

LE MONDE DE L'OTOLOGIE

n° 26 – Septembre 2026
ISSN : 2778-II94

Rédaction en chef : Pr Alexis Bozorg Grayeli, Service ORL, CHU Dijon
et laboratoire CNRS ICMUB, Université Bourgogne Franche-Comté

Le placebo, ce collègue que l'on n'ose pas citer

ÉDITO

Une définition qui n'épuise pas le phénomène

Le mot « placebo » vient du latin *placebo*, « je plairai ». Employé dès le XIII^e siècle pour désigner les flatteurs, il glisse vers le vocabulaire médical au XVI^e siècle, à l'occasion des exorcismes. On présentait alors de fausses reliques à un prétendu possédé afin de démasquer, à travers son comportement de répulsion ou d'indifférence, le simulateur du véritable cas de possession. La définition moderne s'est resserrée autour de la méthodologie expérimentale : le placebo est une substance ou une procédure dénuée d'effet pharmacologique ou physiologique spécifique, administrée comme bras contrôle d'un essai randomisé, sous le postulat que toute différence observée avec le traitement actif reflète l'effet propre de la molécule ou du geste étudié ⁽¹⁾.

Cette définition, en apparence simple, cache une réalité clinique bien plus riche. De multiples travaux ont montré qu'un placebo peut réduire significativement la douleur, ouvrant un champ de recherche entier sur ce que l'on nomme « l'effet placebo » ^(2, 3). En ORL, cet effet est loin d'être anecdotique. Dans la maladie de Ménière, une méta-analyse récente portant sur quinze essais randomisés et près de 900 patients a montré une amélioration statistiquement significative des scores fonctionnels dans les bras placebo ⁽⁴⁾, au point que la démonstration de la supériorité d'un traitement médical ou chirurgical y devient difficile, un constat déjà ancien pour cette pathologie. Il en va de même pour les acouphènes, où une revue systématique portant sur 23 essais a mis en évidence une réduction cliniquement notable du Tinnitus Handicap Inventory dans les groupes placebo ⁽⁵⁾.

Historiquement, cette ambiguïté a nourri une perception floue, parfois péjorative, du placebo, souvent réduit à une « fausse pilule » ou à une ruse thérapeutique dépourvue de valeur scientifique, ce qui pose une question éthique et sociale bien réelle ⁽⁶⁾. Le débat sur son utilité clinique reste d'ailleurs vif ⁽⁷⁾. Pourtant, l'accumulation des preuves neurobiologiques et psychologiques des vingt dernières années conduit à un changement de paradigme : les améliorations observées ne sont pas de simples artefacts statistiques, une régression vers la moyenne ou des fluctuations spontanées des symptômes — même si ces facteurs doivent être contrôlés dans un essai clinique — mais bien la conséquence de mécanismes physiologiques identifiables, déclenchés par le contexte du soin lui-même.

De la « réponse placebo » à la rencontre thérapeutique

Le terme même de « réponse placebo » est aujourd'hui contesté, car il laisse entendre, à tort, qu'une substance inerte serait la cause de l'amélioration observée. Un vaste corpus de travaux en neuro-imagerie et en psychologie expérimentale converge vers une autre lecture : ce que l'on attribue au placebo résulte d'un processus d'apprentissage cérébral et d'un alignement des attentes du patient sur l'objectif du traitement, un mécanisme que certains auteurs qualifient d'amorçage mental ou de repérage d'action, par analogie avec les mots-clés mentaux utilisés en préparation sportive ⁽⁸⁾. Ce mécanisme n'est pas propre à la pilule de farine : il est présent dans toute prise en charge thérapeutique, qu'il s'agisse d'un médicament, d'une chirurgie, d'une thérapie cognitivo-comportementale ou d'une thérapie dite alternative. C'est la rencontre avec le

soin — la consultation, l'examen, l'annonce diagnostique, la prescription elle-même — qui déclenche ce processus, bien plus que la nature de l'outil thérapeutique utilisé.

Cette réponse est ubiquitaire et gagnerait à ne plus être cantonnée au seul vocabulaire du placebo. Chercher ou recevoir des soins et s'engager dans une démarche thérapeutique revient à reconfigurer un état mental propice à des processus physiologiques de soulagement. L'agentivité du patient — son sentiment de contrôle, sa capacité d'auto-efficacité — joue ici un rôle central. Par opposition, une expérience répétée d'échecs thérapeutiques ou une anxiété importante peuvent empêcher l'émergence de cet état motivationnel favorable. Le versant négatif du phénomène, l'effet nocebo, illustre la même sensibilité contextuelle : des attentes défavorables peuvent aggraver des symptômes ou provoquer des effets indésirables en l'absence de toute substance active, un point clinique essentiel lorsqu'on informe un patient des risques d'un traitement ou d'une intervention chirurgicale.

Les mécanismes de la rencontre thérapeutique

Les études de neuro-imagerie fonctionnelle ont permis de préciser les circuits impliqués : libération d'opioïdes endogènes, de dopamine et d'autres neuromédiateurs au sein de réseaux corticaux et sous-corticaux partagés avec ceux de la récompense et de la modulation de la douleur ^(2, 9). L'expérience historique du paradigme dit « ouvert versus caché » reste, à ce titre, une démonstration élégante : une injection intraveineuse de morphine administrée à l'insu du patient nécessite une dose bien supérieure à une injection identique réalisée ouvertement, sous ses yeux, pour obtenir un soulagement équivalent ^(10, 11). Autrement dit, savoir que l'on reçoit un traitement, et dans quel contexte relationnel, module directement l'efficacité pharmacologique perçue et objectivée.

Cette modulation descendante dite « top-down » des états mentaux — attention, anxiété, attente de bénéfice — se traduit par des changements mesurables de la connectivité cérébrale et de la libération de neurotransmetteurs. Une étude désormais classique sur la migraine illustre bien cette dynamique : chez des patients recevant un traitement actif ou un placebo sous trois libellés différents (annoncé comme placebo, comme traitement actif ou de façon incertaine), l'efficacité perçue augmentait progressivement avec le degré de certitude sur l'information positive donnée, et ce, pour le placebo comme pour le médicament actif ; le placebo ouvertement présenté comme tel restait par ailleurs supérieur à l'absence de tout traitement ⁽¹²⁾. Ce résultat souligne qu'un mot, une phrase, une inflexion de voix peuvent modifier substantiellement l'efficacité clinique perçue d'une thérapie, qu'elle soit ou non pharmacologiquement active.

Les facteurs qui influencent la réponse

Les facteurs déclencheurs de cet amorçage mental sont à la fois externes et internes. Parmi les facteurs externes figurent les rituels du soin : la tenue du praticien, la blouse blanche chargée de sens symbolique — un archétype dont la valeur d'apaisement plonge ses racines dans les rituels de guérison les plus anciens ⁽⁸⁾ —, l'examen clinique et l'écoute, le cadre de la consultation, les suggestions verbales ou non verbales, explicites ou implicites, portées sur l'efficacité attendue d'un traitement, ou encore le retour d'expérience positif de patients ayant déjà bénéficié du même traitement. La notion de « rencontre thérapeutique » désigne précisément cette relation implicite entre soignant et soigné qui, lorsqu'elle est positive, installe un climat de confiance et réduit l'anxiété, favorisant ainsi les processus physiologiques de guérison.

Parmi les facteurs internes, l'expérience antérieure du patient avec le système de soins pèse lourd : un parcours médical émaillé d'échecs thérapeutiques peut, à terme, désenchanter le patient vis-à-vis de la médecine conventionnelle et le pousser vers des alternatives non validées, avec un risque de surenchère thérapeutique, de doses excessives ou de dépendance dans les cas les plus défavorables. Les connaissances préalables sur la maladie, aujourd'hui largement accessibles via Internet, ainsi que les échanges sociaux et l'observation d'autres patients en voie d'amélioration façonnent également les attentes du patient avant même la première consultation. Ces facteurs varient sensiblement selon la culture, l'âge et le contexte géographique du patient. Enfin, la personnalité, le niveau d'anxiété et le contrôle cognitif modulent la capacité même à mobiliser l'intention de guérir nécessaire à l'engagement thérapeutique.

Applications pratiques en ORL : vertiges et acouphènes

La maladie de Ménière constitue un cas d'école. Les essais contrôlés contre placebo y montrent de façon récurrente une amélioration substantielle des symptômes vertigineux et fonctionnels dans les bras contrôles, quel que soit le mode d'administration, oral ou intratympanique ⁽⁴⁾. L'exemple le plus frappant reste sans doute l'essai historique danois comparant, en double aveugle, une chirurgie du sac endolymphatique à une simple mastoïdectomie placebo : les deux groupes s'amélioraient de façon comparable et substantielle, environ 70 % des patients opérés rapportant un bénéfice, que le sac ait été effectivement décomprimé ou non ⁽¹³⁾. Le même groupe a par ailleurs montré, à l'aide du test au glycérol, que la seule information donnée au patient sur le résultat attendu du test — amélioration ou aggravation annoncée de l'audition — suffisait à orienter le résultat audiométrique, alors que la dose de glycérol administrée restait rigoureusement identique ⁽¹⁴⁾. Cette réalité complique l'interprétation des essais thérapeutiques et invite à une lecture prudente des séries non contrôlées,

y compris pour des gestes invasifs comme les injections intratympaniques ou certains actes chirurgicaux, dont l'effet spécifique doit toujours être confronté à celui d'un bras contrôle rigoureux.

Les acouphènes chroniques présentent un profil comparable. Une amélioration cliniquement perceptible du Tinnitus Handicap Inventory et des échelles visuelles analogiques est régulièrement rapportée dans les groupes placebo des essais pharmacologiques ou par voie intratympanique, bien que d'amplitude soit moindre que celle obtenue avec les traitements actifs les plus efficaces⁽⁵⁾. Pour le clinicien comme pour l'audioprothésiste, cette observation n'est pas un obstacle mais une ressource : elle suggère que la qualité de l'accompagnement, l'explication du mécanisme du symptôme, la reformulation des plaintes et la validation de l'expérience du patient contribuent, indépendamment de tout dispositif ou molécule, à l'amélioration ressentie. Un appareillage auditif ou une thérapie sonore ne sont ainsi jamais de simples objets techniques : leur présentation, le temps consacré à l'explication et la confiance instaurée avec le patient participent pleinement à leur efficacité perçue.

La communication thérapeutique : une question éthique

Reconnaître l'importance de la rencontre thérapeutique soulève une question éthique légitime : dans quelle mesure est-il légitime de moduler délibérément les attentes d'un patient pour favoriser un effet positif et éviter un effet nocebo ? Un cadre utile distingue trois exigences complémentaires : l'utilité pour le patient, la véracité de l'information délivrée, et le pragmatisme clinique, qui permet d'arbitrer les situations où ces deux premiers impératifs semblent entrer en tension⁽¹⁵⁾. Un consensus d'experts international a par ailleurs souligné l'intérêt clinique d'intégrer sciemment ces effets contextuels dans la pratique courante, sans recourir à la tromperie⁽¹⁶⁾. Les essais de « placebo ouvert », où le patient sait explicitement qu'il reçoit un comprimé sans principe actif, ont montré une efficacité significative dans plusieurs pathologies chroniques, dont le syndrome de l'intestin irritable⁽¹⁷⁾. Leur cadre éthique reste toutefois débattu et suppose un

consentement éclairé et rigoureux⁽¹⁸⁾. Ces travaux invitent à sortir d'une vision binaire — tromper ou ne rien dire — pour construire une communication à la fois honnête et délibérément aidante.

Conclusion

Pour le clinicien ORL et l'audioprothésiste, quelques implications concrètes se dégagent de ce corpus de connaissances. D'abord, ne jamais négliger la puissance du contexte de soin : le temps consacré à l'explication, la clarté du discours sur le mécanisme du vertige ou de l'acouphène, et l'attitude empathique du praticien constituent un levier thérapeutique à part entière, complémentaire et non concurrent du traitement pharmacologique, prothétique ou chirurgical. Ensuite, prêter attention au risque nocebo : une information mal formulée sur les effets indésirables potentiels d'un traitement ou d'un appareillage peut, à elle seule, générer ou amplifier une plainte fonctionnelle, en particulier chez des patients anxieux ou déjà éprouvés par un parcours de soins long.

Sur le plan méthodologique enfin, l'ampleur documentée de l'effet placebo dans la maladie de Ménière et les acouphènes doit inciter à une lecture critique des études ouvertes ou non contrôlées, et à privilégier, chaque fois que possible, des essais randomisés en double aveugle avant de conclure à l'efficacité d'un traitement.

Loin d'être un artefact gênant à éliminer, la rencontre thérapeutique est un phénomène biologique mesurable, mobilisable au bénéfice du patient, à condition d'en respecter les exigences de véracité et de consentement. Le placebo, en définitive, n'est ni un ami, ni un ennemi : il est le reflet, souvent sous-estimé, de ce que la relation de soin elle-même a le pouvoir de produire.

