

# LE MONDE DE L'OTOLOGIE

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

N° 18 - Mars 2024

## L'art perdu du diapason

### ÉDITO

À l'heure où l'intelligence artificielle s'introduit en audiologie [1] et où la télé-médecine est proposée comme une des solutions à l'appauvrissement de la couverture médicale territoriale [2], l'examen clinique tend à être relégué à la périphérie de nos compétences. L'acoumétrie ne semble pas déroger à cette tendance : elle est peu à peu supplantée par l'audiométrie.

L'acoumétrie est l'art d'explorer l'audition par un ensemble d'examen d'apparence simples, mais où la minutie dans l'exécution des épreuves et le sens critique jouent un rôle clé. En 1922, Harry Barnes, un otologiste de Philadelphie, écrivait : « *Je considère le diapason l'instrument le plus important de l'otologiste, tellement important que si je ne devais avoir qu'un seul instrument, c'est celui que je choisirais* [3]. »

L'acoumétrie, qui est désignée dans le monde anglo-saxon par les épreuves au diapason (*tuning-fork tests*), est née par la découverte de la conduction osseuse (CO) par Philippus Ingrassia (1510-1580), professeur d'anatomie à Padoue (Italie) au XVI<sup>e</sup> siècle. Il avait constaté que l'on pouvait entendre un diapason vibrant pressé contre les dents, observation qui a été appelée le « phénomène d'Ingrassia » [4]. Ce n'est qu'au XIX<sup>e</sup> siècle que des études comparatives d'Ernst Heinrich Weber (1795-1878) ont jeté les bases de nos épreuves actuelles. Weber était un professeur d'anatomie et de physiologie à Leipzig (Autriche) mais n'a jamais été intéressé par l'exercice de la médecine. Il a décrit la conduction osseuse et son lien avec l'autophonie et la surdité de transmission de la manière suivante : « *Si les deux oreilles sont obturées par les mains, notre voix est mieux entendue que si les oreilles sont libres. Si un diapason est tenu contre les dents avec la bouche fermée, il est mieux entendu les oreilles bouchées que les oreilles libres. Si l'on n'obture qu'une seule oreille, le son du diapason est entendu plus fort de ce côté.* [5] » En parallèle, il avait constaté que certains patients sourds entendaient mieux le diapason dans l'oreille sourde, que cela pouvait avoir un lien avec le mécanisme de leur surdité et que le diapason pouvait un jour servir au diagnostic des surdités [4]. Bien que le test porte le nom du physiologiste allemand, c'est grâce aux travaux du Dr Jean-Pierre Bonnafont (1805-1885), médecin privé montpelliérain, que le test a été

introduit dans la pratique clinique plusieurs décennies après sa description [6].

Contemporain de Weber et de Bonnafont, Heinrich Adolphe Rinne (1819-1868), médecin diplômé de Göttingen en 1846, a décrit vingt-deux expériences différentes avec le diapason pour explorer l'audition et propose, entre autres, son test consistant à placer le diapason vibrant sur les incisives, et quand la vibration osseuse devient inaudible, à placer l'instrument devant le pavillon pour l'entendre de nouveau en cas de normalité de la fonction tympano-ossiculaire. De cette manière, il se propose de comparer l'audition par les conduction osseuse (CO) et aérienne (CA). Il évoque la possibilité d'utiliser cette épreuve pour le diagnostic du mécanisme de la surdité [7,8]. Il faut noter que ces mêmes tests avaient été décrits par le médecin viennois F. Polansky quelques années auparavant, mais l'histoire n'a malheureusement pas retenu son nom [8,9].

Ce n'est qu'un quart de siècle après sa première description que le test de Rinne a été appliqué en clinique grâce aux travaux d'Auguste Lucae et Frederich Bezold. Ce dernier a mesuré le temps de la vibration décroissante et audible par la CO (T) et par la CA (t). La différence t-T donne une valeur de Rinne positive (état normal ou surdité de perception) ou négative (surdité de transmission) [4].

Par la suite, d'autres tests d'acoumétrie et leurs variantes ont été mis au point : le test de Schwabach (Dagobert Schwabach, 1850) compare la CO du patient et de l'examineur en plaçant un diapason vibrant sur la mastoïde ou devant le pavillon du patient et dès qu'il ne l'entend plus, le place dans la même position chez l'examineur. Le nombre de secondes pendant lesquels l'examineur entend encore le diapason peut permettre d'estimer le degré de la surdité du patient [10].

Par le test de Bing (Albert Bing, 1891), on compare l'audition en CO et en conduit auditif ouvert avec celle après obturation du conduit. En cas de surdité de perception ou d'audition normale, on entend mieux avec le conduit fermé (tragus poussé vers le méat) : le test est positif. En cas de surdité de transmission, il n'y a pas de différence (test négatif) [11].

Tous ces auteurs de la fin du XIX<sup>e</sup> et du début du XX<sup>e</sup> siècle avaient déjà mis en garde les cliniciens contre de nombreux cas de figure (cophose unilatérale, surdité mixte bilatérale, enfants en bas âge, simulateurs...) dans lesquels les résultats des tests ne sont pas reproductibles ou concluants, voire aberrants, et dans lesquels le sens critique, la confrontation des tests et l'interrogatoire peuvent grandement éclairer ces situations [3, 10, 11].

Dans les décennies suivantes, de multiples publications ont discrédité les tests de Weber et Rinne et ont insisté sur la valeur de l'audiométrie comme seul critère de jugement [12-19]. Dans ces études, on constate une large variabilité des conditions de passation, une passation par des non-experts en audiologie et l'application dans des situations inadéquates (très jeunes enfants, patients âgés avec une pathologie neurologique...). On constate également une analyse des performances de chaque test pris isolément alors que, dans l'esprit de l'acoumétrie, plusieurs tests doivent être combinés et corroborés [18]. Une autre limitation de ces études est la précision demandée aux tests acouméttriques face à l'audiométrie, mais ce degré de précision n'est probablement pas nécessaire en pratique [20].

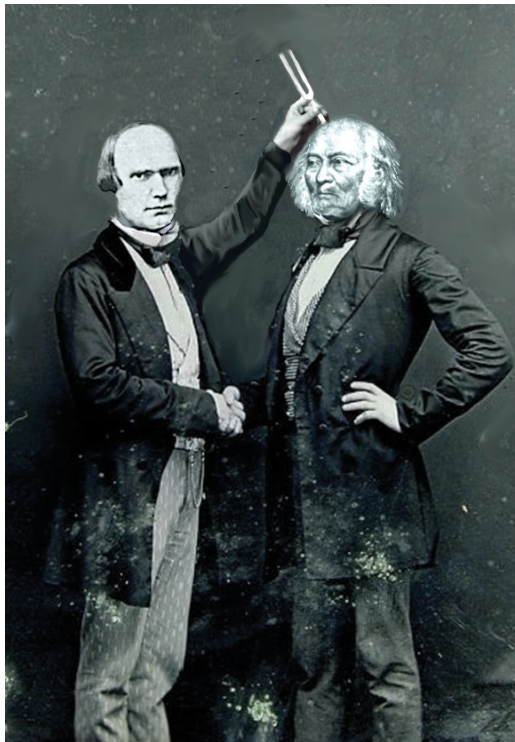
Une méta-analyse de 17 études rapportant la précision diagnostique de l'acoumétrie montre que la sensibilité d'une épreuve de Rinne pour détecter une surdité de transmission varie entre 43 % et 91 % et sa spécificité entre 50 et 100 % pour un diapason de 256 Hz. Pour un diapason de 512 Hz, la sensibilité varie entre 16 et 87 % et la spécificité entre 55 et 100 %. Le seuil auditif séparant le test de Rinne normal du test considéré comme anormal dans une surdité de transmission varie entre 13 et 40 dB et, pour l'épreuve de Weber, le seuil d'asymétrie varie entre 2,5 et 4 dB [21]. Dans cette revue, on est frappé par la variabilité des performances allant d'excellente à presque aléatoire. On peut supposer que les conditions techniques du test, l'expertise du praticien et l'adhésion du patient sont les éléments clés. Ces éléments permettent de réduire la variabilité des résultats.

La qualité du diapason, initialement en acier, semble importante. L'arrivée des diapasons en aluminium a amélioré la résistance à la corrosion, a réduit le poids et le coût de la fabrication, mais au prix d'une dégradation du son [22]. Après quelques années, les diapasons en aluminium, usés, perdent progressivement leurs propriétés acoustiques [23].

Les experts optent pour un diapason de 256 ou de 512 Hz [3]. Les diapasons de plus faible fréquence sont davantage sentis

qu'entendus et sont prisés par des neurologues. Les diapasons au-delà de 512 Hz ont des temps d'amortissement trop courts et explorent moins la fonction de l'oreille moyenne. Une étude comparative des performances des diapasons pour le test de Rinne montre que le diapason 512 Hz a la meilleure performance diagnostique pour les surdités de transmission et que le 256 Hz, bien que sensible, se montre moins spécifique dans les surdités de transmission [24].

La façon de frapper le diapason semble primordiale [3, 25]. On conseille une frappe sur une surface ferme et légèrement élastique (genou, cuisse) mais sûrement pas sur une surface rigide (bord du bureau) car cela détériore l'instrument et déclenche des vibrations parasites en dehors de la fréquence du diapason.



HA Rinne (gauche) et EH Weber (droite) © D.R.

La façon de tenir le diapason est également importante dans l'intensité du son généré. Il est conseillé de tenir le diapason loin de son nœud et de préférence la tête en bas [3, 26].

La position optimale devant l'oreille serait l'axe passant par les deux branches du diapason parallèle à l'axe du conduit [3, 27]. Dans cette position, le son généré est plus fort (jusqu'à 5 dB) qu'avec un axe perpendiculaire à celui du conduit. Bien entendu, la distance du pavillon (toujours la même, environ 20 cm) et la direction de l'approche (éviter un déplacement dans l'axe du conduit pour induire un renforcement progressif du son) sont également à considérer.

Pour la conduction osseuse lors d'un test de Rinne, il est préférable d'appliquer le pied du diapason sur la projection de l'antre mastoïdien et d'éviter l'interposition des cheveux. L'application sur la pointe de

la mastoïde entraînerait une variabilité par la taille et la pneumatization de celle-ci. Pour un test de Weber, la localisation idéale du pied du diapason est l'arcade dentaire supérieure. Par défaut, on peut utiliser le vertex et, en dernier, le front. L'épaisseur et l'élasticité des tissus mous sont des facteurs de variabilité non négligeables [3].

Comme pour tout examen de l'audition, le bruit ambiant peut largement interférer et doit être minimisé [3]. Enfin, il est préférable d'utiliser toujours le (ou les) même(s) diapason(s). Il faut connaître le temps de décroissance de la vibration de ses diapasons dans ses conditions de test en conduction osseuse et en conduction aérienne sur soi-même et chez d'autres sujets avec une audition normale. La décroissance de l'intensité du son du diapason en fonction du temps est une fonction logarithmique bien étudiée [28]. Approximativement,

un diapason de 256 Hz perd environ 0,5-0,6 dB/sec et reste audible environ 40 secondes en conduction osseuse et 70 secondes en conduction aérienne à 20 centimètres de l'oreille [28].

Ces dernières années, on constate un regain d'intérêt pour l'acoumétrie [29-31]. Sa disponibilité et son faible coût, son caractère non invasif et l'apparente facilité d'exécution attirent de plus en plus d'équipes, surtout dans le domaine du dépistage de masse et avant une audiométrie.

En combinant trois tests acoumétiques (un équivalent du test de Weber, le test de Bing et l'épreuve Schwabach) et en les comparant à l'audiométrie tonale chez 108 patients adultes, Bansal *et al.* rapportent une sensibilité de 97 % et une spécificité de 86 % pour la détection de

différents types de surdité (perception, mixte et transmission) [29].

