semi-circulaires. Nous avons tiré parti de la technologie existante des implants cochléaires utilisés pour les malentendants, en cherchant à l'adapter aux cas de pertes vestibulaires. Comment fonctionnent les implants cochléaires? Ils émettent des impulsions électriques qui stimulent le nerf auditif et permettent aux patients de recouvrer l'audition. De même, notre prothèse devait stimuler les nerfs vestibulaires pour rétablir le sens de l'orientation et de l'équilibre. Celle-ci serait identique au stimulateur déjà testé chez l'homme et nous n'aurions qu'à en changer les électrodes et à programmer l'appareil en vue de ses nouvelles applications.

PREMIÈRES EXPÉRIENCES SUR DES SINGES

Le 1er août de cette même année 2006, ayant rassemblé les fonds nécessaires, nous nous sommes donc attelés sérieusement au développement des différents composants de notre futur implant. Un système de trois minuscules gyroscopes, alignés sur les positions respectives des canaux semi-circulaires, serait ainsi mis au point pour capter les mouvements de la tête en 3D. Ces gyroscopes seraient reliés à un processeur et confinés dans un petit boîtier rectangulaire lui-même positionné à l'arrière de l'oreille. Et le stimulateur, implanté tout près de là, dans l'os temporal du crâne. Le processeur servirait alors à transformer les signaux émis par les gyroscopes en ondes radio capables d'activer le stimulateur qui, de fait, aurait pour fonction de distribuer ces signaux à travers trois électrodes reliées aux canaux semi-circulaires de l'oreille interne (voir infographie page précédente).

Nos électrodes se devaient d'être bien plus fines que celles utilisées par un implant cochléaire – moins de un cinquième de millimètre de diamètre pour 2,5 millimètres de long – pour respecter l'alésage des canaux semi-circulaires. Le simulateur a été programmé pour émettre des impulsions électriques de fréquence variable – plus importante pour une rotation rapide de la tête en direction de l'oreille implantée ou plus lente pour une rotation rapide en direction opposée. Notre programme devait également permettre de moduler la stimulation des nerfs par chaque canal semicirculaire en fonction des axes de rotation de ses composants – horizontal (de gauche à droite), vertical (de haut en bas) ou latéral (d'épaule à épaule).

À la fin de l'année 2006, nous avions conçu notre premier prototype. Nous avons commencé par tester son ajustement et sa durabilité en l'im-



Des gyroscopes remplacent les parties défaillantes de l'oreille interne: ils renseignent le cerveau du sujet sur sa posture, restaurant le sens de l'équilibre.

plantant dans le crâne de cadavres d'animaux et d'humains. Puis en octobre 2007, nous l'avons testé sur un singe vivant. Nous l'avons allumé puis avons suivi ses mouvements oculaires. Si l'appareil avait fonctionné, les yeux du singe se seraient déplacés dans la direction opposée du mouvement encodé par la stimulation et déclenché par le réflexe vestibulooculaire. Malheureusement, les yeux du singe sont restés désespérément immobiles.

Ensuite, en 2008, notre chirurgien Jay Rubinstein a décidé de repositionner légèrement les électrodes, les déplaçant de quelques millimètres à l'intérieur de l'oreille interne. Une fois l'appareil allumé, les yeux du singe se sont mis immédiatement à se déplacer! Nous avons alors coupé le courant et les yeux ont cessé de bouger. Nous l'avons augmenté et le mouvement s'est accéléré. Nous avons changé de nerfs et les yeux ont changé de direction. En bref, nous avions enfin réussi à simuler toutes les formes de vertiges chez l'animal. Nous avons aussi créé l'effet inverse et rendu le singe totalement imperméable à toute forme de vertiges. Puis, pendant que le singe jouait sur sa chaise tournante comme dans

un parc d'attraction, nous avons mis en route la prothèse – et ses yeux se sont immédiatement immobilisés, signe que le singe ne percevait plus alors aucune sensation de mouvement.

Six expériences similaires ont été menées par la suite avec succès chez le singe. Aucun d'entre eux n'a perdu son sens naturel de l'équilibre. La plupart ont conservé leur audition, de sorte que l'implant a paru sûr; de fait, l'appareil continua de fonctionner pendant plus de dix-huit mois chez le premier singe. En octobre 2009, nous déposions une requête à la FDA pour des essais cliniques chez l'homme.

L'ÉQUILIBRE BIONIQUE

En 2010, nous recevions le feu vert de la FDA et commencions à recruter des patients. En théorie, les patients sans système vestibulaire fonctionnel comptaient parmi les meilleurs candidats. Mais la pose d'un implant présentait des risques, dont la perte d'audition, alors que ses bénéfices étaient largement méconnus. En revanche, l'implantation pouvait sans doute aider les patients atteints, comme Robert Milner, de la forme sévère et irréversible de la maladie de Ménière. Chez eux, après tout, la destruction de l'oreille interne ne constituait-elle pas la meilleure option de traitement? Ces patients étaient donc les candidats idéaux pour la mise en place d'essais cliniques.