Pr Alexis Bozorg Grayeli,
Professeur des Universités-praticien hospitalier,
chef de service d'ORL, CHU de Dijon et ICMUB, CNRS,
Université Bourgogne Europe,
alexis.bozorggrayeli@chu-dijon.fr

Références

1. Lemoine P. Pharmacologie de l'âme ou le mystère du placebo. Académie Nationale de Médecine. Communication scientifique à la séance du 4 octobre 2011. Disponible sur <https://www.academie-medecine.fr/pharmacologie-de-lame-ou-le-mystere-du-placebo/> dernier accès 28 août 2026.
2. Benedetti F, Mayberg HS, Wager TD, Stohler CS, Zubieta JK. Neurobiological Mechanisms of the Placebo Effect. *J Neurosci*. 2005;25(45):10390-10402.
3. Colloca L, Barsky AJ. Placebo and Nocebo Effects. *N Engl J Med*. 2020;382(6):554-561.
4. Taniguchi AN, Sutton SR, Mills JF, et al. Placebo Effect in Randomized Controlled Trials for Meniere's Disease: a Meta-Analysis. *Am J Otolaryngol*. 2024;45(2):104178.
5. Walters RK, Durrant FG, Nguyen SA, Meyer TA, Lambert PR. The Placebo Effect on Tinnitus: a Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Otol Neurotol*. 2024;45(4):e263-e270.
6. Hróbjartsson A, Kaptchuk TJ, Miller FG. Placebo Effect Studies are Susceptible to Response Bias and to Other Types of Biases. *J Clin Epidemiol*. 2011;64(11):1223-1229.
7. Enck P, Bingel U, Schedlowski M, Rief W. The Placebo Response in Medicine: Minimize, Maximize or Personalize? *Nat Rev Drug Discov*. 2013;12(3):191-204.

8. Hashmi JA. Placebo Effect: Theory, Mechanisms and Teleological Roots. *Int Rev Neurobiol.* 2018;139:233-253.
9. Wager TD, Atlas LY. The Neuroscience of Placebo Effects: Connecting Context, Learning and Health. *Nat Rev Neurosci.* 2015;16(7):403-418.
10. Levine JD, Gordon NC. Influence of the Method of Drug Administration on Analgesic Response. *Nature.* 1984;312:755-756.
11. Amanzio M, Pollo A, Maggi G, Benedetti F. Response Variability to Analgesics: a Role for Non-Specific Activation of Endogenous Opioids. *Pain.* 2001;90(3):205-215.
12. Kam-Hansen S, Jakubowski M, Kelley JM, et al. Altered Placebo and Drug Labeling Changes the Outcome of Episodic Migraine Attacks. *Sci Transl Med.* 2014;6(218):218ra5.
13. Thomsen J, Bretlau P, Tos M, Johnsen NJ. Placebo Effect in Surgery for Menière's Disease: a Double-Blind, Placebo-Controlled Study on Endolymphatic Sac Shunt Surgery. *Arch Otolaryngol.* 1981;107(5):271-277.
14. Thomsen J, Vesterhauge S. A Critical Evaluation of the Glycerol Test in Ménière's Disease. *J Otolaryngol.* 1979;8(2):145-150.
15. Annoni M, Miller FG. Placebo Effects and the Ethics of Therapeutic Communication: a Pragmatic Perspective. *Kennedy Inst Ethics J.* 2016;26(1):79-103.
16. Evers AWM, Colloca L, Blease C, et al. Implications of Placebo and Nocebo Effects for Clinical Practice: Expert Consensus. *Psychother Psychosom.* 2018;87(4):204-210.
17. Kaptchuk TJ, Friedlander E, Kelley JM, et al. Placebos Without Deception: a Randomized Controlled Trial in Irritable Bowel Syndrome. *PLoS One.* 2010;5(12):e15591.
18. Blease C, Colloca L, Kaptchuk TJ. Are Open-Label Placebos Ethical? Informed Consent and Ethical Considerations. *Bioethics.* 2016;30(6):407-414.

SYNTHÈSE

Réflexe vestibulo-oculaire : physiologie et pathologie

Dr Ruben Hermann, Praticien hospitalier, Hôpital Édouard Herriot, Lyon, ruben.herman@chu-lyon.fr

Les mouvements oculaires

4

Pour comprendre le rôle du réflexe vestibulo-oculaire (RVO), il convient d'abord de se poser les questions suivantes : quels sont les différents types de mouvements oculaires et quelle est leur utilité ? La réponse à la seconde question est simple : ces mouvements permettent d'améliorer la vision en fonction des différentes situations rencontrées. Pour répondre à la première, il faut tenir compte des différents types de visions dans le règne animal. Sous l'effet des contraintes évolutives, l'organisation du système visuel peut varier considérablement. Une vision latérale, par exemple, favorise la détection des prédateurs grâce à un champ visuel très étendu, mais souvent au détriment de la précision visuelle, comme c'est le cas chez le cheval ou le lapin. À l'inverse, une vision frontale privilégie une vision nette et détaillée dans un champ visuel plus restreint. Elle permet notamment une meilleure perception des distances, améliorant la coordination œil-main, ainsi qu'une acuité visuelle plus précise.

Chez le primate, cette perception fine repose sur la projection de l'image de

l'objet observé sur la région centrale de la rétine, appelée fovéa. Différents mouvements oculaires sont alors nécessaires pour garantir une vision optimale et répondre aux contraintes imposées par cette organisation. Le centre de la fovéa, particulièrement riche en photorécepteurs, est constitué exclusivement de cônes, spécialisés dans la vision fine et la perception des détails. Cette organisation impose une première contrainte : pour obtenir une acuité visuelle optimale, l'image de l'objet observé doit être projetée à proximité immédiate du centre de la fovéa, dans un rayon inférieur à 0,5 degré. À titre d'exemple, une projection située à seulement 2 degrés du centre fovéal entraîne déjà une diminution d'environ 50 % de l'acuité visuelle ⁽¹⁾. Une seconde contrainte découle de la nécessité de maintenir une image stable sur la rétine. En effet, même lorsqu'une image est correctement focalisée, sa netteté diminue rapidement lorsque sa vitesse de déplacement sur la rétine dépasse environ 4 °/s ⁽²⁾. La stabilisation du regard constitue donc une condition essentielle au maintien d'une vision précise. Enfin, chez l'humain, la vision binoculaire frontale impose une coordination permanente des deux yeux.

Les mouvements oculaires doivent ainsi orienter le regard de façon que l'image d'un objet soit projetée sur des zones correspondantes des deux rétines, condition nécessaire à une perception unique et cohérente de l'environnement.

Différents types de mouvements oculaires permettent donc de répondre à ces contraintes. Les saccades, par exemple, sont des mouvements de fovélisation qui repositionnent rapidement le regard vers une zone d'intérêt et permettent l'exploration visuelle de l'environnement. La poursuite oculaire assure, quant à elle, la stabilisation de l'image d'un objet en mouvement sur la rétine. D'autres mouvements oculaires contribuent également à l'optimisation de la vision, notamment la fixation visuelle, le réflexe optocinétique, la vergence, la phase rapide du nystagmus et enfin, le réflexe vestibulo-oculaire (RVO), qui occupe une place centrale parmi les mécanismes de stabilisation du regard.

Les réflexes vestibulo-oculaires

Le RVO a pour fonction de stabiliser l'image sur la rétine lors des mouve-

ments de la tête. Il comprend plusieurs composantes, qui se distinguent par le type de mouvement détecté. Le réflexe vestibulo-oculaire angulaire (RVOa), médié par les crêtes ampullaires des canaux semi-circulaires, répond aux accélérations angulaires. Les organes otolithiques interviennent, quant à eux, dans deux autres composantes. Le réflexe vestibulo-oculaire translationnel (RVOt) répond aux accélérations linéaires, tandis que le réflexe vestibulo-oculaire de tilt est déclenché par les changements d'orientation de la tête par rapport à la gravité. Ce dernier joue un rôle important chez les animaux à vision latérale dépourvus de fovéa. Chez les primates, son rôle paraît plus limité, car le regard peut également être réajusté par les saccades et la poursuite oculaire.

Le RVOa présente une organisation tridimensionnelle : tout mouvement de rotation de la tête déclenche un mouvement conjugué des yeux de même amplitude, mais de direction opposée. Il stabilise ainsi l'image sur l'ensemble de la rétine. Présent chez la quasi-totalité des vertébrés, ce réflexe se caractérise par une latence très courte et un gain élevé. Aux basses fréquences, sa réponse est renforcée par le mécanisme de stockage de la vitesse (*velocity storage*), un réseau neuronal qui prolonge la constante de temps du RVOa au-delà de celle des canaux semi-circulaires. Le RVOt, phylogénétiquement plus récent, est surtout développé chez les espèces à vision frontale dotées d'une vision fovéale et stéréoscopique. Contrairement au RVOa, il stabilise principalement l'image au niveau de la fovéa. Une translation horizontale déclenche des mouvements oculaires horizontaux associant version et vergence, tandis qu'une translation verticale provoque des mouvements verticaux. L'amplitude de cette réponse dépend étroitement de la distance de la cible : plus celle-ci est proche, plus le mouvement compensatoire requis est important.

Ces deux réflexes présentent des latences extrêmement courtes, mais le RVOa semble être le plus rapide. Le mouvement oculaire débute seulement 5 à 7 ms^(3,4) après le début du mouvement de la tête, ce qui en fait l'un des réflexes les plus rapides du corps humain. Cette rapidité repose

sur trois éléments : une transduction sensorielle très rapide, un arc réflexe direct à trois neurones reliant le nerf vestibulaire aux noyaux oculomoteurs et la contraction particulièrement rapide des muscles extra-oculaires. Le RVOt doit, quant à lui, intégrer une contrainte supplémentaire : le flux optique. Lors d'une translation de la tête, la vitesse de déplacement de l'image en chaque point de la rétine varie en fonction de la distance de l'objet correspondant. Ainsi, pour une même vitesse de translation, l'image d'un objet proche se déplace plus rapidement sur la rétine que celle d'un objet éloigné. Contrairement au RVOa, aucun mouvement oculaire unique ne peut donc stabiliser simultanément l'ensemble de la scène visuelle pendant une translation. La réponse doit être adaptée à la distance de la cible, ce qui nécessite un traitement central plus complexe et explique la latence plus longue du RVOt. Le RVOt est plus difficile à étudier expérimentalement que le RVOa. Les mouvements oculaires qu'il génère sont généralement de faible amplitude, et la production de translations linéaires brèves, rapides et précisément contrôlées nécessite des dispositifs mécaniques complexes. Enfin, l'activation simultanée des deux organes otolithiques, qui codent à la fois les accélérations linéaires et l'inclinaison de la tête par rapport à la gravité, complique l'interprétation des réponses observées. Ces contraintes méthodologiques expliquent pourquoi la physiologie du RVOt demeure moins bien caractérisée que celle du RVOa.

Le réflexe vestibulo-oculaire angulaire (RVOa)

Le RVOa constitue l'un des principaux moyens d'évaluer la fonction vestibulaire périphérique. Il permet d'explorer la réponse des crêtes ampullaires à une stimulation donnée en analysant le mouvement oculaire compensatoire qui en résulte. Pour en comprendre le fonctionnement, il convient d'examiner l'organisation des voies vestibulo-oculaires qui relient les crêtes ampullaires du labyrinthe postérieur aux noyaux vestibulaires, puis aux noyaux oculomoteurs qui commandent les six muscles extra-oculaires.

Au sein du labyrinthe membraneux, les cellules ciliées des épithéliums neurosensoriels assurent la mécanotransduction, c'est-à-dire la conversion d'un stimulus mécanique en signal électrique. Dans le cadre du RVOa, elles sont situées dans les crêtes ampullaires des canaux semi-circulaires et détectent les accélérations angulaires de la tête. Lors d'une rotation, l'inertie de l'endolymphe entraîne un déplacement relatif du liquide dans au moins une paire de canaux. Selon sa direction, ce courant est qualifié d'ampullipète ou d'ampullifuge. Il déforme la cupule et provoque ainsi la déflexion des stéréocils des cellules sensorielles qui y sont enchâssés. À la base de ces cellules se trouvent des synapses avec les afférences vestibulaires primaires. La réponse électrique dépend du sens de la déflexion : un déplacement des stéréocils vers le kinocil entraîne une dépolarisation et augmente l'activité afférente, tandis qu'un déplacement en sens opposé provoque une hyperpolarisation et réduit cette activité.

Dans les canaux semi-circulaires latéraux, le kinocil est orienté vers l'utricule : un courant ampullipète déplace donc les stéréocils vers le kinocil et stimule les cellules ciliées. Dans les canaux verticaux — antérieurs et postérieurs — cette orientation est inversée ; l'excitation résulte alors d'un courant ampullifuge. Cette organisation permet aux canaux coplanaires des deux labyrinthes de fonctionner selon un mode « push-pull » : lors d'une rotation de la tête, l'activité augmente d'un côté tandis qu'elle diminue du côté opposé. Cette organisation explique par ailleurs les deuxième et troisième lois d'Ewald, à savoir respectivement que, dans le canal horizontal, un courant ampullipète est excitateur et produit une réponse nystagmique plus forte qu'un courant ampullifuge inhibiteur. Cette relation est inversée dans les canaux verticaux.