Plus simplement, un test de frottement des doigts devant les oreilles (Calibrated Finger Rub Auditory Screening Test, CALFRASST) avec deux niveaux d'intensité – le plus faible possible (*faint*) et le plus fort possible (*strong*) – a été mis au point par une équipe de neurologues. Ces deux tests ont été évalués sur 221 patients lors d'un examen neurologique au lit et confrontés à l'audiométrie. Environ 40 % des patients avaient une surdité. Les auteurs ont rapporté d'excellentes performances : la spécificité et la valeur prédictive positive de CALFRASST-Strong étaient de 100 %, la sensibilité et la valeur prédictive négative de CALFRASST-faint étaient de 99 % [30]. Le taux de reproductibilité inter-observateur était également excellent (0,8).

Ces études montrent bien que si les examens acoumétiques sont employés à bon escient et avec minutie, ils sont précis et reproductibles. En complément de l'anamnèse et de l'examen clinique, ils peuvent redresser des diagnostics erronés et permettre d'élucider des cas complexes [32]. C'est probablement dans ces situations de diagnostic difficile que l'on apprécie particulièrement la plus-value de l'entraînement clinique.

**Pr Alexis Bozorg Grayeli, service d'ORL, CHU de Dijon,**  
alexis.bozorggrayeli@chu-dijon.fr

**Dr Alain Lalande, ICMUB, CNRS, Université de Bourgogne et département de Biophysique, faculté de médecine de Dijon,**  
alain.lalande@u-bourgogne.fr

## Références

1. Lesica NA, Mehta N, Manjaly JG, *et al.* Harnessing the Power of Artificial Intelligence to Transform Hearing Healthcare and Research. *Nat Mach Intell.* 2021;3:840-849.
2. Manus JM. Télé-médecine hier, et aujourd'hui avec la Covid. *Rev Francoph Lab.* 2021;531:22-23.
3. Barnes WH. The Tuning Fork Tests. *Natl Med Assoc.* 1922;14(2):95-98.
4. Tschiasny K. Tuning Fork Tests; a historical Review. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1946;55:423-30.
5. Weber EH. *De pulsu, resorptione, auditu et tactu*, Leipzig, 1834.
6. Bonnafont JP. Emploi du diapason dans le traitement des affections de l'organe de l'ouïe, Compte-rendu de l'Académie des sciences. vol. 20, 1845.
7. Rinne A. Beiträge zur Physiologie des menschlichen Ohres. *Vierteljahrsschr Prakt Heilkd.* 1855;45:71-123 (and 1855;46:45-72).
8. Mudry A, Mlynski R, Kramp B. History of Otorhinolaryngology in Germany before 1921. *HNO.* 2021;69(5):338-365.
9. Huizing EH. The Early Descriptions of the So-Called Tuning-Fork Tests of Weber, Rinne, Schwabach, and Bing. II. The «Rhine Test» and its First Description by Polansky. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 1975;37(2):88-91.
10. Becker BM. Schwabach's Test: The Author's Test: A Comparative Study. *Laryngoscope.* 1934;44(7):544-549.
11. Csovanos L. The Bing Test in the Diagnosis of Deafness. *Laryngoscope.* 1961;71:1548-60.
12. Browning GG. Is There Still a Role for Tuning-Fork Tests? *Br J Audiol.* 1987;21(3):161-3.
13. Bagai A, Thavendiranathan P, Detsky AS. Does this Patient Have Hearing Impairment? *JAMA.* 2006;295(4):416-28.
14. Haapaniemi JJ, Suonpää JT, Salmivalli AJ, Virolainen ES. C1-Tuning Fork Tests in School-Aged Children. *Auris Nasus Larynx.* 1996;23:26-32.
15. Behn A, Westerberg BD, Zhang H, *et al.* Accuracy of the Weber and Rinne Tuning Fork Tests in Evaluation of Children with Otitis Media with Effusion. *J Otolaryngol.* 2007;36(4):197-202.
16. Capper JW, Slack RW, Maw AR. Tuning Fork Tests in Children (an Evaluation of their Usefulness). *J Laryngol Otol.* 1987;101(8):780-3.
17. Boatman DF, Miglioretti DL, Eberwein C, Alidoost M, Reich SG. How Accurate are Bedside Hearing Tests? *Neurology.* 2007;68(16):1311-4.
18. Kauffman MA, Moron DG, Bruno V. Re: How Accurate are Bedside Hearing Tests? *Neurology.* 2007 Sep 25;69(13):1382; author reply 1382.
19. Stankiewicz JA, Mowry HJ. Clinical Accuracy of Tuning Fork Tests. *Laryngoscope.* 1979;89(12):1956-63.
20. Fowler EP. Fundamentals of Bone Conduction. *Arch Otolaryngol.* 1925;2:529-542.
21. Kelly EA, Li B, Adams ME. Diagnostic Accuracy of Tuning Fork Tests for Hearing Loss: A Systematic Review. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2018;159(2):220-230.
22. MacKechnie CA, Greenberg JJ, Gerkin RC, *et al.* Rinne Revisited: Steel Versus Aluminum Tuning Forks. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2013;149(6):907-13.
23. Yüksel M, Kemaloglu YK. Acoustic Analysis of Used Tuning Forks. *J Int Adv Otol.* 2017 Aug;13(2):239-242.
24. Chole RA, Cook GB. The Rinne Test for Conductive Deafness. A Critical Reappraisal. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1988;114(4):399-403.
25. Stevens JR, Pfannenstiel TJ. The Otolologist's Tuning Fork Examination—Are You Striking it Correctly? *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2015;152(3):477-9.
26. Wrobel MJ, Bogacz BF. Rinne Test Results: How Badly Can We Be Mistaken? *OTO Open.* 2021;5(1):2473974X21996998.
27. Butskiy O, Ng D, Hodgson M, Nunez DA. Rinne Test: Does the Tuning Fork Position Affect the Sound Amplitude at the Ear? *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016;24:45-21.
28. Miller GW. Tuning Fork Decay. *Laryngoscope.* 1979;89(3):459-72.
29. Bansal M, Shah A, Gosai B, Shah P. A Novel 3-Step Tuning Fork Hearing Test: Preliminary Report on Its Clinical Utility. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2022;74(2):234-241.
30. Torres-Russotto D, Landau WM, Harding GW, *et al.* Calibrated Finger Rub Auditory Screening Test (CALFRASST). *Neurology.* 2009;72(18):1595-600.
31. Ting HC, Huang YY. Sensitivity and Specificity of Hearing Tests for Screening Hearing Loss in Older Adults. *J Otol.* 2023;18(1):1-6.
32. Girgis TF, Shambaugh GE Jr. Tuning Fork Tests: Forgotten Art. *Am J Otol.* 1988;9(1):64-9.

## AVIS D'EXPERT

### ► Intérêts et limites de l'oto-endoscopie totale exclusive robotisée avec le RobOtol

Pr François Simon, professeur des Universités-praticien hospitalier, Hôpital Necker-Enfants Malades, APHP, et Université Paris Cité, Paris  
f.simon@aphp.fr

#### Points forts de l'oto-endoscopie :

- La chirurgie exclusivement réalisée par oto-endoscopie (robotisée ou non) permet une vision grand angle rapprochée et une voie minimale invasive (transcanalaire) ;
- La voie transcanalaire par oto-endoscopie exclusive a un bénéfice notable chez l'enfant en masquant la cicatrice et en réduisant les soins postopératoires ;
- L'utilisation d'un porte-optique robotisé comme le RobOtol permet de réaliser une chirurgie à trois mains et permet au chirurgien de conserver une aspiration pendant toute la chirurgie, ce qui rapproche techniquement de la chirurgie au microscope ;
- Les indications idéales sont les chirurgies complexes de la caisse du tympan dont le cholestéatome et l'ossiculoplastie où le bénéfice d'une deuxième main chirurgicale est important alors que le bras porte-optique du RobOtol permet de bénéficier des avantages de l'oto-endoscopie ;
- La chirurgie oto-endoscopique robot-assistée est une technique supplémentaire, avec ses avantages et ses inconvénients, pour offrir la meilleure prise en charge possible au patient. Les autres outils disponibles (microscope, oto-endoscopie traditionnelle, etc.) doivent continuer à se développer pour compléter ou être une alternative à la prise en charge robot-assistée.

#### Rappel des intérêts de l'oto-endoscopie totale exclusive

Les endoscopes d'oreille sont utilisés depuis de nombreuses années en otologie, souvent en complément du microscope, pour explorer les différentes cavités de l'oreille (surtout le rétrotympaum et le protympanum) après l'exérèse d'un cholestéatome ou d'une poche de rétraction. La chirurgie oto-endoscopique totale exclusive (Total Endoscopic Ear Surgery en anglais, TEES) est une technique qui permet de se passer complètement du microscope et de faire la chirurgie en intégralité avec une optique d'oreille.

Les avantages sont nombreux : en premier lieu bénéficier de la vue grande angle et en haute définition pendant l'intégralité de l'intervention puisque l'endoscope se situe à quelques millimètres du champ opératoire. En effet, même avec une optique 0 degré, il est possible de voir les structures du rétrotympaum comme le subiculum, la fenêtre ovale, l'apophyse cochléariforme et la trompe d'Eustache dans le même champ visuel. La vision est également plus détaillée, ce qui permet, par exemple dans les perforations tympaniques, de bien examiner la reconstruction et de chercher des

micro-hiatus, notamment dans l'angle antérieur, qui sont parfois plus difficiles à voir au microscope sans canaloplastie. Les autres avantages proviennent de la voie d'abord : puisque l'endoscope vient au site opératoire, il est possible de faire une voie minimale invasive par voie du conduit avec la même exposition, sinon supérieure, qu'avec une voie postérieure ou endaurale au microscope. Outre la diminution des complications liées à la voie d'abord (chéloïde, oreille décollée pour la voie postérieure, sténose du conduit pour la voie endaurale), les soins postopératoires sont plus simples et moins fréquents, ce qui est particulièrement important en pédiatrie. Enfin, la durée opératoire est également réduite car le temps de voie d'abord et de fermeture est très court.

La difficulté principale est la nécessité d'opérer à une main, l'autre main étant occupée à manier l'endoscope. Même si un certain nombre d'instruments dédiés ont été créés pour intégrer une aspiration aux instruments chirurgicaux, la gestuelle est différente et la courbe d'apprentissage peut être assez longue, même pour des otologistes experts qui ont toujours opéré au microscope. Un autre aspect délicat est l'absence de seconde main pour faire contre-appui ou exposer les tissus, rendant parfois

la dissection des osselets ou la manipulation des prothèses ou implants plus difficiles.

Ainsi, l'oto-endoscopie totale exclusive est une procédure de choix pour les chirurgies simples comme les fermetures de perforation tympanique, notamment chez l'enfant où le bénéfice est le plus important. En ce qui concerne la chirurgie plus complexe du cholestéatome, de nombreuses études ont montré que la TEES présente des taux résiduels similaires, voire inférieurs, par rapport aux approches postérieures ou endaurales microscopiques [1,2].