Nous étions à la fin du mois d'octobre 2010. Robert Milner faisait plusieurs crises de vertiges par semaine. Après chacune, il prenait des sédatifs pour arrêter le fonctionnement de son oreille interne et un antiémétique pour bloquer les nausées. En vingt-quatre heures, il fut remis sur pied et ses membranes de l'oreille interne réparées – pour se rompre à nouveau quelques jours après. Il voulait que ces crises cessent car sa vie devenait un enfer. Il se porta candidat pour être notre premier patient. Il souhaitait soulager sa peine mais aussi celle de son entourage également affecté.

Après une intervention de six heures et une journée d'observation, le patient put retourner chez lui. Une semaine plus tard, il revint au laboratoire passer quelques tests de suivi. Nous lui avons alors passé un bandeau contenant le processeur autour de la tête, l'avons sanglé à un banc à l'aide d'une ceinture de sécurité. En effet, nous craignions qu'il ne soit désorienté, nauséeux, submergé de sons puissants ou assailli de douleurs faciales. C'est alors que nous avons allumé le stimulateur pour la première fois.

Nous avons commencé par stimuler le canal horizontal droit – et ses yeux se déplacèrent vers la gauche, ce qui était cohérent avec le fait que dans le noir, il se sentait tourner vers la droite. Si Bibliographie

J. S. Golub et al., Prosthetic implantation of the human vestibular system, Otology & Neurology, vol. 35, pp. 136-147, 2014.

C. Phillips et al., Postural responses to electrical stimulation of the vestibular end organs in human subjects, Experimental Brain Research, vol. 229, pp. 181-195, 2013.

pp. 181-195, 2013.

J. M. Goldberg et al.
The Vestibular System:
A Sixth Sense. Oxford
University Press, 2012.
Practical Management
of the Dizzy Patient,
Goebel, Lippincott,
Williams & Wilkins,
Deuxième édition, 2008.
Vestibular Disorders
Association: http://
vestibular.org

nous stimulions le canal vertical antérieur, il avait l'impression de basculer vers l'avant et vers l'oreille stimulée. Et quand nous éteignions l'appareil, Milner avait le sentiment de retrouver enfin sa position assise et droite. L'appareil fonctionnait parfaitement!

Le candidat ne ressentait aucun malaise, aucune douleur et n'entendait pas de bruits fantômes. Il avait subi une perte auditive du côté de l'implantation, mais cette perte était la même que s'il avait subi une ablation chirurgicale de son système vestibulaire. Au cours des sessions suivantes, nous lui avons demandé de marcher, de tourner la tête et de s'équilibrer sur une plateforme mouvante. L'utilisation de l'appareil lui a permis peu à peu d'améliorer son équilibre et de stabiliser sa posture de marche. Nous avons depuis implanté cet appareil sur trois autres patients atteints du même syndrome, avec des résultats similaires. Puis sur trois nouveaux patients cet été.

UNE QUALITÉ DE VIE RETROUVÉE

Même si les résultats sont très encourageants, seul le temps dira si la prothèse a effectivement un effet compensatoire durable sur la perte vestibulaire. Nul ne peut prévoir l'efficacité de l'appareil dans la durée ni la capacité d'adaptation réelle du cerveau à cette nouvelle technologie. Les signaux émis par les fibres stimulées artificiellement parviennent de manière synchrone et sont issus d'une seule oreille. Alors que dans la nature, les choses sont différentes. Les signaux sont envoyés avec un léger décalage et par les deux oreilles. Si la technologie parvient dans le temps à prouver la fiabilité et l'efficacité de cet appareillage, son utilisation permettra de soulager tous les patients en proie à un déséquilibre chronique et de désorientation dont ceux qui souffrent d'une perte vestibulaire partielle sans compensation possible. Grâce à la chirurgie implantatoire, la perte vestibulaire pourrait bien, à terme, ne plus être incurable.

Milner est appareillé depuis maintenant trois ans. Même si le protocole approuvé par la FDA n'autorise pas le port permanent de l'appareil, le patient le met en marche chaque fois qu'il se sent instable ou étourdi. Et l'effet compensatoire est immédiat. Ses crises sont également devenues moins fréquentes aujourd'hui, sans doute parce que la chirurgie implantatoire réduit les fonctions vestibulaires naturelles. Pour ces deux raisons, sa vie est devenue beaucoup plus riche et agréable après l'opération. Il y a quelque temps, il nous a même envoyé une photo de ses vacances à la montagne. On le voit en haut de sa piste de ski préférée, à côté d'un panneau en indiquant le nom: Vertiges.