Les stéréocils sont reliés par des liens apicaux, ou *tip-links*, qui transmettent leur déplacement aux canaux de mécanotransduction. Une déflexion vers le kinocil ouvre ces canaux, provoque une entrée de K^+ et de Ca^{2+} , puis dépolarise la cellule ciliée. L'ouverture de canaux calciques voltage-dépendants entraîne alors la libération de glutamate et l'activation des afférences

vestibulaires primaires. À l'inverse, une déflexion opposée au kinocil ferme les canaux ouverts au repos, hyperpolarise la cellule et réduit la décharge afférente. Il existe deux types de cellules ciliées au niveau du système vestibulaire. Les cellules ciliées de type I sont surtout associées à des réponses phasiques et rapides, alors que les cellules de type II présentent une activité plus tonique : leur libération de neurotransmetteur varie dans les deux sens autour d'une activité spontanée. Cette décharge de repos permet au système vestibulaire de coder à la fois l'excitation et l'inhibition. Cependant, comme l'activité peut augmenter largement au-dessus de sa valeur basale mais ne peut diminuer au-dessous de zéro, la réponse excitatrice dispose d'une dynamique plus étendue que la réponse inhibitrice.

Les informations provenant des cellules ciliées des différentes crêtes ampullaires sont ensuite transmises au système nerveux central par l'intermédiaire des axones des nerfs vestibulaires inférieurs et supérieurs qui se projettent vers les noyaux vestibulaires. Parmi les nombreuses projections en partance des noyaux vestibulaires, celles intéressant le réflexe vestibulo-oculaire s'orientent vers les différents noyaux oculomoteurs.

6

La façon la plus simple d'illustrer le RVOa est par l'exemple des canaux latéraux (Figure n° 1). Un mouvement de rotation angulaire de la tête vers la droite dans le plan des canaux latéraux déclenchera un mouvement de l'endolymphe ampullipète à droite et ampullifuge à gauche dans les canaux latéraux. Du fait de l'orientation des cellules ciliées dans leurs crêtes ampullaires, il en résulte une dépolarisation des cellules ciliées de type I et II de la crête ampullaire droite et donc une augmentation de la fréquence de décharge de potentiels d'action du nerf vestibulaire à droite. Du côté gauche, les cellules ciliées de type II sont hyperpolarisées, entraînant une diminution de la fréquence de décharge de potentiels d'action du nerf vestibulaire de ce côté. Cette information est véhiculée par la voie vestibulo-oculaire, passant par les noyaux vestibulaires puis oculomoteurs jusqu'à entraîner une contraction des muscles droit médial droit et droit latéral gauche. Conformément à la première loi d'Ewald, qui dicte que la stimulation

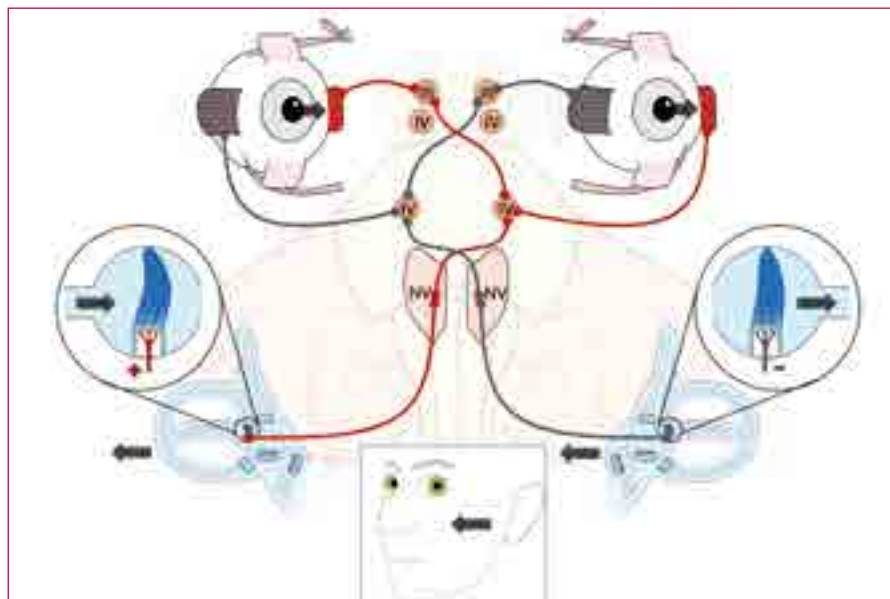


Figure n° 1 | Représentation schématique du réflexe vestibulo-oculaire en cas de rotation de la tête dans le plan des canaux semi-circulaires latéraux. Les labyrinthes postérieurs sont représentés en bleu avec un zoom sur la crête ampullaire des canaux latéraux. Les flèches indiquent le mouvement de la tête, de l'endolymphe et des yeux. NV : noyaux vestibulaires ; III, noyau oculomoteur ; VI, noyau abducens ; + ou ligne rouge, excitation ; - ou ligne grise, inhibition. Le noyau trochléaire (IV) est représenté à titre indicatif mais n'intervient pas dans le réflexe vestibulo-oculaire du canal latéral.

d'un canal semi-circulaire entraîne une rotation de l'œil dans le plan de ce canal, le mouvement oculaire déclenché par ce réflexe est dans le même plan que les canaux latéraux, de même amplitude et de sens opposé. En cas de rotation de la tête vers la droite, les yeux tournent donc vers la gauche et le regard reste fixe dans l'espace malgré les rotations de la tête. Une rotation de la tête dépassant les capacités de rotation de l'œil dans l'orbite va entraîner un mouvement oculaire de recentrage, appelé phase rapide du nystagmus qui, dans le cas d'une rotation de la tête vers la droite, sera de sens droit (Figure n° 2).

Plasticité du réflexe vestibulo-oculaire angulaire

La réponse oculomotrice déclenchée par une stimulation vestibulaire n'est pas uniquement déterminée par l'intensité de cette stimulation. L'activité des noyaux vestibulaires ainsi que les informations en provenance du cervelet, qui intègre également d'autres modalités sensorielles, peuvent moduler cette réponse. Deux mécanismes illustrent particulièrement cette plasticité : la compensation, dont nous discuterons plus en détail dans la dernière partie de cet article, et l'adaptation.

L'adaptation du RVOa nécessite l'introduction d'un conflit visuo-vestibulaire. De manière simplifiée, l'intégration au niveau cérébelleux d'une information visuelle discordante conduit le cervelet à modifier le traitement des entrées vestibulaires au sein des noyaux vestibulaires. Cette modulation permet alors d'ajuster la réponse vestibulaire afin qu'elle soit proportionnelle à la modification visuelle observée. Les phénomènes d'adaptation du système vestibulaire sont étudiés depuis les années 1970. Certaines expériences ont notamment mis en évidence des capacités d'adaptation remarquables, telles que l'inversion du sens du RVOa⁽⁵⁾. Toutefois, cette inversion n'est obtenue qu'après le port continu de prismes inversants pendant plusieurs jours, voire plusieurs semaines. Plus récemment, des protocoles d'adaptation reposant sur des mouvements rapides de la tête associés à une augmentation progressive du conflit visuo-vestibulaire ont permis de mettre en évidence des modifications significatives du gain du RVO dans des délais beaucoup plus courts, notamment grâce à des outils de réalité virtuelle permettant de contrôler précisément ce conflit visuo-vestibulaire⁽⁶⁾.

Quantification de la fonction vestibulaire

Le réflexe vestibulo-oculaire angulaire (RVOa) constitue le principal indicateur fonctionnel de l'activité des canaux semi-circulaires. Sa quantification repose sur l'analyse de la réponse oculaire compensatoire induite par une stimulation vestibulaire contrôlée. Elle vise principalement à apprécier le gain du réflexe, défini comme le rapport entre la vitesse du mouvement oculaire et celle du mouvement céphalique, ainsi que la présence éventuelle de saccades de refixation.

Le RVOa peut répondre de manière linéaire à des vitesses élevées de rotation de la tête, jusqu'à environ 350°/s, et atteindre des vitesses proches de 500°/s pendant la phase lente du nystagmus⁽⁷⁾. À l'instar de l'audition, son évaluation peut être réalisée à différentes fréquences de stimulation. Toutefois, contrairement aux tests auditifs, il n'est pas toujours possible de tester un canal semi-circulaire de manière strictement indépendante des autres canaux du même labyrinthe ou des canaux du labyrinthe contralatéral.

Les principaux examens utilisés sont les suivants :

- Les épreuves caloriques consistent à irriguer le conduit auditif externe avec de l'eau froide (30 °C) ou chaude (44 °C), puis à mesurer la réponse oculomotrice induite. Elles stimulent principalement le canal semi-circulaire latéral homolatéral à l'irrigation, notamment grâce à la position du patient, allongé avec la tête surélevée d'environ 30 degrés, afin de verticaliser le canal latéral et d'optimiser les mouvements de convection. Ces épreuves explorent le labyrinthe à très basse fréquence, autour de 0,03 Hz.
- Les épreuves rotatoires à la chaise stimulent simultanément les canaux latéraux des deux systèmes vestibulaires : l'un est excité tandis que l'autre est inhibé. En raison des faibles vitesses de stimulation, la diminution de la décharge afférente n'atteint pas le seuil d'inhibition maximale et le canal inhibé participe donc à la réponse oculomotrice. Il existe différents types d'épreuves rotatoires, dont les plus courantes sont l'épreuve sinusoïdale et le Velocity Step Test, l'un des rares tests

permettant d'évaluer le mécanisme de stockage de la vitesse du RVO. Ces épreuves stimulent généralement le labyrinthe à basse fréquence, le plus souvent inférieure à 1 Hz et autour de 0,1 Hz.

- Le Head Impulse Test (HIT) est le seul examen permettant d'évaluer de manière relativement indépendante les six canaux semi-circulaires des deux labyrinthes. Bien que ce test fasse également intervenir le mécanisme de push-pull, les vitesses de rotation sont suffisamment élevées pour dépasser le seuil d'inhibition maximal du côté inhibé, c'est-à-dire le seuil à partir duquel la fréquence de décharge afférente devient nulle. La réponse oculomotrice reflète donc essentiellement l'activité du canal excité. L'enregistrement de ce test grâce au vidéo HIT permet la quantification du RVO résiduel mais également l'étude de certains phénomènes de compensation, notamment les saccades de refixation. Pour un HIT classique, réalisé avec une vitesse d'environ 180°/s et une amplitude d'environ 15°, la fréquence de stimulation peut être estimée à près de 2 Hz grâce à la formule $f = V_{\text{Max}} / 2\pi \text{Ampl}$, ce qui correspond aux fréquences de rotation de la tête rencontrées dans la vie courante.

- Le test au vibreur stimule l'ensemble des cinq épithéliums neurosensoriels de chaque labyrinthe. Il montre néanmoins, notamment par l'apparition d'un nystagmus rotatoire en cas de lésion vestibulaire unilatérale, que le RVOa peut répondre à des fréquences de stimulation très élevées, de l'ordre de 100 Hz.

Conséquence de l'atteinte du RVO

Dans la phase aiguë d'une atteinte unilatérale du RVO, le signe prédominant est le nystagmus. Celui-ci est lié à la diminution brutale de l'information provenant du vestibule lésé, que le cerveau interprète comme une inhibition. En effet, en conditions normales, même au repos, des potentiels d'action issus des organes neurosensoriels sont transmis aux noyaux vestibulaires en raison de l'activité tonique des cellules de type II. Le sens du nystagmus, opposé à celui de la déviation lente induite par le RVOa,

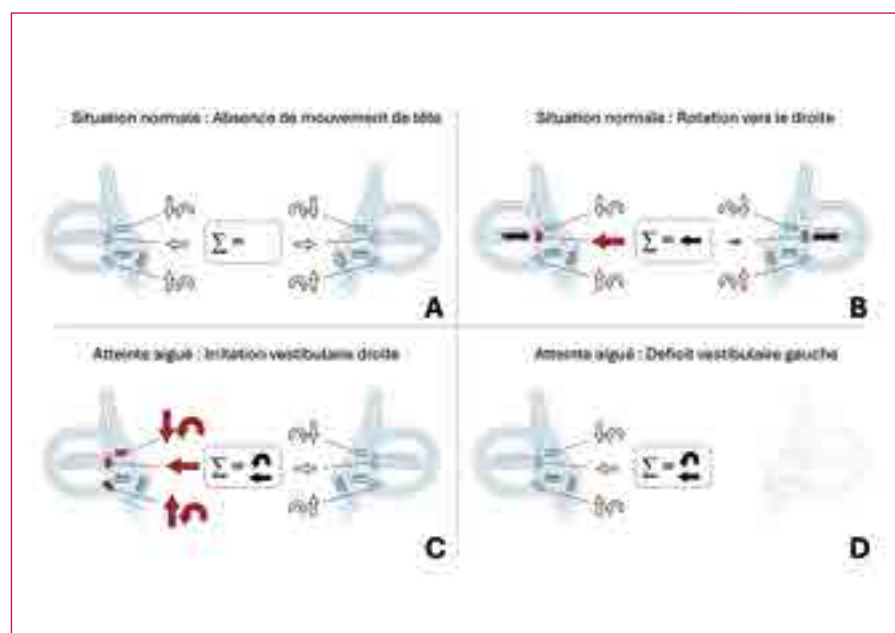


Figure n° 2 | Représentation schématique du sens du nystagmus induit par l'activité des cellules ciliées des crêtes ampullaires. La présence de flèches au repos est expliquée par la stimulation tonique des cellules de type deux. L'encadré central représente la somme vectorielle (Σ) de ces mouvements et donc le nystagmus visible cliniquement. Les flèches rouges montrent une augmentation de l'activité, la flèche grise une diminution. A) en absence de mouvement de la tête, la somme est nulle et les yeux ne bougent pas. B) en cas de rotation de la tête vers la droite les yeux dévient vers la gauche en raison de la phase lente du RVO puis le nystagmus bat à droite si la rotation est suffisamment ample. C) et D) : en phase aiguë, un syndrome vestibulaire irritatif droit entraînera le même nystagmus qu'un syndrome vestibulaire déficitaire gauche.

dépend de la nature de la stimulation vestibulaire ou de la lésion. Il résulte de l'intégration vectorielle des composantes de mouvement générées par chaque canal semi-circulaire. Cette relation est schématisée dans la **Figure n° 2**.