#### Présentation du Robotol et de son bras porte-optique robotisé

Le RobOtol (Collin Medical, Bagneux) est un robot chirurgical dédié à l'otologie. Il a deux fonctions principales étant soit équipé d'un bras robotisé « porte-implant cochléaire », soit d'un autre bras « porte-optique ». Dans le premier cas, il permet, pendant la chirurgie de l'implant cochléaire au microscope, d'insérer le porte-électrode de façon très lente et contrôlée dans un objectif de préservation d'organe. Des études ont montré que l'insertion lente et à vitesse

constante de l'électrode permet une meilleure conservation des structures de l'oreille interne [3,4]. Plus récemment, certaines études sont prometteuses pour une conservation de la fonction auditive et vestibulaire chez l'adulte [5,6]. Des études sur de plus grandes populations, et plus particulièrement chez l'enfant, sont en cours pour mieux préciser le bénéfice de cette insertion robotisée. Chez l'enfant, la conservation de l'audition résiduelle et de la fonction vestibulaire est particulièrement importante. En utilisant le bras robotisé porte-optique, le RobOtol permet de contrôler une optique (angles disponibles 0°, 30° ou 45°) pour se passer entièrement du microscope et bénéficier des avantages de l'oto-endoscopie totale exclusive tout en conservant sa deuxième main pour l'aspiration et un meilleur contrôle de la dissection. L'optique du RobOtol est longue (25 cm), ce qui permet d'éviter un conflit avec les deux mains qui tiennent les instruments (Figure n° 1). Elle est également fine (2,9 mm de diamètre), permettant de réduire le risque de conflit avec les deux instruments dans le conduit auditif externe. Comme en oto-endoscopie traditionnelle, il est préférable de choisir des patients avec un conduit auditif externe de plus de 4 mm de diamètre, mais il est possible avec plus d'expérience d'opérer des conduits plus étroits, entre 3 et 4 mm. Un premier article sur 37 adultes opérés en endoscopie avec le RobOtol n'a montré aucune complication en utilisant le robot, qui avait été utilisé en oto-endoscopie exclusive pour la majorité des cas ou en complément du microscope pour des mastoïdectomies ou chirurgies de l'apex pétreux [7]. Un article récent reprend étape par étape la procédure et l'installation du RobOtol pour l'oto-endoscopie, en prenant l'exemple d'un cas de cholestéatome congénital chez un enfant de 3 ans (Figure n° 2) [8]. Il est ainsi démontré que la chirurgie combinant un endoscope et deux instruments dans le conduit auditif externe est possible chez le jeune enfant, pour des chirurgies complexes.

### Intérêt et limites de l'oto-endoscopie robotisée

Comme expliqué plus haut, l'intérêt principal est de pouvoir combiner les bénéfices de l'oto-endoscopie à ceux d'une chirurgie à deux mains, et ainsi opérer par une voie minimale invasive avec



Figure n° 1 | Installation du RobOtol (Collin Medical, Bagneux, France) au-dessus d'une oreille gauche. Le bras porte un oto-endoscope. L'interface de contrôle est houscée et placée sous la main gauche du chirurgien.

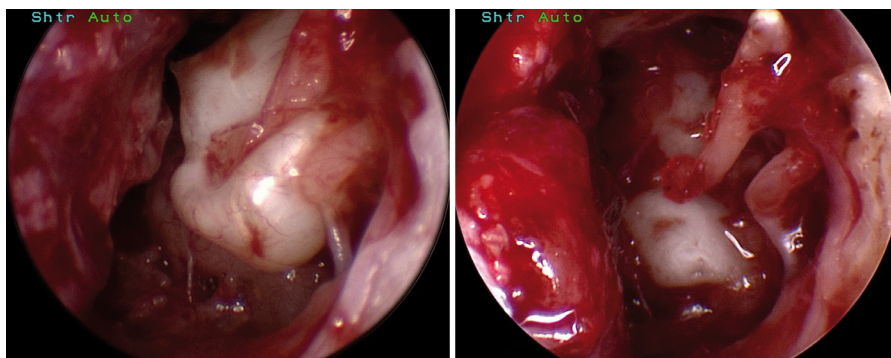


Figure n° 2 | Cholestéatome congénital de l'oreille moyenne gauche limité à la caisse du tympan. Vue endoscopique de l'oreille après dissection du manche du marteau et avant l'exérèse (gauche) et après résection de la lésion en dedans du manche du marteau.

une meilleure vision tout en bénéficiant d'un meilleur contrôle lors des gestes les plus délicats ou lors d'une chirurgie inflammatoire.

D'autres systèmes ont été utilisés pour combiner la vision endoscopique et une approche à deux mains, facilitant ainsi la manipulation bimanuelle des greffes et prothèses ou l'aspiration de sang [9,10]. Les porte-endoscopes mécaniques rigides peuvent être utiles dans des myringoplasties courtes et simples, cependant, ils entravent les mouvements, empêchant le chirurgien de s'approcher rapidement du champ opératoire ou d'incliner la vue. Ainsi, les supports dynamiques sont très intéressants pour permettre la TEES à deux mains. Il nous semble que

les porte-endoscopes robotisés offrent à la fois le bénéfice d'un mouvement dynamique, une meilleure précision et sécurité par rapport à d'autres supports dynamiques réglés manuellement surtout dans une oreille moyenne avec une chaîne ossiculaire intacte.

Une crainte concerne les mouvements dangereux de la tête, qui pourraient théoriquement survenir pendant les procédures otologiques, ce qui pourrait représenter un risque de traumatisme significatif pendant l'endoscopie. Comme dans la plupart des procédures otologiques où le risque de traumatisme ossiculaire existe, il est recommandé de fixer la tête avec un bandeau élastique adhésif, car le bras robotique n'a pas la possibilité

de se déplacer automatiquement avec la tête du patient [8].

Le temps d'installation du robot est similaire à celui d'un microscope et rajoute, d'après les premiers résultats, une dizaine de minutes tout au plus à l'intervention dans une équipe entraînée [7, 8]. Le temps d'installation du RobOtol peut demeurer un frein à son utilisation dans des chirurgies simples comme les perforations tympaniques ou pour faire un simple contrôle de cavités, pour lequel l'utilisation d'oto-endoscopes traditionnels (à la main) peut être préférée.

La principale limitation de la méthode robotique est l'étroitesse du conduit auditif, notamment chez les enfants présentant des anomalies cranio-faciales (telles que la trisomie 21), ce qui peut rendre impossible l'insertion simultanée de l'endoscope et de deux instruments tenus à la main. De plus, une maladie s'étendant postérieurement au-delà du canal semi-circulaire latéral peut nécessiter une incision plus importante pour réaliser une mastoïdectomie. Comme indiqué précédemment, une planification préopératoire minutieuse et l'insertion possible dans le conduit d'un spéculum de taille 4 (ou taille 3 avec une certaine expertise) permettent de sélectionner les candidats pour cette technique. Cette limite est très rare chez les patients sans malformation cranio-faciale.

Les indications idéales de chirurgie oto-endoscopique totale exclusive robot-assistées semblent donc être les chirurgies complexes de la caisse du tympan, comme la dissection des osselets lors de cholestéatomes ou poches de rétraction, où le contrôle de la chaîne ossiculaire avec deux mains permet de mieux stabiliser l'osselet disséqué et ainsi de réduire le risque de traumatisme. Un autre exemple est la pose d'une prothèse totale ossiculaire, où la vision endoscopique permet une

vue globale à la fois de la fenêtre ovale et du néo-tympan, pour contrôler en même temps la bonne position du fût dans la fenêtre et la meilleure stabilité du plateau.

À plus long terme, l'un des intérêts est également la perspective de développement technologique avec l'association de la navigation ou de la réalité augmentée à la précision du bras robotisé. Voyons plus loin, pourquoi pas avec la combinaison de plusieurs bras robotisés dans l'oreille pour associer vision augmentée et précision du geste chirurgical ?

### Particularités de l'enfant

La chirurgie oto-endoscopique totale exclusive est particulièrement intéressante dans la population pédiatrique, car la réalisation de tympanoplasties avec une approche transcanalaire est très appréciée des parents et réduit la médicalisation des enfants.

Pionnier en ORL pédiatrique, le service d'ORL de Necker-Enfants Malades (AP-HP) est équipé depuis deux ans du RobOtol, grâce à un projet de mécénat porté par notre équipe (Dr Natalie Loundon, Pr Françoise Denoyelle et Pr François Simon) auprès de la Fondation des Gueules Cassées. Des études sont en cours sur les indications de l'implant et de l'oto-endoscopie pour mieux préciser l'usage en pédiatrie. À ce jour, un peu moins de 100 oreilles pédiatriques ont été prises en charge au sein de l'équipe, le plus souvent pour des implants cochléaires par le Dr Natalie Loundon. Pour les implants, les plus jeunes patients étaient âgés de 9 mois sans aucune complication liée au RobOtol. À court terme, le RobOtol sera également utilisé dans l'oreille interne pour administrer de façon calibrée des traitements innovants tels que la thérapie génique. Concernant l'usage en oto-endoscopie, plus de 30 patients ont bénéficié d'une chirurgie oto-endoscopique totale exclusive robot-as-

sistée par l'auteur, dont trois enfants de 3 ans. Plus de 80 % des patients ont été pris en charge pour des cholestéatomes ou des poches de rétraction, les perforations tympaniques étant plutôt réalisées en oto-endoscopie traditionnelle.

Les indications semblent donc très larges en ORL pédiatrique et les bénéfices de protection d'organe et d'abord micro-invasif encore plus importants que chez l'adulte. Les études en cours permettront d'apporter des chiffres plus précis sur les bénéfices et de mieux cibler les candidats.

### Conclusion

La chirurgie oto-endoscopique robot-assistée est une technique supplémentaire avec ses avantages et ses inconvénients pour offrir la meilleure prise en charge possible au patient. En fonction du plateau technique disponible, du chirurgien, de la pathologie ou de la préférence du patient, les autres outils (le microscope, l'oto-endoscopie conventionnelle, etc.) ont toute leur place en alternative ou pour compléter une procédure robot-assistée.

La chirurgie oto-endoscopique totale exclusive assistée par robot est une option prometteuse pour étendre son utilisation à des lésions complexes de l'oreille moyenne, tout en bénéficiant des avantages de la chirurgie à deux mains. Les procédures sont très satisfaisantes sans ajouter de temps supplémentaire notable. Une étude à grande échelle sur une cohorte de patients est nécessaire pour déterminer plus précisément les limites de la TEES assistée par robot et discuter de ses indications par rapport à la chirurgie microscopique traditionnelle et à la TEES à une main.

*Cet auteur ne déclare aucun lien d'intérêt avec la société Collin médicale commercialisant le RobOtol.*

### Références

- Dixon PR, James AL. Evaluation of Residual Disease Following Transcanal Totally Endoscopic vs Postauricular Surgery Among Children With Middle Ear and Attic Cholesteatoma. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020;146(5):408-413.
- Cohen MS, Basonbul RA, Kozin ED, Lee DJ. Residual Cholesteatoma during Second-Look Procedures following Primary Pediatric Endoscopic Ear Surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017;157(6):1034-1040.
- Daoudi H, Lahlou G, Torres R, et al. Robot-Assisted Cochlear Implant Electrode Array Insertion in Adults: A Comparative Study With Manual Insertion. *Otol Neurotol.* Published online December 10, 2020.
- Torres R, Hochet B, Daoudi H, et al. Atraumatic Insertion of a Cochlear Implant Pre-Curved Electrode Array by a Robot-Automated Alignment with the Coiling Direction of the Scala Tympani. *Audiol Neurootol.* 2022;27(2):148-155.
- Derieppe A, Gendre A, Bourget-Aguilar K, Bordure P, Michel G. Comparative Study of Vestibular Function Preservation in Manual Versus Robotic-Assisted Cochlear Implantation. *Cochlear Implants Int.* Published online November 20, 2023:1-5.
- Gawrecki W, Balcerowiak A, Podlawska P, et al. Robot-Assisted Electrode Insertion in Cochlear Implantation Controlled by Intraoperative Electrocochleography - A Pilot Study. *J Clin Med.* 2022;11(23):7045.

7. Veleur M, Lahlou G, Torres R, *et al.* Robot-Assisted Middle Ear Endoscopic Surgery: Preliminary Results on 37 Patients. *Front Surg.* 2021;8:740935.
8. Simon F, Nguyen Y, Loundon N, Denoyelle F. Robot-Assisted Transcanal Endoscopic Ear Surgery for Congenital Cholesteatoma. *J Vis Exp.* 2023;(202):e64861.
9. Khan MM, Parab SR. Endoscopic Cartilage Tympanoplasty: A Two-Handed Technique Using an Endoscope Holder. *Laryngoscope.* 2016;126(8):1893-1898.
10. De Zinis LOR, Berlucchi M, Nassif N. Double-handed Endoscopic Myringoplasty with a Holding System in Children: Preliminary Observations. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2017;96:127-130.

## SYNTHÈSE

### ► Vertige de l'enfant en consultation ORL : quels diagnostics ?

Dr Audrey Maudoux, praticien hospitalier, service d'ORL, Hôpital Robert-Debré, APHP, Paris

1 – Service d'oto-rhino-laryngologie, Hôpital Robert-Debré, Assistance publique-Hôpitaux de Paris (APHP), Université de Paris, Paris, France.

2 - Unité déficits sensoriels progressifs, pathophysiologie et thérapie, Institut Pasteur, Institut de l'Audition, Inserm UMRS-1120, Sorbonne Université, Paris, France

audrey.maudoux@aphp.fr

## Introduction

Le vertige est une sensation anormale de mouvement de l'environnement ou du corps. Il se manifeste par différentes perceptions, telles que la sensation de rotation, la perception de déplacement ou tout simplement un sentiment de déséquilibre. Chez les enfants, les vertiges sont fréquents mais souvent sous-diagnostiqués en raison de divers facteurs, notamment la tolérance des jeunes enfants aux vertiges, la méconnaissance des symptômes et des causes, ainsi que des approches diagnostiques inadaptées. Chez les tout-petits, il est possible que le vertige passe inaperçu, car ils ne sont pas en mesure de décrire cette sensation. Toutefois, certains signes associés peuvent laisser supposer la présence de vertige : une démarche instable, des chutes fréquentes, le refus de se mettre debout ou de marcher, la demande d'être porté et la recherche de soutien auprès des parents. Parfois, seuls des symptômes généraux tels que la pâleur, la fatigue ou les vomissements sont présents, ce qui peut entraîner une confusion avec le diagnostic de gastro-entérite. Chez les enfants plus âgés, qui sont capables de communiquer, l'interrogatoire vise à préciser les sensations ressenties, leur durée, les moments où elles se produisent et éventuellement les facteurs déclenchants.

## Les causes de vertige chez l'enfant

L'équilibre résulte de l'intégration des informations provenant de trois principaux

systèmes sensoriels : le système vestibulaire, le système visuel et le système proprioceptif-somatosensoriel. Lorsqu'un enfant présente des troubles de l'équilibre, il est important d'envisager ou de suspecter un dysfonctionnement dans l'un de ces trois systèmes. De plus, en dehors de toute altération de ces récepteurs sensoriels, des troubles moteurs ou oculomoteurs peuvent également perturber l'équilibre.

### **Migraine vestibulaire et vertige récurrent de l'enfant**

La migraine vestibulaire est une manifestation spécifique de la migraine qui affecte le système vestibulaire. Elle est la principale cause de vertiges chez les enfants, représentant 15 à 25 % des cas dans les consultations spécialisées [1]. Chez les enfants, elle se caractérise par des épisodes récurrents de vertiges intenses, de déséquilibre et de nausées, dont la durée peut varier de quelques minutes à plusieurs heures. Les critères de diagnostic ont été établis en 2020 par un consensus entre l'International Headache Society et la Bàràny Society pour les troubles vestibulaires [2]. Trois entités cliniques sont distinguées chez les enfants : le vertige récurrent de l'enfant, la probable migraine vestibulaire de l'enfant et la migraine vestibulaire de l'enfant.

Le diagnostic de migraine vestibulaire requiert au moins cinq épisodes de symptômes vestibulaires modérés à sévères, d'une durée de 5 minutes à 72 heures, ainsi qu'un diagnostic antérieur

de migraine et la présence de symptômes migraineux lors de la plupart des crises. Il est important de noter que les vertiges ne sont pas nécessairement synchronisés avec les maux de tête. Lorsque les critères ne sont pas tous remplis, il s'agit plutôt d'une probable migraine vestibulaire. Le vertige récurrent de l'enfant, anciennement appelé vertige paroxystique bénin de l'enfant, touche principalement les jeunes enfants âgés de 2 à 6 ans. Il se manifeste par des crises brèves de quelques secondes (moins de 10 minutes) qui surviennent subitement pendant des activités ludiques, obligeant l'enfant à s'arrêter ou à s'asseoir. Il peut décrire une sensation de rotation de la pièce, mais généralement sans chute. Aucun déclencheur lié à la position n'est identifié, et aucun nystagmus n'est observé. Ces épisodes sont bien tolérés, sans douleur, nausée, vomissement, somnolence ou fatigue subséquente. Ils se répètent pendant plusieurs mois avant de disparaître naturellement, ne nécessitant aucun traitement ni examen invasif. Le vertige récurrent de l'enfant est considéré comme un prélude à la migraine, et une forte prévalence de troubles migraineux au sein de la famille est souvent observée, avec de nombreux enfants évoluant vers une migraine typique [3].

L'évaluation clinique oto-neuro-vestibulaire est généralement normale chez les enfants atteints de migraine vestibulaire ou du vertige récurrent. Cependant, il est recommandé d'effectuer une évaluation vestibulaire afin d'exclure d'autres causes

possibles des vertiges et une évaluation ophtalmologique systématique, car des troubles visuels peuvent déclencher des crises migraineuses ou induire des troubles de l'équilibre ressemblant au vertige récurrent de l'enfant. En revanche, une imagerie n'est pas nécessaire dans un premier temps.

### **Troubles ophtalmologiques**

Les troubles ophtalmologiques sont la deuxième cause la plus fréquente de vertiges chez les enfants [1]. Leurs incidences augmentent, notamment en raison de l'usage intensif des écrans. Erreurs de réfraction (myopie, hypermétropie, astigmatisme) et insuffisance de convergence peuvent provoquer de brèves sensations de rotation, d'inclinaison ou de tangage, souvent associées à la fatigue oculaire, après des périodes d'utilisation d'écrans ou de lecture prolongée. Les nausées sont plus fréquentes que les vomissements, et des antécédents de migraine sont courants. Les examens vestibulaires et neurologiques sont normaux. Afin d'éviter des diagnostics erronés pouvant conduire à des examens inutiles, il est important de prendre en compte les troubles visuels comme cause de vertige. L'évaluation ophtalmologique, l'orthoptie et la réfraction sous cycloplégie confirment le diagnostic. Le port de lunettes et la rééducation orthoptique soulagent les symptômes, tandis qu'un traitement médicamenteux peut stabiliser la migraine associée.

### **Causes traumatiques**

En cas de traumatisme craniofacial chez les enfants, il faut être attentif aux vertiges car ils peuvent signaler une fracture de l'os temporal et/ou une fistule péri-lymphatique. Les fractures du rocher avec fuite de liquide péri-lymphatique entraînent une perte auditive progressive, une perte vestibulaire et un risque de méningite. Elles exigent une intervention chirurgicale d'urgence. Ainsi, tout enfant présentant, immédiatement ou quelques heures après un traumatisme crânien, des troubles de l'équilibre (ataxie, déviation posturale), un vertige, une otorragie, une hypoacousie, une surdité, des acouphènes continus et/ou un torticolis doit bénéficier d'un examen clinique otologique et vestibulaire. Au moindre signe évoquant une fracture tels qu'un hémotympan, une perte auditive, un nystagmus ou

un Head Impulse Test (HIT) positif, une tomodensitométrie doit être demandée en urgence. Il est essentiel d'agir rapidement pour éviter des complications auditives et vestibulaires.

### **Vestibulopathie aiguë unilatérale**

La vestibulopathie aiguë unilatérale, également appelée névrite vestibulaire, se manifeste par un vertige soudain, sans atteinte auditive ou neurologique, généralement accompagné de vomissements. Les symptômes s'améliorent progressivement en quelques jours. Elle résulte d'un déficit vestibulaire périphérique unilatéral aigu, caractérisé par un syndrome vestibulaire harmonieux : déviation du côté affecté, un nystagmus et parfois un HIT anormal. Chez les jeunes enfants, le tableau peut être trompeur et ressembler à une gastro-entérite. Il est recommandé de réaliser un bilan audio-vestibulaire pour évaluer la sévérité de l'atteinte et exclure une atteinte auditive. L'étiopathogénie de la névrite vestibulaire reste encore discutée. Chez les enfants, où l'étiologie virale est prédominante, la récupération de la fonction vestibulaire, partielle ou complète, est fréquemment observée dans les mois suivant l'épisode initial. Une compensation sera facilement obtenue, surtout si l'enfant est encouragé à rester actif et mobile. Le traitement est principalement symptomatique, visant à atténuer les nausées et les vomissements. Dans certains cas, une rééducation vestibulaire peut être recommandée pour faciliter la compensation.

### **Labyrinthite**

La labyrinthite se distingue de la vestibulopathie aiguë unilatérale par une atteinte combinée audio-vestibulaire. Elle peut être d'origine virale ou, dans certains cas, bactérienne, résultant de complications telles qu'une otite moyenne aiguë ou une méningite. Une otite moyenne aiguë associée à des signes de labyrinthite nécessite une paracentèse et une antibiothérapie intraveineuse pour prévenir la destruction cochléovestibulaire. En cas de méningite bactérienne, une atteinte vestibulaire ou auditive peut survenir immédiatement ou plus tard, justifiant une surveillance sur deux ans. En cas de diagnostic d'atteinte vestibulaire ou auditive sévère ou progressive, une IRM est nécessaire pour détecter d'éventuelles modifications des liquides labyrinthiques

(anticipation de l'ossification) et évaluer la nécessité d'une implantation cochléaire.

### **Troubles de l'équilibre associés aux surdités et malformations de l'oreille interne**

La prévalence des atteintes vestibulaires chez les enfants et adultes atteints de surdité neurosensorielle varie de 20 à 70 % [4,5]. Environ 50 % des enfants éligibles à une implantation cochléaire présentent des problèmes vestibulaires, avec jusqu'à 20 % montrant une insuffisance vestibulaire bilatérale complète [6]. Les signes cliniques, comme le nystagmus spontané, le vertige, le retard du développement moteur, des chutes inexplicables, un mauvais équilibre et une oscillopsie, suggèrent une atteinte vestibulaire. Cependant, certains de ces signes cliniques peuvent passer inaperçus ou être absents. L'infection congénitale à cytomégalovirus (CMV) est la principale cause infectieuse de surdité neurosensorielle chez les enfants de 1 à 4 ans. La prévalence des troubles vestibulaires est régulièrement sous-estimée dans cette population alors qu'elle semble être supérieure à celle des pertes auditives, pouvant aller de 14 à 90 % [7-11]. La présentation clinique dépendra de l'importance de l'atteinte vestibulaire et de son évolution. La plupart du temps cependant, l'atteinte vestibulaire passe inaperçue et n'est souvent mise en évidence qu'à l'occasion d'un bilan réalisé de manière systématique.

Un tableau d'atteinte vestibulaire aiguë unilatérale peut également être le mode de révélation d'une malformation d'oreille interne décompensée à l'occasion d'événements mineurs, souvent d'origine traumatique, même légers. La malformation de l'oreille interne peut également être découverte dans un contexte de vertiges récurrents. Cette malformation est le plus souvent isolée, parfois bilatérale, ou entrant dans le cadre d'un syndrome malformatif : syndrome de CHARGE ou de Pendred par exemple.

### **Maladie de Ménière**

La maladie de Ménière, qui associe la triade caractéristique de crises de vertige récurrentes avec hypoacousie initialement sur les fréquences graves et acouphènes, est un diagnostic peu fréquent chez l'enfant.