La compensation des symptômes statiques, tels que le nystagmus, repose sur un rééquilibrage de l'activité neuronale entre les noyaux vestibulaires ipsilésionnels et controlésionnels, permettant de restaurer un niveau de décharge spontanée plus symétrique. Ce rééquilibrage résulte de plusieurs mécanismes de plasticité, notamment de modifications des propriétés électrophysiologiques intrinsèques des neurones vestibulaires secondaires, d'une modulation de la transmission synaptique et d'une réorganisation de la connectivité neuronale. En revanche, la compensation des symptômes dynamiques est plus lente, souvent incomplète, et repose sur des mécanismes plus complexes, impliquant notamment le cervelet.

L'atteinte chronique du RVO entraîne, par définition, une altération de la stabilisation de l'image sur la rétine lors des mouvements de la tête. En cas d'atteinte bilatérale, il en résulte deux conséquences visuelles distinctes :

l'oscillopsie et la diminution de l'acuité visuelle dynamique. Il est important de distinguer ces deux manifestations cliniques, car leurs mécanismes physiopathologiques diffèrent, ce qui implique également des prises en charge thérapeutiques différentes.

L'oscillopsie se définit comme une perception erronée du mouvement de l'environnement visuel. Bien qu'elle soit fréquemment associée aux atteintes vestibulaires, elle ne constitue pas un symptôme spécifique de celles-ci et peut même être absente malgré une perte vestibulaire complète, notamment lorsque l'atteinte évolue depuis longtemps. La gêne provoquée par le glissement rétinien semble en effet s'atténuer progressivement au cours du temps, en lien probablement avec des phénomènes de désensibilisation à ce signal visuel, avec une compensation qui semble être centrale et impliquerait des aires visuelles corticales ^(8, 9). L'oscillopsie peut être évaluée par des questionnaires spécifiques ou sous forme d'échelle visuelle numérique.

La baisse de l'acuité visuelle, quant à elle, constitue une conséquence plus directe du défaut de stabilisation du regard. Sa présence est quasi

constante en cas de déficit vestibulaire, bien que certains mécanismes de compensation puissent en réduire la sévérité. La plainte principale des patients concerne une difficulté à lire ou à reconnaître des visages lorsque la tête est en mouvement. Cette atteinte est plus facilement objectivée par des tests d'acuité visuelle dynamique, qui permettent d'évaluer la capacité du RVO à maintenir une image stable malgré les mouvements de la tête. Ces tests peuvent explorer le RVOa lors de mouvements de rotation de la tête, au cours desquels le sujet doit lire un mot ou identifier un optotype apparaissant sur un écran lorsque la vitesse de rotation de la tête est suffisamment élevée. Ils peuvent également évaluer le RVOt lors d'épreuves de lecture sur tapis roulant impliquant des mouvements de translation verticaux. L'erreur de position du regard lors des rotations rapides de la tête en lien avec le déficit vestibulaire semble pouvoir être compensée, au moins partiellement, par l'apparition de saccades de compensation aux latences particulièrement courtes, qui diminuent l'erreur de position du regard ⁽¹⁰⁾. Ces saccades peuvent être identifiées et leur latence et leur amplitude quantifiées à la suite de vHIT.

Références

1. Leigh JR, Zee DS. The Neurology of Eye Movements. 5 edition. Oxford ; New York: Oxford University Press, 2015.
2. Barnes GR, Smith R. The Effects of Visual Discrimination of Image Movement across the Stationary Retina. *Aviat Space Environ Med.* 1981;52:466-472.
3. Huterer M, Cullen KE. Vestibuloocular Reflex Dynamics during High-Frequency and High-Acceleration Rotations of the Head on Body in Rhesus Monkey. *J Neurophysiol* 2002;88:13-28.
4. Minor LB, Lasker DM, Backous DD, et al. Horizontal Vestibuloocular Reflex Evoked by High-Acceleration Rotations in the Squirrel Monkey. I. Normal responses. *J Neurophysiol.* 1999;82:1254-1270.
5. Gonshor A, Jones GM. Extreme Vestibulo-Ocular Adaptation Induced by Prolonged Optical Reversal of Vision. *J Physiol.* 1976;256:381-414.
6. Riché E, Lagadec V, Pélisson D, et al. Visual Information Potentiates Incremental VOR Adaptation. *J NeuroEngineering Rehabil.* 2026;23:59.
7. Pulaski PD, Zee DS, Robinson DA. The Behavior of the Vestibulo-Ocular Reflex at High Velocities of Head Rotation. *Brain Res.* 1981;222:159-165.
8. Kalla R, Muggleton N, Spiegel R, et al. Adaptive Motion Processing in Bilateral Vestibular Failure. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2011;82:1212-1216.
9. Ahmad H, Roberts RE, Patel M, et al. Downregulation of Early Visual Cortex Excitability Mediates Oscillopsia Suppression. *Neurology.* 2017;89:1179-1185.
10. Hermann R, Pelisson D, Dumas O, et al. Are Covert Saccade Functionally Relevant in Vestibular Hypofunction? *Cerebellum Lond Engl.* 2018;17(3):300-307.

AVIS D'EXPERT

Qualité de vie et schwannome vestibulaire : le traitement est-il vraiment le principal déterminant ?

Romain Tournegros, Sandra Zaouche, Stéphane Tringali,
Service d'ORL, Hôpital Lyon-Sud & Hôpital Neurologique, Hospices Civils de Lyon
Contact : Pr Stéphane Tringali, stephane.tringali@chu-lyon.fr

Le schwannome vestibulaire (SV) est une tumeur bénigne développée aux dépens du nerf cochléovestibulaire mais dont le retentissement fonctionnel ne se limite pas aux seuls déficits audiovestibulaires ⁽¹⁾ (**Figures n° 1, 2 et 3**). Son diagnostic constitue, à lui seul, un événement susceptible d'altérer durablement la qualité de vie des patients. Les données issues de larges cohortes suggèrent que le diagnostic de SV constitue un déterminant majeur de l'altération de la qualité de vie, tandis que les données disponibles ne mettent en évidence que des différences globalement modestes à long terme entre surveillance active (« wait-and-scan »), radiochirurgie stéréotaxique (SRS) et microchirurgie ⁽¹⁻³⁾. Ces observations doivent néanmoins être interprétées en tenant compte des différences dans les caractéristiques initiales entre les populations relevant de chacune de ces stratégies thérapeutiques.

Par ailleurs, le retentissement du SV sur la qualité de vie liée à la santé (*Health-Related Quality Of Life*, ou HRQOL) ne semble pas directement proportionnel à l'importance des déficits traditionnellement mis au premier plan de l'évaluation otoneurologique. Si l'hypacousie et les acouphènes figurent parmi les symptômes les plus fréquents, leur association avec la qualité de vie globale apparaît moins marquée que celle d'autres manifestations parfois sous-estimées. En particulier, les vertiges et les troubles de l'équilibre, la fatigue et les céphalées constituent des déterminants majeurs de l'altération de la qualité de vie et semblent avoir un poids supérieur à celui de la perte auditive, des acouphènes, voire de l'atteinte de la fonction faciale ^(4,5). Ces données soulignent la nécessité d'une évaluation multidimensionnelle du retentissement du SV, dépassant les seuls résultats tumoraux, auditifs

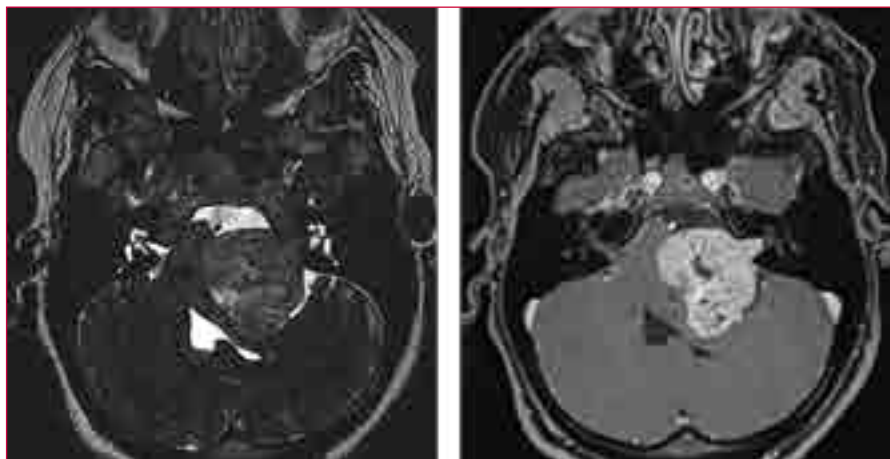


Figure n° 1 | Un volumineux schwannome vestibulaire gauche, présenté en séquence T2 CISS et en T1 après injection de gadolinium.

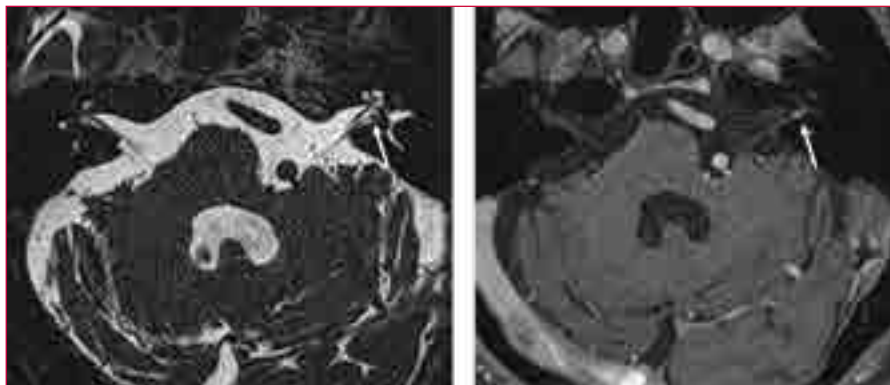


Figure n° 2 | Un microschwannome vestibulaire gauche situé au fond du conduit auditif interne, visible en T2 CISS (flèche) et en T1 après injection de gadolinium (flèche).

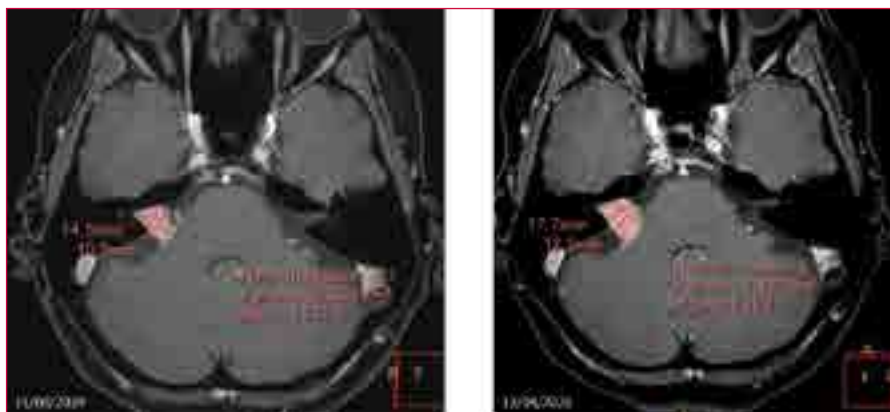


Figure n° 3 | Un schwannome vestibulaire droit évolutif, illustré par des mesures volumétriques successives permettant d'en objectiver la croissance.

et faciaux traditionnellement utilisés pour apprécier les résultats de sa prise en charge.

Le diagnostic de schwannome vestibulaire semble constituer un déterminant majeur de l'altération de la qualité de vie, tandis que les données disponibles ne mettent en évidence que des différences globalement modestes à long terme entre surveillance, radiochirurgie stéréotaxique et microchirurgie.