Le diagnostic est rarement posé dès le premier épisode car il repose sur la récurrence de crises typiques associées à des symptômes auditifs. Une exploration des compartiments liquidiens de l'oreille interne par IRM avec acquisition retardée après injection de gadolinium peut être réalisée pour aider au diagnostic (IRM avec protocole Hydrops).

### **Atteinte auto-immune de l'oreille interne**

La physiopathologie de l'atteinte de l'oreille interne dans les maladies auto-immunes reste incertaine. Elle peut être liée à la présence d'anticorps circulants dirigés contre plusieurs antigènes de l'oreille interne (dans le cas des maladies auto-immunes primaires de l'oreille interne) ou à des lésions médiées par des complexes immuns (dans le cas de l'atteinte de l'oreille interne dans les maladies auto-immunes systémiques) [12]. De nombreuses maladies auto-immunes systémiques peuvent entraîner une atteinte auto-immune de l'oreille interne, notamment la maladie de Cogan, la spondylarthrite ankylosante, la maladie de Behçet, la polyarthrite rhumatoïde, le syndrome de Sjögren, etc. Le tableau clinique se caractérise par une perte auditive soudaine qui s'aggrave sur une période de quelques jours à quelques semaines, éventuellement associée à des atteintes vestibulaires. Initialement, l'atteinte est souvent unilatérale, mais elle fluctue, s'aggrave et peut affecter l'autre oreille au fil du temps. Bien que ce soit un diagnostic rare, surtout chez l'enfant, il doit être reconnu car un traitement à base de corticoïdes à haute dose et/ou d'immunosuppresseurs peut prévenir la perte auditive. La présence d'une association entre atteinte auditive/vestibulaire et troubles oculaires tels que la conjonctivite, l'épisclérite, l'uvéite ou d'autres manifestations, est très suspecte.

### **Vertiges paroxystiques positionnels bénins (VPPB)**

Les VPPB sont une pathologie rare chez l'enfant (contrairement à l'adulte où ils constituent l'une des causes les plus fréquentes de vertige). Les caractéristiques des VPPB chez l'enfant sont similaires à celles de l'adulte : il s'agit de vertiges rotatoires intenses qui surviennent brutalement lors des

changements de position et sont de courte durée, mais récidivants. Chez l'enfant, les VPPB sont principalement observés dans un contexte traumatique, tels qu'un traumatisme crânien, une chute ou bien encore une séance de trampoline un peu intense. La prise en charge des VPPB chez l'enfant est similaire à celle proposée chez l'adulte, c'est-à-dire une manœuvre libératoire visant à faire sortir les cristaux des canaux semi-circulaires.

### **Causes neurologiques**

En présence de vertiges chez les enfants, le diagnostic le plus redouté est l'atteinte centrale. C'est pour cette raison que l'examen vestibulaire doit systématiquement être associé à un examen de l'oculomotricité, à une évaluation des nerfs crâniens et à des épreuves cérébelleuses. La cause neurologique est rapidement suspectée dès l'examen clinique par la présence de signes en faveur d'une atteinte centrale : trouble de la poursuite oculaire, anomalie des saccades, présence d'un gaze nystagmus, skew déviation, mouvements oculaires anormaux (torsionnels, multidirectionnels, flutter) surtout si ces derniers sont d'apparition récente et persistants, ou bien encore anomalie des nerfs crâniens. Le moindre signe neurologique ou la moindre histoire de vertiges atypiques doivent conduire à un bilan neurologique complet avec réalisation d'une imagerie (TDM et/ou IRM). Les tumeurs de la fosse postérieures sont très rares et représentent moins de 1 % des étiologies retrouvées chez les enfants adressés pour vertige dans notre unité [1]. Les autres causes neurologiques associées à des vertiges sont les intoxications médicamenteuses, les encéphalites, les syndromes paraneoplasiques, etc. Il convient de noter que les vertiges d'origine neurologique se manifestent plutôt par des troubles de l'équilibre que par de réelles sensations vertigineuses et qu'ils sont rarement isolés et au premier plan.

### **Causes psychogènes ou fonctionnelles**

Les vertiges d'origine psychogène sont souvent observés chez les pré-adolescents et les jeunes adolescents. Ils sont facilement reconnaissables par leur caractère atypique : une exagération manifeste des troubles de l'équilibre, associée à

l'absence de troubles de l'équilibre lors de l'exécution de tâches automatiques – telles que ramasser un objet, changer de position de manière réflexe – ou lorsque l'enfant n'est pas en présence de ses parents et ne se sent pas observé. Les bilans vestibulaire et neurologique sont généralement normaux. La recherche d'une cause et d'un problème sous-jacent doit être réalisée.

Depuis quelques années, une nouvelle entité diagnostique est apparue, appelée PPPD pour Persistent Postural-Perceptual Dizziness en anglais. Il s'agit d'instabilités fluctuantes chroniques quasi quotidiennes sans vrai vertige rotatoire souvent aggravées par les mouvements de la tête et du corps, une posture droite (assis ou debout) ou l'exposition à des stimuli complexes de l'environnement. L'anamnèse retrouve souvent un événement initial provoquant un vertige, une instabilité ou une perturbation de l'équilibre (atteinte vestibulaire vraie, crise de panique avec vertige, migraine vestibulaire, commotion cérébrale...) avec développement d'une instabilité permanente secondaire. Les mécanismes physiopathologiques sont peu connus mais des recherches récentes suggèrent que cela résulterait d'altérations du contrôle postural, du traitement multi-sensoriel de l'information ou de l'intégration centrale de l'orientation spatiale. Le PPPD est considéré comme un trouble vestibulaire fonctionnel chronique. Il ne s'agit pas d'un trouble structurel ou psychiatrique.

### **Hypotension orthostatique**

Les vertiges lors du passage de la position allongée à la position debout sont généralement temporaires et dus à des problèmes de régulation du système cardiovasculaire.

## **Conclusion**

L'évaluation des vertiges chez l'enfant requiert une approche approfondie et méthodique, combinant un interrogatoire détaillé, un examen clinique bien conduit et, le cas échéant, des investigations complémentaires. Dans la majorité des cas, une approche systématique associant l'anamnèse à un examen clinique bien conduit permet souvent de suspecter, voire d'identifier l'origine des vertiges, et de mettre en place une prise en charge adaptée (*Figure n° 1*).

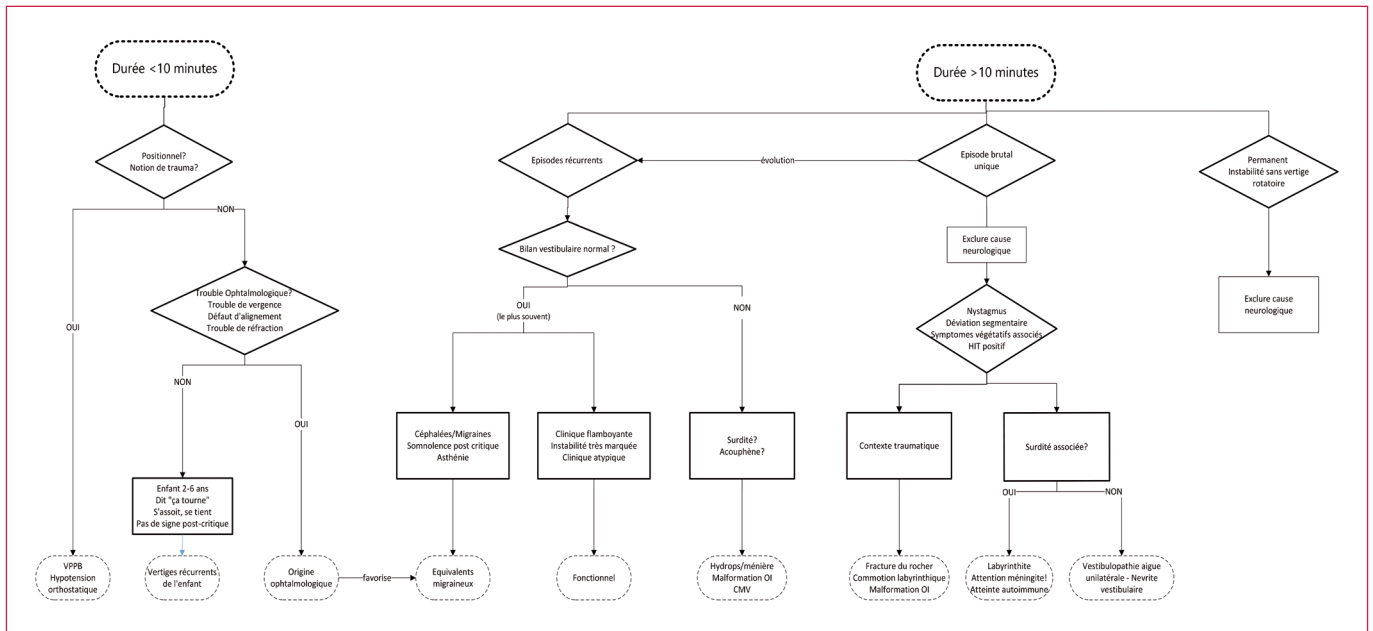


Figure n° 1 | Arbre décisionnel des vertiges de l'enfant. OI : oreille interne; CMV : cytomegalovirus; VPPB : vertiges paroxystiques positionnels bénins; HIT : Head Impulse Test. (D'après A. Maudoux, *Les Vertiges de l'enfant, Perfectionnement en pédiatrie, EM Consulte*, 2023).

### Remarque

Les informations discutées dans cet article ont fait l'objet d'une publication beaucoup plus exhaustive traitant des vertiges de l'enfant. Nous invitons les lecteurs intéressés à s'y référer : *Les Vertiges de l'enfant, Perfectionnement en pédiatrie*, A. Maudoux, EM Consulte 2023 <https://www.em-consulte.com/article/1630131/les-vertiges-de-l-enfant>.

### Références

- Wiener-Vacher SR, Quarez J, Priol AL. Epidemiology of Vestibular Impairments in a Pediatric Population. *Semin Hear*. 2018;39:229-42.
- van de Berg R, Widdershoven J, Bisdorff A, et al. Vestibular Migraine and Recurrent Vertigo of Childhood: Diagnostic Criteria Consensus Document of the Classification Committee of Vestibular Disorders of the Barany Society and the International Headache Society. *J Vestib Res*. 2021;31:1-9.
- Ralli G, Atturo F, de Filippis C. Idiopathic Benign Paroxysmal Vertigo in Children, a Migraine Precursor. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2009;73:S16-8.
- Selz PA, Girardi M, Konrad HR, Hughes LF. Vestibular Deficits in Deaf Children. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1996;115:70-7.
- Cushing SL, Papsin BC, Rutka JA, James AL, Gordon KA. Evidence of Vestibular and Balance Dysfunction in Children with Profound Sensorineural Hearing Loss using Cochlear Implants. *Laryngoscope*. 2008;118:1814-23.
- Jacot E, Van Den Abbeele T, Debre HR, Wiener-Vacher SR. Vestibular Impairments Pre- and Post-Cochlear Implant in Children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2009;73:209-17.
- Zagólski O. Vestibular-Evoked Myogenic Potentials and Caloric Stimulation in Infants with Congenital Cytomegalovirus Infection. *J Laryngol Otol*. 2008;122:574-9.
- Bernard S, Wiener-Vacher S, Van Den Abbeele T, Teissier N. Vestibular Disorders in Children With Congenital Cytomegalovirus Infection. *Pediatrics*. 2015;136:e887-95.
- Dhondt C, Maes L, Rombaut L, Martens S, Vanaudenaerde S, Van Hoecke H, et al. Vestibular Function in Children With a Congenital Cytomegalovirus Infection: 3 Years of Follow-Up. *Ear Hear*. 2021;42:76-86.
- Pinninti S, Christy J, Almutairi A, Cochrane G, Fowler KB, Boppana S. Vestibular, Gaze, and Balance Disorders in Asymptomatic Congenital Cytomegalovirus Infection. *Pediatrics*. 2021;147.
- Demmler-Harrison GJ. Vestibular Disorders in Congenital Cytomegalovirus: A Balancing Act. *Pediatrics*. 2021;147.
- Russo FY, Ralli M, De Seta D, et al. Autoimmune Vertigo: an Update on Vestibular Disorders Associated with Autoimmune Mechanisms. *Immunol Res*. 2018;66:675-85.

### NOTE HISTORIQUE

## ► Le Serment d'Hippocrate. Juste une fois ?

Dr Christian Duvillard, PH, service d'ORL, CHU de Dijon,  
christian.duvillard@chu-dijon.fr

La rédaction du Serment d'Hippocrate date du IV<sup>e</sup> ou V<sup>e</sup> siècle avant J.-C. Elle suivait la décision d'Hippocrate d'ouvrir

à des personnes extérieures à sa famille la transmission du savoir médical qui, jusque-là, ne se réalisait qu'au sein de

lignées de médecins. Son objectif était d'éviter l'extinction de son école (il n'avait que deux fils et une fille) comme cela

était arrivé auparavant à Cnide et Rhodes. Il souhaitait en même temps définir un cadre éthique et contractuel. Il est possible également que cette ouverture ait été motivée par de multiples demandes d'intégration liées à sa réputation. À une époque où il n'y avait ni faculté, ni diplôme et aucun cadre juridique, le Serment jetait les bases d'une organisation du métier de médecin.

Hippocrate vécut entre 460 et 370 avant J.-C., au siècle d'Or de la Grèce et avec des contemporains fameux comme Périclès, Platon, Démocrite, Hérodote, Thucydide, Aristophane, Eschyle, Sophocle, Xénophon. Les philosophes, les historiens, les ethnographes et les médecins de cette période, fixant leur réflexion sur l'homme et l'universel, font alors naître le rationalisme, l'humanisme et la science. Hippocrate, qui s'inscrit dans cette filiation intellectuelle et historique, imagine la médecine moderne fondée sur les preuves et l'analyse rationnelle. On n'impliquera désormais aucune divinité dans le processus de la maladie et les traitements ne convoqueront plus prières, incantations ou purifications.

En vingt-cinq siècles, le Serment a été l'objet de modifications et d'ajustements divers selon les époques, les pays et les facultés avec, pour objectif, de l'adapter à l'esprit du temps. Il existe deux textes modernes très fidèles et inspirés du Serment original :

- ▶ la Déclaration de Genève adoptée par l'assemblée générale de l'Association médicale mondiale en 1948. Son objectif était de créer un équivalent moderne du Serment d'Hippocrate. Elle a fait l'objet de plusieurs révisions, dont la dernière en octobre 2020 ;
- ▶ la Charte européenne d'éthique médicale adoptée par le Conseil européen des ordres des médecins (CEOM) en 2011.

Pour ce qui concerne la France, la dernière version en ligne sur le site de l'Ordre national des médecins date de 2012.

Ce Serment, tout célèbre qu'il soit, connu à la fois des professionnels et des autres, tout puissant qu'il soit avec son caractère sacré, a un destin et une existence problématiques. Il est de temps en temps élevé contre des tentatives d'atteinte sévère à une pratique digne de la médecine, mais qu'en est-il



© Elena - Adobe Stock

réellement au quotidien ? Devant être idéalement présent tout le temps en nous et à nos côtés, il ne l'est souvent réellement nulle part. Peu affiché, peu discuté, souvent lu une seule fois dans la vie d'un praticien, il contraint à tant de vertus et de qualités qu'il pourrait être, trop présent et actif dans nos pensées, à l'origine d'un certain inconfort moral. Il est vrai qu'il se heurte, comme tout idéal, à la résistance du réel et à l'écart entre ce qui est et ce qui devrait être. Pour certains, il relève d'un passé désuet, pour d'autres, il reste indispensable. Relire le Serment original permet de remonter aux sources historiques de ce fondement éthique de la médecine et de se rendre compte, sous réserve d'une réflexion contextualisée et transposée de façon non littérale, de l'actualité de ce texte antique.

Ce serment, traduit en français par Émile Littré puis Jacques Jouanna, comporte quatre parties :

### L'engagement

*« Je jure par Apollon médecin, par Asclépios, par Hygie et Panacée, par tous les dieux et toutes les déesses, les prenant à témoin, de remplir, selon ma capacité et mon jugement, ce serment et ce contrat » ;*

On jure devant des dieux spécialisés : Apollon dieu de la guérison, Asclépios dieu de la médecine et fils d'Apollon, foudroyé par Zeus pour avoir ressuscité des morts et menacé par cela l'ordre de l'univers, les deux filles d'Asclépios : Hygie, déesse de la santé, de la propreté et de l'hygiène, et

Panacée, déesse des soins, mais aussi devant tous les autres... C'est dire la force de l'engagement. Il s'agit à la fois d'un serment et d'un contrat, deux termes pour un double engagement céleste et terrestre en l'honneur de la préservation de la santé, bien suprême chez les Grecs.

*« La santé est le plus grand des biens pour l'homme mortel ; le second est d'être beau ; le troisième est d'être riche sans avoir usé de ruse ; le quatrième est d'être dans la force de l'âge avec ses amis. » Platon, Gorgias*

### Le programme vis-à-vis de ses pairs et futurs pairs

*« [...] de considérer d'abord mon maître en cet art à l'égal de mes propres parents ; de mettre à sa disposition des subsides et, s'il est dans le besoin, de lui transmettre une part de mes biens ; de considérer sa descendance à l'égal de mes frères, et de leur enseigner cet art, s'ils désirent l'apprendre, sans salaire ni contrat ; de transmettre, les préceptes, des leçons orales et le reste de l'enseignement à mes fils, à ceux de mon maître, et aux disciples liés par un contrat et un serment, suivant la loi médicale, mais à nul autre. »*

Les devoirs envers les autres médecins et futurs médecins se déclinent en termes de respect, de compagnonnage, de solidarité, de reconnaissance et de générosité. Les médecins grecs appartenaient à l'aristocratie et ne devaient pas manquer d'argent, mais l'idée d'une aide pécuniaire apparaît cependant, imposant une solidarité puissante. La transmission des connaissances est exclusive : *« À nul autre »*. L'objectif

est de préserver la réputation et l'intérêt de l'école.

## Le programme vis-à-vis des malades

« J'utiliserai le régime pour l'utilité des malades, suivant mon pouvoir et mon jugement; mais si c'est pour leur perte ou pour une injustice à leur égard, je jure d'y faire obstacle. Je ne remettrai à personne une drogue mortelle si on me la demande, ni ne prendrai l'initiative d'une telle suggestion. De même, je ne remettrai pas non plus à une femme un pessaire abortif. C'est dans la pureté et la piété que je passerai ma vie et exercerai mon art. Je n'inciserai pas non plus les malades atteints de lithiase, mais je laisserai cela aux hommes spécialistes de cette intervention. Dans toutes les maisons où je dois entrer, je pénétrerai pour l'utilité des malades, me tenant à l'écart de toute injustice volontaire, de tout acte corrompueur en général, et en particulier des relations amoureuses avec les femmes ou les hommes, libres ou esclaves. Tout ce que je verrai ou entendrai au cours du traitement, ou même en dehors du traitement, concernant la vie des gens, si cela ne doit jamais être répété au-dehors, je le tairai, considérant que de telles choses sont secrètes. »

Comme pour le segment de phrase « *contrat et serment* », deux fois mentionné dans les première et seconde parties, on retrouve plusieurs expressions répétées deux fois dans cette troisième partie. Ces répétitions marquent, dans un texte déjà dense, l'intérêt particulier qu'Hippocrate accorde à certaines idées ou recommandations.

- « *Selon mon pouvoir et mon jugement* »,

Pour les Grecs, le vrai courage est celui de la délimitation. L'idée est de se consacrer au maximum à son métier mais en n'exerçant pas au-delà de ses capacités et de ses connaissances. Le médecin doit savoir où se situent les limites de son exercice. Ses patients et la société doivent n'attendre de lui que ce qu'il peut donner. La notion de limites apparaît même une troisième fois au sujet de la lithiase, dont le traitement sera délégué à un spécialiste.

- « *Pour l'utilité des malades* »,

Chaque moment, chaque acte, chaque réflexion du médecin en action devront être soumis à cet objectif d'utilité. Ce dernier sera sous-tendu par l'idée du respect dû

aux malades dans toute leur diversité. On reconnaît en l'autre une éminente dignité et on le considère comme au moins égal à soi. Ce paragraphe est lié au souci des dérives possibles et nombreuses auxquelles la pratique de la médecine peut exposer. L'inscription de l'impossibilité de faire de la médecine sans le secret médical s'inscrit dans cette continuité ainsi que le respect de la vie mentionné par la proscription de la participation à des empoisonnements, fréquents à cette époque, et de l'interdiction d'une méthode dangereuse d'avortement (le pessaire abortif) pour préserver la vie des femmes.

- « *L'injustice* »

Quand on respecte, on ne commet pas d'injustice mais la redondance souligne le souci de ne jamais trahir le patient. Chez les Grecs la justice est une vertu cardinale. Elle commande à toutes les vertus et permet leur harmonisation dans l'âme individuelle. Elle préside au bonheur de la cité. La justice est encore présente dans le petit paragraphe abordant la pureté et la piété. Cette dernière est une vertu citoyenne. On s'acquitte de ses devoirs religieux mais, surtout, au respect des dieux s'associe la loyauté envers les hommes. La pureté est celle d'une âme lucide et fidèle aux exigences de la justice dans laquelle sincérité, vérité, réflexion et sagesse s'associent.

## Les conséquences du respect ou non de cet engagement

« *Eh bien donc, si j'exécute ce serment et ne l'enfreins pas, qu'il me soit donné de jouir de ma vie et de mon art, honoré de tous les hommes pour l'éternité. En revanche, si je le viole et que je me parjure, que ce soit le contraire.* »

« *Jouir de ma vie et de mon art.* » Suivre ses engagements de façon rigoureuse permet de s'ouvrir à la joie d'exercer la médecine et de vivre son existence d'homme. On inscrit aussi son devoir dans la postérité, qui va profiter de notre travail et reconnaître nos mérites.

Le Serment est une prescription morale avec un niveau d'exigences très élevé convoquant de nombreuses vertus (justice, générosité, respect, piété/pureté, fidélité, limitation, solidarité, secret) qui s'articulent autour de la notion de devoir. Si l'on reste

au plus près du texte, même dans les versions les plus modernes (Serment de Genève), le sérieux et l'engagement culminent à un niveau vertigineux. Il n'est donc pas possible que la fidélité au Serment s'inscrive dans un cheminement passif, inconscient et au fil de l'eau. Il devrait nécessiter un engagement profond, actif et requérir autant d'énergie (temps passé, réflexion sur les textes...) que la formation technique.

En écho à la première phrase du Serment de Genève: « *Je prends l'engagement solennel de consacrer ma vie au service de l'humanité* », répondent deux phrases de Vladimir Jankélévitch au sujet du devoir: « *Le devoir ne connaît qu'un seul degré: le superlatif; une seule grandeur: le maximum; une seule philosophie: le maximalisme* », « *Le devoir nous donne du travail pour l'éternité* » [1]. Mais est-ce sérieux, est-ce atteignable? Nos objectifs doivent être placés très hauts, certes, mais rester raisonnables afin d'être remplis et accomplis pendant de longues années de pratique. Certaines pensées rigoristes sont promotrices d'un devoir effectué uniquement dans la souffrance. Mais le devoir ne peut pas s'opposer au désir et une vie professionnelle s'inscrire dans une discipline souffrante, austère, triste et obligatoire, même quand il s'agit de soigner les hommes. C'est la recherche d'un équilibre qui ouvre la réflexion réelle sur le devoir.