Symptômes et domaines ayant le plus fort impact sur la qualité de vie

L'altération de la qualité de vie des patients atteints d'un SV résulte de l'interaction des dimensions audio-vestibulaires, neurologiques et psychologiques⁽⁴⁾. Leur contribution respective apparaît toutefois inégale et parfois discordante avec les critères classiquement utilisés pour évaluer les résultats thérapeutiques.

Les vertiges et les troubles de l'équilibre constituent l'un des principaux déterminants de la qualité de vie à long terme. Leur retentissement apparaît particulièrement important et relativement indépendant de la stratégie thérapeutique retenue. Dans une étude transversale portant sur des patients présentant un SV unilatéral, chaque augmentation d'un point du *Dizziness Handicap Inventory* (DHI) était associée à une diminution d'environ 0,7 point du score global du *Penn Acoustic Neuroma Quality of Life* (PANQOL)⁽⁵⁾. Parmi les différentes dimensions du DHI, la composante émotionnelle présentait l'association la plus forte avec l'altération de la qualité de vie. Fait important, même des symptômes vestibulaires d'intensité modérée, voire faible, étaient associés à un retentissement cliniquement significatif, indépendamment de la modalité de prise en charge du SV⁽⁵⁾. Ces résultats soulignent l'intérêt d'une évaluation spécifique du système vestibulaire, qui ne peut être correctement appréhendé par la seule mesure des performances auditives ou du contrôle tumoral.

La fatigue et la diminution du niveau d'énergie représentent également une dimension majeure, mais probablement

encore insuffisamment prise en compte dans le suivi des patients. Le domaine « énergie » figure régulièrement parmi les dimensions obtenant les scores les plus faibles dans les questionnaires spécifiques de qualité de vie et est étroitement associé à une diminution de la qualité de vie globale. Une fatigue significative est rapportée par environ 57 % des patients atteints de SV, contre 25 % des sujets témoins appariés. Sa présence semble notamment associée aux symptômes dépressifs, à l'apathie et aux vertiges, suggérant une origine multifactorielle et l'existence d'interactions étroites entre symptômes vestibulaires et dimensions psycho-émotionnelles^(4,6).

L'hypoacousie et les acouphènes, bien qu'ils constituent les manifestations les plus fréquentes du SV et occupent une place centrale dans l'évaluation otoneurologique, présentent une relation plus complexe avec la qualité de vie globale. En particulier, la perte auditive ne ressort pas de manière constante comme un déterminant indépendant de la qualité de vie dans les analyses multivariées⁽⁴⁾. Cette observation ne doit cependant pas conduire à minimiser son importance du point de vue du patient : lorsqu'ils sont interrogés sur leurs priorités thérapeutiques, les patients placent la préservation de l'audition parmi les résultats les plus importants, illustrant une possible discordance entre les déterminants statistiques de la qualité de vie globale et les objectifs individuels de prise en charge^(4,7).

La dimension psychologique, et notamment l'anxiété, joue également un rôle majeur. Celle-ci est particulièrement importante au cours des premiers mois suivant l'annonce diagnostique, avec un retentissement maximal au cours des six premiers mois, puis tend à diminuer au cours du suivi^(4,8-9). Certaines données suggèrent que la microchirurgie pourrait être associée à une amélioration plus importante du domaine « anxiété ». Cette évolution pourrait, au moins en partie, être liée au sentiment de « guérison » ou de résolution de la maladie procuré par l'exérèse tumorale, contrairement à la surveillance ou à la radiochirurgie qui impliquent la persistance d'une lésion visible nécessitant un suivi radiologique prolongé^(4, 8, 9).

Enfin, les céphalées constituent un déterminant important et probablement sous-estimé de la qualité de vie. Leur présence est fortement associée à une altération persistante de la qualité de vie à long terme⁽⁴⁾. Leur évaluation systématique apparaît donc pertinente, notamment après traitement chirurgical, et doit être intégrée à une approche globale du retentissement fonctionnel du SV.

Ainsi, les symptômes ayant le plus fort impact sur la qualité de vie ne sont pas nécessairement ceux traditionnellement considérés comme les principaux critères de succès thérapeutique. Les troubles de l'équilibre, la fatigue, l'anxiété et les céphalées peuvent peser davantage sur la qualité de vie globale que les seules performances auditives ou faciales^(4, 5). Cette dissociation plaide pour une évaluation multidimensionnelle et centrée sur le patient, associant aux critères tumoraux et fonctionnels classiques des mesures spécifiques des symptômes vestibulaires, de la fatigue et du retentissement psycho-émotionnel.

Les vertiges et troubles de l'équilibre, la fatigue, l'anxiété et les céphalées constituent des déterminants majeurs de la qualité de vie, parfois davantage que l'hypoacousie ou l'atteinte faciale.

Comparaison de la qualité de vie selon la stratégie thérapeutique

L'influence de la stratégie thérapeutique sur la qualité de vie constitue un élément majeur de la décision médicale partagée chez les patients atteints d'un SV. Les données actuellement disponibles suggèrent toutefois que les différences de qualité de vie à long terme entre surveillance active (« wait-and-scan »), radiochirurgie stéréotaxique (SRS) et microchirurgie restent globalement modestes. Si certaines études mettent en évidence des différences statistiquement significatives entre ces modalités, celles-ci demeurent le plus souvent inférieures à la différence minimale cliniquement importante (*Minimal Clinically Important Difference*, MCID), limitant leur pertinence à l'échelle individuelle^(3,6).

Une revue systématique avec méta-analyse à bras unique, publiée en 2026, regroupant 16 études et 3 745 patients, a évalué la qualité de vie spécifique à l'aide du questionnaire PANQOL. Les scores globaux combinés étaient de 69,1 chez les patients pris en charge par surveillance, 66,9 après SRS et 61,3 après microchirurgie. Malgré cette tendance en faveur de la surveillance, puis de la SRS, les écarts observés entre les trois stratégies ne dépassaient pas les seuils établis de MCID et ne pouvaient donc être considérés comme cliniquement significatifs⁽⁶⁾. Ces résultats doivent également être interprétés avec prudence compte tenu du caractère non randomisé des études incluses et des différences potentielles entre les populations traitées, notamment en termes d'âge, de taille tumorale, de symptomatologie initiale et d'indication thérapeutique.

L'analyse des différents domaines du PANQOL apporte par ailleurs des informations complémentaires. Indépendamment de la stratégie thérapeutique, les domaines « audition » et « énergie » présentaient les scores les plus altérés, tandis que les domaines « fonction faciale » et « anxiété » étaient globalement mieux préservés⁽⁶⁾. Ces observations suggèrent que le retentissement du SV sur la qualité de vie repose davantage sur certaines dimensions symptomatiques persistantes que sur la seule modalité thérapeutique retenue.

Cette relative homogénéité des résultats entre les différentes stratégies est également retrouvée dans une autre revue systématique : parmi 14 études comparant directement plusieurs modalités de prise en charge, 9 ne mettaient en évidence aucune différence cliniquement significative de qualité de vie entre surveillance, SRS et microchirurgie⁽³⁾. Surtout, les études rapportant des différences ne faisaient apparaître aucune tendance suffisamment constante pour établir la supériorité d'une stratégie sur les autres en termes de qualité de vie⁽³⁾.

Ainsi, les données disponibles ne permettent pas de considérer la qualité de vie globale à long terme comme un argument isolé en faveur d'une modalité thérapeutique spécifique. Le choix entre surveillance, SRS et micro-

chirurgie doit davantage reposer sur une évaluation individualisée du rapport bénéfice-risque, intégrant l'âge et les comorbidités du patient, la taille et la croissance tumorales, l'audition utile, la symptomatologie vestibulaire, les risques fonctionnels propres à chaque traitement, mais également les attentes et les préférences du patient. Dans cette perspective, la qualité de vie doit être envisagée non seulement comme un critère de résultat thérapeutique, mais également comme un élément central de la décision médicale partagée^(3, 6).

Impact du diagnostic par rapport à la population générale

Au-delà de l'influence propre de la stratégie thérapeutique, la comparaison avec la population générale apporte un éclairage essentiel sur le retentissement du SV. Quel que soit l'instrument de mesure utilisé, les patients atteints d'un SV présentent une altération significative de plusieurs dimensions de leur qualité de vie par rapport aux sujets témoins sans pathologie tumorale. Surtout, l'amplitude de cet écart apparaît généralement supérieure aux différences observées entre les patients pris en charge par surveillance, radiochirurgie stéréotaxique ou microchirurgie^(1, 2). Ces résultats suggèrent que le diagnostic de SV et le fait de vivre avec une pathologie tumorale intracrânienne constituent en eux-mêmes des déterminants majeurs de l'altération de la qualité de vie, indépendamment, au moins en partie, de la stratégie thérapeutique retenue^(1, 2).

Plusieurs mécanismes peuvent contribuer à ce retentissement. Aux symptômes directement liés à la tumeur — hypoacousie, acouphènes, vertiges ou troubles de l'équilibre — s'ajoutent les conséquences psychologiques de l'annonce d'une tumeur intracrânienne, l'incertitude concernant son évolution, la perspective éventuelle d'un traitement et de ses complications, ainsi que la nécessité d'une surveillance clinique et radiologique prolongée. La qualité de vie du patient atteint d'un SV ne peut donc être appréhendée à travers les seuls déficits fonctionnels mesurables ; elle intègre également une dimension émotionnelle et psycho-

sociale susceptible de persister tout au long du parcours de soins^(1, 2).

Cette observation est notamment illustrée par les données rapportées par Pruijn *et coll.*⁽⁶⁾. La représentation graphique des différentes dimensions du SF-36 montre que les patients atteints d'un SV présentent, quelle que soit leur modalité de prise en charge, des scores globalement inférieurs à ceux de la population nationale de référence. Les patients suivis par surveillance active (« wait-and-scan ») présentent dans plusieurs domaines les scores les plus proches des valeurs de référence, sans que cette observation puisse être interprétée comme la démonstration d'un effet protecteur de la surveillance, compte tenu notamment des différences de caractéristiques initiales et du risque de biais de sélection entre les groupes thérapeutiques.

Ces résultats ont une implication importante pour l'interprétation des études consacrées à la qualité de vie dans le SV : l'absence de différence majeure entre les stratégies thérapeutiques ne signifie pas une absence d'altération de la qualité de vie. Elle souligne au contraire que le retentissement de la maladie dépasse celui du traitement lui-même. L'évaluation de la qualité de vie devrait ainsi intégrer, chaque fois que possible, une comparaison avec des valeurs normatives ou une population témoin, afin de distinguer l'impact propre du SV de celui des différences modalités de prise en charge^(1, 2).

Instruments de mesure de la qualité de vie

L'évaluation de la qualité de vie dans le SV repose sur des questionnaires rapportés par les patients (*Patient-Reported Outcome Measures*, PROM), qui complètent les critères objectifs traditionnellement utilisés, tels que le contrôle tumoral, la fonction auditive, la fonction faciale ou les performances vestibulaires. Ces instruments peuvent être spécifiques du SV, et donc particulièrement sensibles à son retentissement propre, ou génériques, permettant notamment une comparaison avec d'autres pathologies ou avec la population générale.

Le PANQOL (*Penn Acoustic Neuroma Quality of Life*) est actuellement l'un

des instruments spécifiques du SV les plus largement utilisés. Développé afin d'appréhender les dimensions de la qualité de vie directement affectées par la maladie et sa prise en charge, il comprend 26 items répartis en sept domaines : anxiété, fonction faciale, état de santé général, équilibre, audition, énergie et douleur. Les résultats sont exprimés sur une échelle de 0 à 100, un score plus élevé correspondant à une meilleure qualité de vie. Au-delà de ses qualités psychométriques et de son utilisation dans de nombreuses études, l'un de ses principaux intérêts réside dans la possibilité d'interpréter les variations observées en termes de pertinence clinique. La différence minimale cliniquement importante du score global a ainsi été estimée à environ 11 points ⁽¹¹⁾. Cette notion est essentielle pour distinguer une différence simplement statistique d'une modification réellement perceptible et pertinente pour le patient.

Plus récemment, le VSQOL Index (*Vestibular Schwannoma Quality of Life Index*), développé à la Mayo Clinic ⁽¹²⁾, a été proposé afin d'élargir l'évaluation à certaines dimensions insuffisamment explorées par les instruments antérieurs. Ce questionnaire spécifique validé comprend 40 items et intègre notamment l'évaluation de la douleur, des fonctions cognitives, des limitations professionnelles, ainsi que de la satisfaction vis-à-vis du traitement et des éventuels regrets décisionnels ^(10, 12). L'intégration de ces dimensions répond à une évolution importante de l'évaluation des résultats dans le SV, qui ne se limite plus aux seules séquelles audiovestibulaires ou neurologiques, mais cherche à appréhender plus largement l'expérience du patient et les conséquences de la maladie sur sa vie quotidienne.

À côté de ces questionnaires spécifiques, plusieurs instruments génériques de qualité de vie ont été utilisés dans le SV, notamment le SF-36, le PROMIS-10 et le Glasgow Benefit Inventory (GBI). Leur principal intérêt réside dans la possibilité de comparer les patients atteints de SV à la population générale ou à des patients présentant d'autres pathologies. Ils apparaissent cependant généralement moins sensibles aux problématiques

spécifiques du SV et peuvent ainsi sous-estimer certaines dimensions importantes, notamment les troubles de l'équilibre, les difficultés auditives ou le retentissement émotionnel propre au diagnostic ^(1,13). De manière particulièrement notable, dans les analyses regroupant différentes interventions otorhinolaryngologiques évaluées par le GBI, le SV se distinguait par des scores globaux négatifs, suggérant un bénéfice perçu particulièrement limité, voire une dégradation de certains aspects de la qualité de vie après intervention ⁽¹³⁾.

En pratique, PANQOL demeure l'outil de référence pour l'évaluation spécifique de la qualité de vie dans le SV, notamment en raison de sa validation et de son utilisation extensive dans la littérature, tandis que le VSQOL Index pourrait permettre une caractérisation plus large de dimensions jusqu'ici insuffisamment explorées ⁽¹⁰⁻¹²⁾. Les questionnaires génériques conservent néanmoins un intérêt complémentaire, en particulier lorsqu'une comparaison avec la population générale est recherchée. L'association d'un instrument spécifique et d'un questionnaire générique pourrait ainsi fournir une évaluation plus complète du retentissement du SV et faciliter l'intégration de la perspective du patient dans l'évaluation des différentes stratégies thérapeutiques.

Limites des données disponibles

L'interprétation des données de qualité de vie dans le schwannome vestibulaire doit rester prudente en raison de plusieurs limites méthodologiques. La majorité des études sont observationnelles, rétrospectives ou transversales, avec peu de comparaisons directes entre surveillance, radiochirurgie et microchirurgie ^(1-3,6). Les populations diffèrent notamment par l'âge, la taille tumorale, la symptomatologie et l'indication thérapeutique, exposant à des biais de sélection et de confusion par indication ^(3, 6). La taille tumorale, qui influence symptômes, choix thérapeutique et risques fonctionnels, constitue un facteur de confusion majeur ^(1-3,6). L'hétérogénéité des questionnaires, des durées de suivi et la rareté des évaluations longitudinales

préthérapeutiques limitent également les comparaisons ^(3,8,10-13). Enfin, la qualité de vie constitue un critère distinct du contrôle tumoral et des résultats fonctionnels : l'absence de différence entre stratégies ne démontre donc pas leur équivalence thérapeutique ^(1-3,6). Des études prospectives longitudinales utilisant des PROM standardisés restent nécessaires.

Implications cliniques

Les données disponibles sur la qualité de vie ont des implications directes sur la stratégie de prise en charge du SV. En effet, aucune des principales modalités thérapeutiques ne semble conférer un bénéfice durable et clairement supérieur en termes de qualité de vie liée à la santé. Parallèlement, une proportion importante des SV de petite taille demeure stable au cours du suivi. Dans ce contexte, une surveillance clinique et radiologique initiale (« wait-and-scan ») constitue une option pertinente chez les patients présentant un SV de petite, voire de moyenne taille, en particulier en l'absence de symptômes invalidants ou de critères imposant une intervention. Un traitement actif, par radiochirurgie stéréotaxique ou microchirurgie, peut alors être envisagé secondairement en cas de croissance tumorale documentée, d'évolution clinique défavorable ou de symptômes insuffisamment contrôlés ⁽¹⁾. Cette stratégie permet d'éviter ou de différer les risques fonctionnels associés au traitement chez des patients dont la tumeur pourrait rester durablement stable.

Cette approche ne doit cependant pas conduire à assimiler surveillance tumorale et absence de prise en charge. Les données de qualité de vie montrent au contraire que certains symptômes, parfois insuffisamment pris en compte dans les critères décisionnels traditionnels, ont un retentissement majeur sur la vie quotidienne. Les vertiges et troubles de l'équilibre, la fatigue et les manifestations anxieuses apparaissent notamment comme des déterminants particulièrement importants de l'altération de la qualité de vie, parfois davantage que l'hypoacousie elle-même ^(4, 5). Leur recherche systématique et leur prise en charge précoce devraient ainsi faire partie intégrante du parcours

de soins, quelle que soit la stratégie retenue vis-à-vis de la tumeur.

Dans cette perspective, la rééducation vestibulaire occupe une place importante chez les patients présentant une instabilité ou un handicap vestibulaire persistant. Plus largement, la prise en charge doit être multidimensionnelle et associer, selon les besoins, réhabilitation audiovestibulaire, évaluation et traitement de la fatigue, prise en charge des céphalées et accompagnement de la détresse psychologique^(4, 5). L'objectif ne doit donc plus être uniquement le contrôle tumoral ou la préservation des fonctions neurologiques, mais également la réduction du retentissement fonctionnel et psychosocial de la maladie.

Enfin, ces données renforcent la place centrale de la décision médicale partagée dans le choix de la stratégie thérapeutique après discussion en réunion

de concertation pluridisciplinaire⁽¹⁴⁾. L'absence de supériorité nette d'une modalité de prise en charge en termes de qualité de vie impose de confronter les bénéfices et les risques propres à chaque option aux attentes individuelles du patient. Cette discussion doit intégrer non seulement l'âge, les comorbidités, la taille tumorale et sa dynamique de croissance, l'audition et les symptômes vestibulaires, mais également les priorités personnelles du patient, son rapport au risque et sa perception de la surveillance d'une tumeur intracrânienne. La préservation auditive, par exemple, demeure une priorité majeure pour de nombreux patients, alors même que l'hypoacousie n'apparaît pas systématiquement comme le principal déterminant statistique de la qualité de vie globale⁽⁷⁾.

Ainsi, la prise en charge contemporaine du SV tend à évoluer d'une approche

principalement centrée sur la tumeur vers une approche centrée sur le patient dont le vécu est au cœur de la stratégie thérapeutique. Contrôle tumoral, préservation fonctionnelle et qualité de vie constituent des objectifs indissociables. L'intégration systématique des *Patient-Reported Outcome Measures* dans le suivi pourrait objectiver le retentissement individuel de la maladie, identifier les déterminants du handicap souvent invisibles aux évaluations conventionnelles, orienter les interventions de support et ainsi proposer une décision thérapeutique réellement adaptée aux priorités de chaque patient^(4, 5, 7).

La prise en charge du schwannome vestibulaire doit dépasser le seul contrôle tumoral pour privilégier une approche multidimensionnelle, centrée sur le patient et fondée sur une décision médicale partagée.

Références

- Carlson ML, Tveiten OV, Driscoll CL, *et al.* Long-Term Quality of Life in Patients with Vestibular Schwannoma: an International Multicenter Cross-Sectional Study Comparing Microsurgery, Stereotactic Radiosurgery, Observation, and Nontumor Controls. *J Neurosurg.* 2015;122(4):833-42.
- Chweya CM, Tombers NM, Lohse CM, Link MJ, Carlson ML. Disease-Specific Quality of Life in Vestibular Schwannoma: A National Cross-sectional Study Comparing Microsurgery, Radiosurgery, and Observation. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2021;164(3):639-644.
- Khandalavala KR, Zalaquett NG, Lohse CM, Link MJ, Carlson ML. Systematic Review of Disease-Specific Quality of Life in Patients with Sporadic Vestibular Schwannoma. *J Neurooncol.* 2025;176(2):136.
- Prujin IMJ, Kievit W, Hentschel MA, Mulder JJS, Kunst HPM. What Determines Quality of Life in Patients with Vestibular Schwannoma? *Clin Otolaryngol.* 2021;46(2):412-420.
- Fuentealba-Bassaletti C, Neve OM, van Esch BF, *et al.* Vestibular Complaints Impact on the Long-Term Quality of Life of Vestibular Schwannoma Patients. *Otol Neurotol.* 2023;44(2):161-167.
- Prujin IMJ, Welie FRLM, Kievit W, Kunst HPM. Health-Related Quality of Life in Patients with Vestibular Schwannoma Managed with Observation, Stereotactic Radiosurgery or Microsurgery: a Systematic Review and Single-Arm Meta-Analysis. *J Neurol.* 2026;273(3):187.
- Prujin IMJ, van Heemskerken P, Kunst HPM, Tummers M, Kievit W. Patient-Preferred Outcomes in Patients with Vestibular Schwannoma: a Qualitative Content Analysis of Symptoms, Side Effects and their Impact on Health-Related Quality of Life. *Qual Life Res.* 2023;32(10):2887-2897.
- Carlson ML, Barnes JH, Nassiri A, *et al.* Prospective Study of Disease-Specific Quality-of-Life in Sporadic Vestibular Schwannoma Comparing Observation, Radiosurgery, and Microsurgery. *Otol Neurotol.* 2021;42(2):e199-e208.
- Carlson ML, Babajanian EE, Lohse CM, Tombers NM, Link MJ. Long-Term Prospective Quality-of-Life Outcomes in 445 Patients with Sporadic Vestibular Schwannoma. *Otol Neurotol.* 2024 Dec 1;45(10):1167-1171.
- Epperson MV, Lohse CM, Link MJ, Carlson ML. A National Cross-sectional Assessment of the Mayo Clinic Vestibular Schwannoma Quality of Life (VSQOL) Index by Tumor Management Strategy. *Otol Neurotol.* 2026 Sep 1;47(8):1016-1022.
- Dhayalan D, Tveiten ØV, Finnkirk M, *et al.* V-REX Trial investigators. Upfront Radiosurgery vs a Wait-and-Scan Approach for Small- or Medium-Sized Vestibular Schwannoma: The V-REX Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2023 Aug 1;330(5):421-431.
- Carlson ML, Lohse CM, Link MJ, *et al.* Development and Validation of a New Disease-Specific Quality of Life Instrument for Sporadic Vestibular Schwannoma: the Mayo Clinic Vestibular Schwannoma Quality of Life Index. *J Neurosurg.* 2022 Sep 2;138(4):981-991.
- Hendry J, Chin A, Swan IR, Akeroyd MA, Browning GG. The Glasgow Benefit Inventory: a Systematic Review of the Use and Value of an Otorhinolaryngological Generic Patient-Recorded Outcome Measure. *Clin Otolaryngol.* 2016 Jun;41(3):259-75.
- Daveau C, Zaouche S, Jouanneau E, *et al.* Experience of Multidisciplinary Team Meetings in Vestibular Schwannoma: a Preliminary Report. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2015 Nov;272(11):3187-92.

Quel appareil auditif choisir ? Guide comparatif à l'usage du patient et du praticien

Yoann Juenet, audioprothésiste, Centre Amplifon, Dijon, yoann.juenet@amplifon.com

Lors de la remise d'une prescription médicale pour un appareillage auditif, le patient se pose souvent beaucoup de questions concernant les appareils. L'objectif de cet article est d'apporter quelques éléments simples afin de nous aider à répondre au mieux à cette interrogation. Nous présenterons tout d'abord les différents types d'aides auditives qui existent, avec leurs avantages, leurs inconvénients et leurs spécificités, sans chercher à comparer les fabricants.

Il existe aujourd'hui principalement trois grands types d'aides auditives : les appareils à écouteur déporté, appelés RITE (*Receiver In The Ear*), les contours d'oreille classiques, appelés BTE (*Behind The Ear*), et les appareils intra-auriculaires ITE (*In The Ear*). Chacune de ces formes présente des caractéristiques, des avantages et des inconvénients qui lui sont propres. Le choix ne dépend donc pas uniquement d'un critère esthétique, mais également du degré de perte auditive, de l'anatomie de l'oreille, des capacités de manipulation et des besoins du patient.

Microcontour RITE

Les aides auditives de type RITE ou RIC (*Receiver In the Canal*) se distinguent des contours d'oreille traditionnels par la position de leur écouteur. En effet, dans un RITE, les microphones, le processeur et la source d'énergie restent placés derrière le pavillon, mais l'écouteur est déporté dans le conduit auditif et relié à la partie externe par un fil électrique très fin. Cette configuration permet de réduire la taille du boîtier et d'améliorer la discrétion de l'appareillage par rapport à un BTE traditionnel. Malgré sa petite taille, le boîtier externe placé au-dessus de l'oreille peut être ressenti insuffisamment discret surtout chez les patients ayant des cheveux courts (*Figure n° 1*).

La coexistence avec des lunettes ou d'autres éléments, comme du matériel professionnel, peut provoquer une gêne



Figure n° 1 | Exemple d'un microcontour RITE avec différents dômes et embouts. Ces appareils sont reconnaissables par leur écouteur relié au micro-contour par un fil électrique.

mécanique ou diminuer le maintien du boîtier.

Le positionnement de l'écouteur dans le conduit présente plusieurs intérêts électroacoustiques. À la différence des appareils de type BTE, le signal reste électrique jusqu'à proximité du tympan et ne traverse plus le système de manière acoustique par un coude et un tube. Cette réduction du trajet acoustique limite les résonances et les atténuations produites par les tubes (surtout en cas de tube fin) et permet généralement d'obtenir une réponse plus régulière ainsi qu'une bande passante plus étendue dans les fréquences aiguës. Ce bénéfice est lié à l'insertion profonde de l'écouteur mais aussi au choix judicieux du type de dôme ou d'embout en fonction de l'anatomie du conduit et de la perte. L'avantage de ce modèle est aussi la possibilité de changer rapidement l'écouteur qui devient une pièce détachée. Il existe des puissances d'écouteurs différentes qui peuvent ainsi être apportées à l'appareillage permettant l'évolution de l'adaptation en fonction de la perte auditive sans devoir remplacer l'ensemble du système. De plus, une panne située au niveau de l'écouteur peut être rapidement réparée par l'audioprothésiste, sans avoir besoin d'envoyer l'aide auditive chez le fabricant.