## Le Serment d'Hippocrate aujourd'hui

Comprendre le monde dans lequel on vit et la société dans laquelle nous sommes immergés est la première étape dans la recherche de cet équilibre. Pour nous, en Occident, la médecine s'insère dans une organisation économique fondée sur les théories libérales du marché dont les bases ont été jetées par Mandeville (médecin hollandais qui passa sa vie à Londres), en 1714, « *les vices de chacun feront la prospérité de tous* », dans la fameuse fable des abeilles. Par une habile démonstration utilisant des hyménoptères, les vices des hommes deviennent vertus. Petit à petit, dans un jeu social fait d'imitation et de rivalité, s'est développée une économie basée sur la raison instrumentale au service exclusif de la performance économique et de la rentabilité, qui n'interroge plus la finalité de ses actes. Le travail qui était art (efficacité ainsi que préoccupations morales et esthétiques) est devenu production

(remplacement des propriétés qualitatives par des quantitatives calculables). Plus personne n'est étonné d'entendre parler de capital humain, de ressources humaines ou de flux. On sait désormais combien notre vie vaut (trois millions d'euros en France ; mais valeur différente d'un pays à l'autre...). Cette traduction monétaire de l'homme (d'une valeur pourtant inconditionnelle) et sa réification corollaire qui ne dit pas son nom ont quelque chose d'inquiétant.

« *L'économie est une folle qui meurt si elle cesse un instant de marcher. Elle injurie le lent et le sacré, tout ce qui l'entrave* », Christian Bobin, *La Nuit du cœur*.

En parallèle, le fond culturel et social s'articule autour de l'individualisme, du narcissisme, de la quête de plaisir et de divertissements avec souvent la prééminence des droits revendiqués sur les devoirs nécessaires au bon fonctionnement de la société. S'y ajoute la disparition des rapports sensoriels directs avec la nature, les corps, l'organique et la mort dès l'enfance (urbanisation, écrans). Le monde numérique en explosion modifie en profondeur les liens humains, la perception du vrai et du faux... (ébranlement de la confiance dans les faits, dans la science) et empêche le déploiement d'une pensée profonde et structurée au profit du temps court et des slogans. Ce monde fait miroiter la possibilité de sortir de nos corps si pesants et imparfaits. La technique a remplacé la nature et accompagne l'homme du berceau à la tombe.

Ces facteurs économiques, sociaux et culturels nous touchent en profondeur, souvent de façon inconsciente, ainsi que les décideurs, les patients et leurs familles. Ils conditionnent notre perception intuitive de l'engagement. Il faut être armé de cette lucidité pour choisir la voie d'un devoir éclairé. Mais comment le définir ? À quoi pouvons-nous nous référer ? Les grandes

transcendances, pour la plupart de nos contemporains, ont disparu dans un monde largement sécularisé, du moins en tant que prescriptrices absolues sur la façon de mener son existence. La déontologie ? Pourquoi pas ? Mais elle n'est qu'un code, c'est-à-dire une prescription rationnelle sans convocation de transcendance ou de sacré et ne pourra jamais qu'être un minimum. Ne reste vraiment, en dépit de certains penseurs qui ont essayé de fonder une éthique du devoir à partir de la science, que la phrase d'Emmanuel Kant : « *Il n'y pas de fondement de la morale sinon la liberté en nous que nous ne pouvons connaître que par la conscience d'être obligés.* » Dit autrement : « *La moralité est coextensive à la conscience.* » Elle conclut à notre liberté de choisir. Incapables de fonder une éthique nous fixant la manière absolue dont nous devons vivre, nous pouvons la construire néanmoins tranquillement avec pour compagne l'incertitude et quelques bases d'inspiration.

Certaines attitudes mentales peuvent en effet nous aider : accepter l'intranquillité, apprendre à douter sans être irrésolu, avoir conscience en même temps de sa propre vulnérabilité et de celle de l'autre (et par cela se sentir plus concerné par son sort) et être convaincu de n'être pas immunisé contre le basculement moral. Notre travail doit s'inscrire dans le désintéressement bâti à partir de la valeur d'autrui considérée comme indispensable à la naissance du sens. Il doit parvenir à se nourrir d'inconditionnalité (c'est l'amour et l'amitié de Platon), d'une forme de solitude et de l'absence de retour narcissique sur nos actes positifs. Cette abnégation nous contraint, certes, mais nous conseille aussi de préserver notre ego et d'avoir des objectifs réalisables (en cela elle nous aide à dénouer les conflits de devoirs). Il faudra convoquer pour cela une rationalité non instrumentale et utiliser toutes ses intelligences (il y a en a neuf selon Howard Gardner) [10]!

Nous pouvons, en raison de nos activités cliniques, souvent être attirés vers des pensées ou penseurs du tragique de l'existence humaine.

« *Le médecin voit des choses terribles, touche des choses répugnantes, et récolte, à l'occasion des maux d'autrui, des chagrins personnels.* » *Traité des vents, Corpus hippocratique*

L'idée serait d'orienter nos intérêts vers des penseurs plus inspirants avec lesquels l'éthique consisterait à rechercher les formes d'action ouvrant vers un accomplissement heureux et lumineux. Pour cela on emprunterait une voie qui transformerait le désir (pas toujours bon conseiller) afin qu'il s'engage dans la conscience du travail à accomplir envers autrui, au sens et à la joie. Et cela fait écho au dernier segment du Serment. Hippocrate connaissait bien les hommes !

Armé de ces réflexions on pourra poser et travailler les situations concrètes de notre vie professionnelle à partir du triangle d'Hippocrate : de l'organisation de notre système de santé, en passant par la gestion de l'épidémie que nous avons traversée récemment, jusqu'aux situations quotidiennes. Ce triangle, qui réunit le malade au sommet, le médecin et la maladie aux deux angles inférieurs et matérialise leurs relations bidirectionnelles, complète habilement le Serment. On pourrait imaginer bâtir plusieurs triangles thématiques : le triangle de la bienfaisance : ce qui peut améliorer activement les liens et les actions entre les trois éléments du triangle ; le triangle de la vigilance : ce qui peut mettre en danger la qualité et l'humanité de ces liens ; le triangle de la malfaisance : ce qui est absolument et définitivement mauvais. Car la médecine ne pourra devenir que ce que notre liberté en fera.

## Références

1. *Le Paradoxe de la morale*. Vladimir Jankélévitch. Points Essais. 1989
2. *Éthique de la considération*. Corine Pelluchon. Points Essais. 2021
3. *La Haine de la nature*. Christian Godin. Champ Vallon. 2019.
4. *Hippocrate*. Jacques Jouanna. Les Belles Lettres. 2017
5. *Homo Confort*. Stefano Boni. Echappée. 2022
6. *Le Philosophoire*. Numéro 2008/2 (n° 30); Le devoir.
7. *Pourquoi la Grèce ?* Jacqueline de Romilly. Le livre de poche. 1994
8. À quoi sert le serment d'Hippocrate de nos jours ? Analyse à partir de la performativité du langage de John Austin. Richard Pougnet, Laurence Pougnet. *Droit, Santé et Société* 2018;5-6:5-14.
9. *Le Serment d'Hippocrate et les femmes grecques*. Lydie Bodiou. Clio ; Femmes, Genre, Histoire, 21 | 2005.
10. Howard Gardner, *Intelligence reframed: multiple intelligences for the 21st century*, New York, NY, Basic Books, 1er janvier 1999, 292 p.

## CAS CLINIQUE D'AUDIOPROTHÈSE

### ► Prise en charge longitudinale d'une surdité post-méningitique

Dr Claire Grech, ORL libéral et PH temps partiel Fondation Lenal, Nice

dr.claire.grech@gmail.com

Laurence Roussel, audioprothésiste D.E. Amplifon

Laurence.roussel@amplifon.com

Monsieur P., atteint de surdité depuis son enfance, est aujourd'hui âgé de 79 ans.

Il a été témoin de l'évolution incroyable de l'audioprothèse, de l'appareillage analogique aux aides auditives connectées, du boîtier avec fil aux contours d'oreille en passant par les intra-auriculaires. Malgré une lente évolution de sa perte auditive, les technologies de plus en plus performantes lui ont permis d'améliorer sa compréhension, dans le calme et dans le bruit (Figure n° 1). Monsieur P. est toujours à l'affût des innovations. Que lui réservent les futures technologies ?

« J'ai toujours mené une vie normale. Ça n'a pas toujours été facile, mais j'y suis arrivé. »

cette époque. Dans les suites de cette méningite, sa mère consulte un ORL pour surdité, l'enfant ne présente aucune séquelle neurologique, acouphène ou vertige. La surdité a été d'installation brutale, fluctuante, et bilatérale. Un audiogramme a été réalisé et a mis en évidence une surdité de perception bilatérale descendante (Figure n° 2). Un diagnostic initial d'otospongiose juvénile est évoqué par l'ORL et un traitement par iodure est instauré, sans amélioration auditive. Le diagnostic d'atteinte cochléaire post-méningite à pneumocoque est posé.

En effet, les déficits cochléaires après atteintes labyrinthiques infectieuses méningogéniques peuvent se manifester

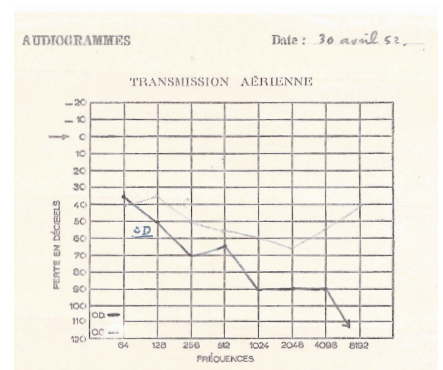


Figure n° 2 | Audiogramme du patient à l'âge de 10 ans en 1952.

### 1952 : une première prise en charge audio-prothétique peu concluante

Un premier appareillage est proposé au patient, âgé de 10 ans. Il s'agit d'un boîtier Philips. Cette première tentative est un échec, le suivi n'est pas correctement établi, le refus maternel ne permet pas une adaptation positive.

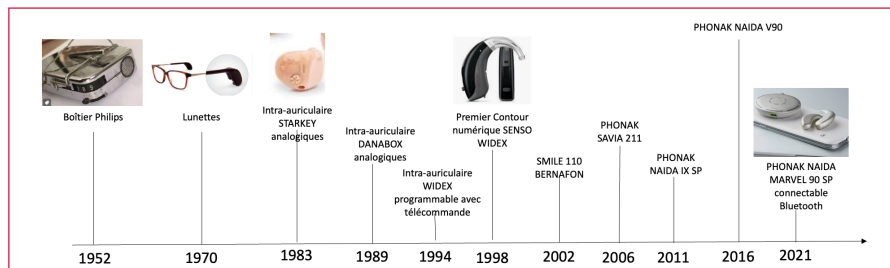


Figure n° 1 | Évolution des solutions auditives proposées au patient, reflet de l'innovation technique

### Histoire de la maladie

Le patient, alors âgé de 3 ans, est hospitalisé pour une suspicion de méningite à pneumocoque en 1945. Hospitalisé 45 jours, il bénéficie d'injections de pénicilline intrathécales et de sérum anti-méningite. Nous ne disposons pas d'informations complémentaires sur la prise en charge thérapeutique et les signes cliniques. Soulignons toutefois que le patient n'a pas reçu de traitement par streptomycine, fréquemment utilisé dans les années quarante pour traiter les patients atteints de tuberculose ou d'affection systémique grave, présentant la surdité ototoxique comme un effet secondaire, peu pris en charge à

par une hypoacousie d'installation brutale, progressive, ou fluctuante avec, à l'audiogramme, une surdité neurosensorielle endo-cochléaire ou mixte.