Ce modèle est très souvent utilisé en adaptation ouverte (sans occlusion

du conduit) afin de corriger les surdités légères à moyennes prédominant dans les hautes fréquences. À l'aide d'un dôme ouvert, une grande partie de l'audition naturelle dans les basses fréquences est conservée, réduisant ainsi la sensation d'oreille bouchée et améliorant la tolérance. Cette adaptation rend la perception de sa propre voix plus agréable. Mais attention, elle comporte aussi des limites : les sons extérieurs non traités pénètrent directement dans le conduit auditif et se combinent avec le signal amplifié. L'appareillage pourra très difficilement corriger une perte dans les basses fréquences sans dégrader la qualité de l'écoute. De plus les fuites acoustiques (de l'écouteur dans le conduit vers les microphones derrière l'oreille) réduisent très rapidement le gain disponible avant Larsen, limitant rapidement la correction dans les hautes fréquences. Dans un environnement bruyant, les résultats peuvent aussi être impactés par la diminution de l'efficacité des microphones directionnels et des algorithmes de réduction du bruit⁽¹⁾. L'audioprothésiste aura donc très régulièrement besoin de passer sur un appareillage avec dôme fermé ou un embout sur mesure afin d'obtenir une meilleure étanchéité. L'acoustique fournie par les dômes restant moins prévisible, l'embout sur mesure sera souvent l'adaptation la plus efficace mais pas forcément la plus confortable au démarrage de l'adaptation prothétique. L'étanchéité dépend de nombreux facteurs comme l'anatomie du conduit, le matériau, du nombre de collerettes et des fuites périphériques. Le couplage choisi doit donc être considéré comme une partie intégrante de l'efficacité du RITE et vérifié par mesures de gain prothétique et complété par la mesure *in vivo*⁽²⁾.

Le boîtier d'une aide auditive de ce type offre généralement suffisamment d'espace pour intégrer deux microphones, une directivité adaptative, des communications binaurales, une connectivité

sans fil et, selon les modèles, une batterie rechargeable. Dans une situation bruyante où la parole arrive de face et le bruit latéralement ou par l'arrière, les aides auditives multi-microphoniques peuvent améliorer le rapport signal sur bruit de façon plus importante que ne le permet la seule directivité naturelle du pavillon. Cependant, la position des microphones à l'arrière de l'oreille modifie les indices spectraux naturellement produits par le pavillon. Ceci dégrade la différenciation avant-arrière ou la perception spatiale, en particulier en mode omnidirectionnel. Certains traitements numériques cherchent à reproduire ces indices. Certains fabricants ont ajouté un troisième microphone au niveau de l'écouteur mais il se bouche malheureusement trop régulièrement. L'efficacité directionnelle dépend aussi du degré d'ouverture du conduit : avec un dôme très ouvert, le bruit direct qui pénètre dans le conduit peut réduire le bénéfice du signal traité.

En ce qui concerne l'entretien, la présence de l'écouteur dans le conduit constitue aussi l'une des principales fragilités du RITE. Celui-ci est davantage exposé au cérumen, à l'humidité et aux sécrétions. Le nettoyage du dôme et de l'embout ainsi que le changement des filtres pare-cérumen doit être régulier. La manipulation de l'appareillage peut également être difficile pour les patients présentant une dextérité réduite, des troubles visuels ou cognitifs. Des micro-embouts de grande taille pourront cependant les aider. La rétention du dôme doit être surveillée, notamment lorsque le conduit est étroit, très coudé ou présente d'importants mouvements mandibulaires. Ainsi, le RITE constitue une solution polyvalente, discrète et performante, particulièrement adaptée aux pertes auditives prédominant dans les hautes fréquences. Ce type d'appareil représente une très grande proportion des aides auditives vendues ⁽³⁾.

La présence d'un bouton ou d'un potentiomètre permet au patient de modifier directement le volume. Cette fonction est aujourd'hui également très souvent accessible depuis une application installée sur le smartphone. Les audioprothésistes auront tendance à désactiver cette fonction au début de la rééducation afin d'éviter une modi-

fication des réglages souvent délétère pour la rééducation.

Il est aussi possible de créer plusieurs programmes afin de personnaliser au mieux l'appareillage selon les besoins et les habitudes de vie du patient. On peut, par exemple, proposer un programme spécifique pour l'écoute de la musique ou pour les environnements bruyants. Dans ce dernier cas, l'utilisation des microphones directionnels permet de favoriser la captation de la voix située devant le patient, facilitant ainsi la compréhension dans certaines situations comme un tête-à-tête au restaurant. À l'inverse, pour un chauffeur de taxi, une directionnalité arrière sera extrêmement productive.

Enfin, grâce à la technologie Bluetooth Auracast ou BLE (*Bluetooth Low Energy*), la plupart des appareils RITE actuels peuvent recevoir directement le son d'un téléphone dans les aides auditives. Le patient peut ainsi entendre ses appels téléphoniques, mais également écouter de la musique ou d'autres contenus audio directement dans ses appareils. Un point intéressant aussi dans le cas de la thérapie sonore (traitement par générateur de bruit) lors de la prise en charge des patients acouphéniques. De plus, les appareils pourront être utilisés chez les patients mélomanes comme des écouteurs adaptatifs en fonction de leur surdité et du type de musique.

Contour d'oreille BTE

Les aides auditives de type BTE correspondent aux contours d'oreille traditionnels. L'ensemble des composants électroniques, comprenant le processeur, les microphones, l'écouteur et la source d'énergie, est regroupé dans un boîtier placé à l'arrière du pavillon. Le son produit par l'écouteur est ensuite transmis jusqu'au conduit auditif externe par l'intermédiaire d'un coude, d'un tube acoustique de différentes dimensions et, le plus souvent, d'un embout réalisé sur mesure ou bien d'un dôme (Figure n° 2).

Le BTE est globalement plus volumineux et plus visible qu'un RITE. Son aspect esthétique peut représenter un frein pour les patients qui recherchent avant tout un appareil discret. Le boîtier peut également entrer en contact avec la branche des lunettes ou d'autres éléments comme du matériel professionnel. Cela gênera plus que le RITE au vu de la différence de taille. Chez certains patients, le fait de voir et de manipuler plus facilement l'appareil peut être considéré comme un avantage : le boîtier plus grand facilite en effet la mise en place, le retrait, le changement de pile. Cette caractéristique est particulièrement intéressante chez les personnes présentant des difficultés de préhension, des troubles visuels ou une altération des fonctions cognitives.

L'un des principaux intérêts du BTE est sa capacité à délivrer des niveaux de gain et de sortie élevés. La taille du boîtier permet d'accueillir un écouteur plus puissant, une batterie (pile ou batterie rechargeable) de plus grande capacité et des composants capables de supporter des niveaux de sortie importants. Les BTE restent donc particulièrement privilégiés dans l'appareillage des surdités sévères à profondes, mais peuvent également être utilisés pour des pertes auditives moins importantes. Ils doivent être associés à un embout sur mesure suffisamment étanche pour limiter les fuites acoustiques et réduire le risque de Larsen. Cette maîtrise du couplage est essentielle lorsque le gain nécessaire devient important. Il faudra faire particulièrement attention à la présence et aux caractéristiques de l'évent, ainsi qu'à la fabrication de l'embout auriculaire. Un évent trop large ou un embout insuffisamment étanche peuvent en effet diminuer la sortie dans les basses fréquences et



Figure n° 2 | Exemple d'un appareil contour BTE caractérisé par le coude et le tube acoustiques.

réduire le gain maximal utilisable avant l'apparition d'un Larsen.

L'embout sur mesure joue donc un rôle majeur dans le fonctionnement d'un BTE. Il ne sert pas uniquement à maintenir le tube dans l'oreille : il constitue une partie à part entière de la chaîne électroacoustique. Sa forme, sa matière, sa longueur d'insertion, le diamètre de son conduit sonore et les dimensions de son événement modifient la réponse réellement obtenue au tympan ^(4,5). Les caractéristiques du système formé par le coude, le tube et l'embout influencent la propagation du signal, l'amplitude des résonances ainsi que la réponse fréquentielle délivrée dans l'oreille. Un conduit sonore trop étroit peut notamment limiter la transmission d'une partie des fréquences moyennes et aiguës. À l'inverse, un système de transmission plus large permet de conserver davantage d'énergie, mais peut également faire apparaître des résonances plus marquées qui devront être contrôlées par le réglage ou par l'utilisation d'un amortisseur acoustique.

Il existe plusieurs types de tubes acheminant le son de la partie électronique au conduit auditif externe. Comparativement au tube acoustique traditionnel n° 13, dont le diamètre interne est d'environ 1,9 mm, le tube fin de 0,8 mm présente principalement un intérêt esthétique. Plus petit sur l'oreille, il sera généralement mieux accepté par le patient. Cette réduction de diamètre s'accompagne néanmoins de modifications électroacoustiques. Le remplacement du coude et du tube n° 13 par un tube fin entraîne notamment un déplacement de la fréquence principale de résonance du système acoustique ⁽⁶⁾.

Le choix de l'événement est crucial : Son augmentation permet de diminuer la sensation d'oreille bouchée et de rendre la propre voix plus naturelle, mais elle laisse également s'échapper une partie du signal amplifié. On constate qu'une augmentation du diamètre de l'événement diminue progressivement l'effet d'occlusion, mais réduit aussi la sortie dans les basses fréquences et le gain disponible avant Larsen. L'effet de l'événement dépend aussi de sa longueur. À diamètre égal, un événement

produit une ouverture acoustique plus importante qu'un événement long. Le choix ne doit donc pas se limiter à une indication de diamètre : la longueur de l'événement, la forme de l'embout, le volume résiduel du conduit et le niveau de gain nécessaire doivent être pris en considération. Toutes ces notions seront aussi à prendre en considération pour les micro-embouts sur mesures dans l'appareillage en RITE. L'hydrométrie du conduit auditif externe aura aussi un impact par une modification de la résonance du signal dans le tube par la présence de gouttelettes d'eau.

Comme pour les RITE, la technologie Bluetooth Auracast ou BLE, un bouton-poussoir ainsi qu'un potentiomètre seront accessibles sur de nombreux BTE de nouvelles technologies.

Sur le plan de la compréhension dans le bruit, un BTE moderne peut bénéficier des mêmes traitements numériques qu'un RITE de gamme équivalente. Son boîtier offre suffisamment de place pour intégrer deux microphones, une directivité adaptative, des systèmes de réduction du bruit, des échanges binauraux et parfois un beamforming (effet jumelles acoustiques) utilisant les deux appareils. Cependant, il peut altérer la fonction de spatialisation du patient car les sons perçus sont plus proches devant, et plus lointains sur les côtés et derrière. Lorsque la parole provient de l'avant et que le bruit est situé sur les côtés ou à l'arrière, ces traitements peuvent améliorer le rapport signal sur bruit, mais en cas de discussion avec plusieurs convives il peut être dur de suivre plusieurs personnes à la fois. À puce électronique équivalente, le format BTE n'est donc pas moins performant dans le bruit qu'un RITE. Un bon embout fermé est de toute manière indispensable à une bonne compréhension du patient dans les environnements bruyants, tandis qu'une ventilation très importante détruit les bénéfices apportés par la directionnalité microphonique.

Comme pour les RITE, la position des microphones derrière le pavillon modifie certains indices spectraux naturellement apportés par celui-ci, ce qui peut rendre la localisation des sons moins précise. En situation omnidirectionnelle, cette position peut rendre la différen-

ciation entre l'avant et l'arrière moins précise qu'avec un microphone situé dans la conque ou plus profondément dans le conduit comparativement à l'ITE. Les traitements numériques actuels peuvent essayer de reproduire une partie de cet effet pavillonnaire, mais ils ne restituent pas toujours exactement les caractéristiques propres à l'oreille du patient (oreille moyenne standard). Cet élément semble toutefois avoir davantage d'influence sur la perception spatiale et la localisation que sur l'intelligibilité globale de la parole, sous réserve de ne pas trop modifier l'enveloppe temporelle du signal, attention à la saturation mécanique de l'écouteur.

Le BTE présente aussi plusieurs avantages concernant la fiabilité et l'entretien. L'écouteur étant protégé à l'intérieur du boîtier, il est moins directement exposé au cérumen, aux sécrétions du conduit auditif et à la transpiration du patient que l'écouteur d'un RITE. Le tube et l'embout peuvent être séparés de l'appareil pour être nettoyés ou remplacés. Cependant, le tube peut durcir, se fissurer, jaunir ou se boucher avec le temps. De la condensation peut également s'y accumuler et interrompre temporairement la transmission du son. Une surveillance régulière du tube et un remplacement périodique sont donc nécessaires. L'utilisation de systèmes de séchage, de tubes spécifiques limitant la condensation ou d'un petit piège à humidité peut être proposée lorsque ce problème est récurrent, mais ce dernier dégrade d'environ 10 dB le gain, majoritairement dans les hautes fréquences.

Le BTE reste ainsi la forme d'appareillage la plus fréquemment utilisée en appareillage pédiatrique. L'oreille de l'enfant venant à se modifier avec la croissance, l'embout peut être refait régulièrement sans qu'il soit nécessaire de remplacer l'ensemble de l'appareil comme dans le cas des ITE. Le boîtier peut également intégrer une batterie sécurisée, un témoin lumineux, une entrée audio ou des accessoires utiles dans le cadre scolaire. Chez l'adulte, l'embout peut être conçu dans différentes matières et formes afin de rechercher un équilibre entre maintien, confort, étanchéité et facilité de manipulation.

Les microphones placés au-dessus et derrière l'oreille sont par ailleurs davantage exposés au vent (comme chez le Rite) qu'un microphone profondément placé dans le conduit. Les algorithmes de réduction du bruit du vent peuvent limiter cette gêne, mais leur efficacité varie selon les appareils et les conditions d'utilisation et peuvent alors dégrader la compréhension.

En définitive, le BTE ne doit pas être rattaché à une technologie ancienne ou systématiquement moins performante que le RITE. Il demeure une solution robuste, puissante et polyvalente. Il est notamment indiqué lorsque la perte auditive nécessite un gain important, lorsque le patient a besoin d'un appareil facile à manipuler et à entretenir ou lorsque l'écouteur doit être protégé du cérumen et de l'humidité. Ses principales limites concernent son encombrement, son esthétique, les contraintes liées au tube et la modification de la réponse fréquentielle par le système acoustique. La réussite de l'adaptation repose donc en grande partie sur le choix de l'embout, du tube, des caractéristiques de l'évén et de la puissance de l'écouteur. Comme pour tout appareillage, les réglages proposés par le logiciel ne suffisent pas à garantir la meilleure correction : une vérification par gain prothétique et mesures in vivo reste indispensable afin de contrôler la réponse effectivement délivrée au tympan et la perception du patient.

Les intra-auriculaires

Les aides auditives intra-auriculaires se distinguent des BTE et des RITE par le fait que l'ensemble des composants est regroupé dans une coque placée directement au sein de l'oreille. Les microphones, le processeur, l'écouteur et la source d'énergie sont ainsi réunis dans un seul appareil. La plupart du temps, la coque de l'aide auditive sera fabriquée à partir d'une empreinte du conduit auditif réalisée par l'audioprothésiste. L'appareillage ne comporte donc aucun boîtier derrière le pavillon, ni aucun tube reliant l'aide auditive à l'oreille (Figure n° 3).

On distingue plusieurs formats d'intra-auriculaires. L'ITE, pour *In The Ear*, occupe une partie de la conque et reste relativement visible. Sa taille per-



Figure n° 3 | Exemples d'appareils intra-auriculaires : de gauche à droite, IIC (*Invisible in the canal*), CIC (*Completely in the canal*) et intraconque (ITE). Les deux premiers sont parfois regroupés sous le sigle ITC (*In the canal*).

met en revanche d'intégrer un écouteur plus puissant, une source d'énergie plus importante, des boutons de réglage et parfois deux microphones. L'ITC, pour *In The Canal*, plus petit, se place principalement à l'entrée du conduit. Le CIC, pour *Completely In the Canal*, est inséré plus profondément, tandis que l'IIC, pour *Invisible In the Canal*, peut devenir pratiquement invisible lorsque l'anatomie de l'oreille permet une insertion suffisante. Plus l'appareil est miniaturisé, plus il est discret, mais moins la place disponible pour la batterie, l'écouteur, les microphones et les commandes est importante.

La discrétion constitue souvent la principale motivation des patients qui choisissent ce type d'appareillage. L'absence de boîtier derrière l'oreille peut également faciliter le port de lunettes et l'écoute au téléphone par le microphone positionné à l'entrée du conduit auditif externe. Il faut cependant rappeler que tous les intra-auriculaires ne sont pas aussi discrets. Un ITE placé dans la conque peut parfois être plus visible qu'un petit RITE caché par le pavillon. Le résultat dépend donc du format retenu, de la taille du conduit et du volume nécessaire pour recevoir l'ensemble de l'appareillage.

La position du microphone dans la conque ou dans le conduit présente un intérêt acoustique. Contrairement aux microphones des BTE et des RITE, placés derrière le pavillon, celui d'un intra bénéficie davantage des modifications naturelles produites par la tête, le pavillon et la conque. Ces indices participent notamment à la localisation et à la différenciation des sons provenant de l'avant ou de l'arrière. Durin et coll. ont comparé les informations directionnelles recueillies par cinq

formats d'aides auditives. Parmi les appareils étudiés, l'IIC présentait une réponse plus proche de celle de l'oreille nue, tandis que le BTE produisait les modifications les plus importantes (7).

Cet avantage ne signifie toutefois pas qu'un intra-auriculaire assure systématiquement une meilleure compréhension dans le bruit. Un CIC ou un IIC ne possèdent généralement qu'un seul microphone. Il bénéficie de l'effet directionnel naturel du pavillon, mais ne peut pas mettre en place la même directivité électronique qu'un RITE multi-microphonique. Lorsque la parole arrive face au patient et que le bruit provient des côtés ou de l'arrière, le RITE peut ainsi être plus performant. Certains ITE et ITC disposent néanmoins de deux microphones et peuvent associer une partie de l'effet pavillonnaire à une directivité électronique.

La proximité de l'écouteur avec le tympan permet au signal acoustique d'être délivré sans passer par le coude et le long tube d'un BTE. Les intra-auriculaires ne présentent donc pas les résonances propres à ce système de transmission. Cependant la puissance délivrée dépend de la taille de l'écouteur pouvant être intégré dans la coque. Un ITE peut accueillir un écouteur relativement puissant et convenir à certaines pertes moyennes à sévères, tandis qu'un CIC ou un IIC sont généralement davantage indiqués pour des pertes légères à moyennes. La miniaturisation limite également l'autonomie et le niveau maximal de sortie.

L'occlusion représente l'une des principales limites des intra-auriculaires. La coque ferme une partie du conduit auditif et peut rendre la propre voix du patient trop forte, sourde ou résonnante, surtout lorsque les basses fréquences sont très peu ou pas affectées par la perte auditive. La réalisation d'une empreinte suffisamment profonde afin d'atteindre la partie osseuse du conduit auditif externe permettra de diminuer l'autophonation. En effet, un intra profond (tout comme un micro-embout pour les aides auditives de type RITE) qui garderait suffisamment libre la zone entre le méat et le second coude laissera s'évacuer les vibrations des zones émettrices du CAE. Le sujet ne ressentira pas d'effet d'autophonation.

La présence d'un événement peut elle aussi aider dans ce sens, mais engendrera des problèmes dans la correction auditive par augmentation du risque de Larsen et de fuite acoustique dans les basses fréquences.

La fabrication sur mesure doit respecter l'anatomie du conduit tout en laissant suffisamment de place aux composants. Une coque trop serrée peut provoquer une douleur ou une irritation, alors qu'une coque trop lâche risque de manquer de maintien et de favoriser le Larsen. Les mouvements de la mâchoire peuvent également déplacer l'appareil lors de la parole ou la mastication. Un conduit trop étroit, très coudé ou très mobile peut par ailleurs empêcher la réalisation d'un intra profond.

La manipulation doit aussi être prise en compte. Les CIC et les IIC sont difficiles à saisir et nécessitent souvent l'utilisation d'un fil d'extraction. Ils peuvent donc être peu adaptés aux patients présentant une baisse de la vision, des tremblements ou une dextérité réduite. Les modèles les plus petits disposent également de moins de commandes manuelles et leur connectivité peut être limitée par le manque de place et par la capacité de la batterie. Les ITE et certains ITC permettent plus facilement d'intégrer des boutons, une batterie rechargeable, plusieurs programmes ou la technologie Bluetooth Auracast ou BLE. En fonction des marques, il existe aujourd'hui, au

choix, du rechargeable ou de la pile avec ou sans connectivité smartphone même sur des modèles de type CIC. Il existe aussi des modèles CIC standard ne nécessitant pas obligatoirement une prise d'empreinte, car adaptables en dômes. Un embout peut cependant être ajusté en cas de problème d'étanchéité, de maintien et de manipulation.

Enfin, l'ensemble de l'appareil étant situé dans le conduit, les intra-auriculaires sont particulièrement exposés au cérumen, à l'humidité et à la transpiration. Le filtre protégeant l'écouteur doit être remplacé régulièrement et les entrées microphoniques doivent rester propres. Ce format est donc moins indiqué chez les patients présentant une production très importante de cérumen, des otites externes répétées, un écoulement chronique, une perforation tympanique ou un épiderme du CAE sensible.

En définitive, les intra-auriculaires constituent une solution intéressante pour les patients recherchant l'absence de boîtier derrière l'oreille et, avec les CIC ou IIC, une discrétion importante. Leur position permet de préserver une partie des indices acoustiques naturels du pavillon et de limiter l'exposition du microphone au vent. Ces avantages doivent cependant être mis en balance avec le risque d'occlusion, la sensibilité au cérumen, les contraintes de manipulation et les possibilités techniques plus limitées

dans les modèles les plus petits. Le choix entre ITE, ITC, CIC et IIC doit donc tenir compte de la perte auditive, de l'anatomie du conduit, de la dextérité, des besoins technologiques et des attentes esthétiques du patient.

Conclusion

Il n'y a pas de mauvais appareil, il faut tenir compte de l'anamnèse et de l'auscultation de l'oreille du patient pour choisir le plus adapté. En effet, le mode de vie, le style de vie, l'environnement de travail, les divertissements, les préférences esthétiques, les souhaits de fonctionnements supplémentaires, mais aussi les contraintes budgétaires, entre autres, seront déterminants dans le bon choix d'appareils pour l'adaptation prothétique du patient (voir Tableau n° 1).

Il est enfin important de noter que la réussite d'un appareillage ne dépend pas uniquement du choix de la forme ou de la technologie de l'aide auditive. Elle repose également sur la qualité des réglages, le choix du couplage acoustique, les mesures de vérification (8), la rééducation auditive, le temps de port et l'accompagnement du patient dans la durée. Des informations claires sur les résultats possibles, ainsi que sur les limites de l'appareillage, permettent au patient d'avoir des attentes plus réalistes et favorisent une meilleure prise en charge.

Critère	RITE	BTE	Intra (ITE/CIC/IIC)
Discrétion	++	-	+++ (ITE+)
Puissance/gain	++	+++	+ (ITE ++)
Confort avec lunettes	+	-	+++
Facilité de manipulation et d'entretien	+	+++	-
Résistance cérumen/humidité	-	++	--
Localisation spatiale naturelle	--	--	-(ITE) +(CIC)++(IIC)
Connectivité/Bluetooth	+++	+++	+
Indication privilégiée	Pertes légères à sévères	Pertes légères à profondes, pédiatrie	Discrétion maximale, pertes légères à sévères

Légende : +++ très favorable, ++ favorable, + moyennement favorable, - peu favorable, -- défavorable. Les indications restent dépendantes des caractéristiques et des besoins individuels du patient.

Tableau n° 1 | Comparaison entre les trois types d'aides auditives

Références

1. Winkler A, Latzel M, Holube I. Open Versus Closed Hearing-Aid Fittings: A Literature Review of Both Fitting Approaches. *Trends Hear.* 2016;20:2331216516631741.

2. Cubick J, Caporali S, Lelic D, *et al.* The Acoustics of Instant Ear Tips and Their Implications for Hearing-Aid Fitting. *Ear Hear.* 2022;43(6):1771-1782.
3. Carr K, Kihm J. MarkeTrak—Tracking the Pulse of the Hearing Aid Market. *Seminars in Hearing.* 2022;43(4):277-288.
4. Denk F, Hieke T, Roberz M, Husstedt H. Occlusion and Coupling Effects with Different Earmold Designs – all a Matter of Opening the Ear Canal? *Int J Audiol.* 2023;62(3):227-237.
5. Kuk F, Keenan D, Lau CC. Comparison of Vent Effects between a Solid Earmold and a Hollow Earmold. *J Am Acad Audiol.* 2009;20(8):480-91.
6. Kuk F, Baekgaard L. Considerations in Fitting Hearing Aids with Extended Bandwidths. *Hearing Review.* 2009;16(11):32-38.
7. Durin V, Carlile S, Guillon P, Best V, Kalluri S. Acoustic Analysis of the Directional Information Captured by Five Different Hearing Aid Styles. *J Acoust Soc Am.* 2014;136(2):818-28.
8. Almufarrij I, Dillon H, Munro KJ. Does Probe-Tube Verification of Real-Ear Hearing Aid Amplification Characteristics Improve Outcomes in Adults? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Trends Hear.* 2021;25:2331216521999563.