► La méningite infectieuse bactérienne à pneumocoque est la première cause de surdité profonde prélinguale acquise. La prévalence de surdité séquellaire est estimée de 15 à 54 % malgré une prise précoce d'antibiotiques. Celle-ci n'a pas évolué avec le temps ni l'optimisation de la prise en charge thérapeutique [1-3].

Monsieur P. poursuit sa scolarité sans correction auditive, en utilisant uniquement la lecture labiale et ses restes auditifs. Malgré deux années de retard, il obtient son certificat d'études, poursuit au collège et au lycée avant de devenir infirmier. Sept années plus tard, Monsieur P. reprend des études de kinésithérapeute.

### Dans les années 1970 : une nouvelle tentative d'appareillage

Débutant son activité professionnelle, monsieur P. tente un nouvel appareillage avec, cette fois-ci, des lunettes auditives qu'il gardera mais qu'il supporte assez mal. En effet, l'installation sur une branche de lunettes dont on coupait l'extrémité pour y placer un contour d'oreille était

fréquente à cette époque. L'amplificateur était analogique.

Dans les années 1980, l'ensemble des fabricants de prothèses se tournent vers l'intra-auriculaire. Il existe un véritable engouement pour la fabrication des intra-auriculaires sur mesure avec potentiomètre. Monsieur P. aura, en 1983 puis en 1989, des intra-auriculaires de marque Starkey puis Danavox. Ces appareils analogiques possèdent un trimmer à vis qui permet un réglage de tonalité (grave/aigu) et un réglage par écrêtage (Peak clipping). Le réglage n'est pas toujours précis. La bande passante est réduite. Il n'y a pas encore de systèmes de compression du son. Pour monsieur P., le résultat reste peu probant, les intra-auriculaires sont portés en milieu professionnel, pour la télévision, mais ils sont rarement portés à l'extérieur. L'inconfort subsiste pour monsieur P. et les bruits restent assez insupportables.

Puis, vont être commercialisés de petits intra-auriculaires programmables à l'aide d'une console : les intra-auriculaires LX de Widex. Le fonctionnement est toujours analogique mais l'amplification par bandes de fréquences est contrôlée et plusieurs programmes d'amplification sont disponibles. Pour monsieur P., le confort d'écoute s'améliore enfin.

## Essor des appareils numériques: une petite révolution

En 1995, Widex commercialise le premier appareil numérique sous un modèle Intra auriculaire, le senso CX. Le signal capté par le microphone est traité numériquement par l'amplificateur. Les premiers réglages se font à l'aide d'une console

d'adaptation qui délivre une tonalité sur trois bandes de fréquence dont on recherche le seuil audible, un réglage anti-larsen efficace peut être effectué.

Les possibilités de réglage faites par l'audioprothésiste restent toutefois sommaires : le réglage est automatique, l'audioprothésiste a très peu accès aux algorithmes de réglage. Le fonctionnement microphonique ne peut être modifié.

En 1998, Widex commercialise la même puce Senso dans un modèle contour d'oreille dont monsieur P. bénéficie. Il les adopte très rapidement. Le modèle contour permet d'exploiter une plus grande dynamique, monsieur P. n'a plus ce désir de discrétion absolue et recherche l'efficacité. Le larsen est également mieux contrôlé. L'essai est probant : la qualité sonore perçue est plus claire, plus nette, le confort plus important, notamment en environnement bruyant. Ce sont les premiers appareils que monsieur P. porte quotidiennement.

Une nouvelle ère s'ouvre alors: les appareils analogiques sont supprimés en quelques années seulement. Toutes les marques d'appareils auditifs commercialisent leur produit numérique.

Monsieur P. est équipé avec des contours Bernafon en 2002 (Smile110), puis renouvelle son appareillage avec des contours Phonak (Savia 211) en 2006. Il souhaite conserver la marque Phonak également en 2011 avec des Naida IX SP, et en 2016 avec des Naida V90. Chaque renouvellement lui apporte un bénéfice en termes de confort d'écoute.

« L'arrivée du numérique m'a offert un meilleur confort dans le bruit. J'ai alors commencé à porter mes appareils de façon permanente. »

## Connectivité des aides auditives

Depuis 2021, monsieur P. porte des contours Phonak dotés de la puce Marvel. Ces appareils permettent l'utilisation du téléphone par Bluetooth et peuvent être connectés à la télévision via l'interface TV Connector. Le confort d'écoute est nettement supérieur à celui offert par tous les appareils précédemment portés malgré une évolution de la surdité liée à l'âge (Figures n° 3 et n° 4).

Le pré-réglage a été établi selon la méthode du fabricant, Phonak Digital Adaptive.

Les gains prothétiques mesurés sont très corrects. La mesure du rapport signal sur bruit (SNR) lors du test SPIN [4] reste cependant sur la valeur 7 dB (valeur normale -1 dB). Le test SPIN est irréalisable sans appareil.

La mesure In Vivo permet de connaître le niveau acoustique en dB SPL qui arrive au tympan du patient. Elle a été réalisée pour trois niveaux d'entrée d'un signal ISTS (50, 65 et 80 dB) (Figure n° 5).

## Focus sur la méningite bactérienne

### Les mécanismes de l'infection

La voie d'infection des méningites bactériennes est triple :

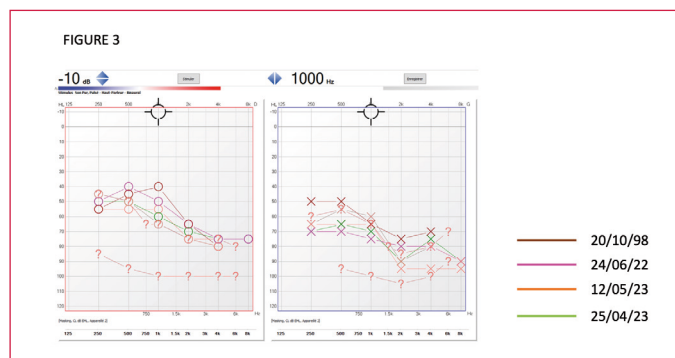


Figure n° 3 | Audiogrammes tonaux entre 1998 et 2023 montrant une lente dégradation auditive.

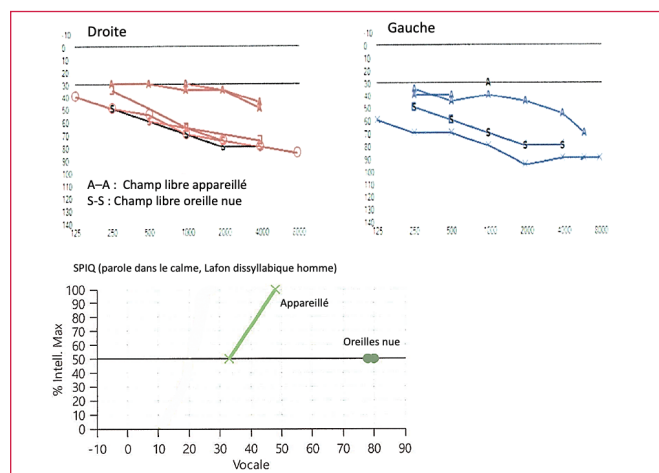


Figure n° 4 | Résultats audio-prothétiques en 2023.

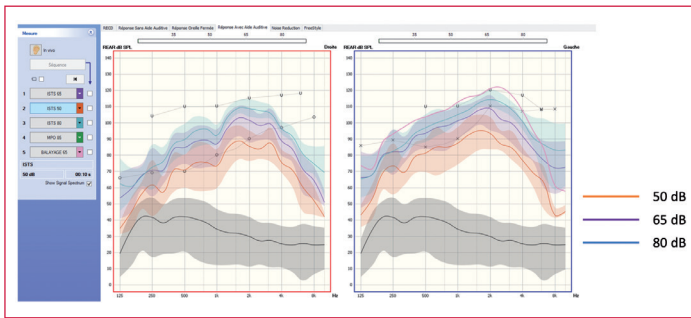


Figure n° 5 | Mesures *in vivo* avec appareils : Mesure en dB SPL, pour un signal ISTS 50 dB/65 dB/80 dB.

- ▶ Le long du VIII et à travers le modiolus via les voies périvasculaires et péri-neurales;
- ▶ Le long de l'aqueduc cochléaire connectant la rampe tympanique du tour basal aux espaces sous-arachnoïdiens de la fosse postérieure;
- ▶ Par voie hémotogène et par la strie vasculaire [5].

### Suivi des méningites bactériennes

Les méningites bactériennes peuvent entraîner des labyrinthites ossifiantes résultant d'un processus inflammatoire dû à l'atteinte bactérienne qui entraîne une transformation fibreuse puis osseuse des rampes liquidiennes cochléaires.

La surdité apparaît alors très rapidement après les premiers signes cliniques méningés et le processus ossifiant démarre quatre à huit semaines après le début des signes méningés [6]. Les trois quarts des surdités apparaissent précocement

audiogramme tonal et vocal si possible, ou des potentiels évoqués auditifs et ASSR au minimum 48 heures après le début des signes méningés et au maximum quinze jours après.

Les otoémissions acoustiques provoquées peuvent être utilisées comme test supplémentaire objectif lors des épreuves fonctionnelles auditives. Cependant, elles disparaissent pour une surdité supérieure à 30 dB. Leur absence ne permet donc pas de conclure au diagnostic de surdité.

Puis un audiogramme doit être réalisé à un mois, puis tous les trois mois, pendant un an. Un suivi régulier sera ensuite réalisé deux fois par an pendant trois ans. Au moindre doute de baisse auditive, il ne faut pas hésiter à réaliser et à renouveler des tests objectifs et subjectifs [7-9].

Le dépistage précoce de la labyrinthite ossifiante est nécessaire dès la moindre

– dans les trois mois – mais une dégradation secondaire dans les années qui suivent peut survenir et doit donc être surveillée. C'est pourquoi une évaluation précoce de la fonction auditive est nécessaire : réalisation d'un

suspicion d'atteinte de la fonction auditive par scanner et IRM.

Le scanner des rochers permettra de visualiser l'absence d'ossification cochléaire et d'établir des repères chirurgicaux en cas d'hypothétique implantation cochléaire.

L'IRM permettra de dépister une fibrose précoce avec disparition du signal des liquides labyrinthiques ainsi qu'un bilan plus exhaustif d'atteintes centrales [7, 8, 10].

En cas de surdité sévère à profonde, deux cas sont à distinguer :

- ▶ En l'absence d'ossification cochléaire totale, il est nécessaire de proposer une implantation cochléaire bilatérale en urgence;
- ▶ En cas d'ossification cochléaire bilatérale, l'implantation cochléaire est contre-indiquée. Certaines équipes proposent, dans ce cas très particulier, une implantation du tronc cérébral, mais cette technique reste encore peu évaluée chez l'enfant.

Selon la HAS, l'implant cochléaire est indiqué dans les surdités sévères à profondes, pré- ou postlinguales bilatérales, avec discrimination de mots dissyllabiques inférieure à 50 % à 60 dB malgré un appareillage prothétique optimisé. En cas de surdité post-méningitique, profonde une implantation rapide et d'emblée bilatérale est recommandée [11].

## Références

1. Worsoe L. Factors Associated with the Occurrence of Hearing Loss after Pneumococcal Meningitis. *Clin Infect Dis.* 2010;51:917-924.
2. Teissier N, Truy E, Coudert A. Surdités d'origines infectieuses. *EMC-Oto-rhino-laryngologie.* 2020;35(1):1-12.
3. 17<sup>e</sup> conférence de consensus : prise en charge des méningites communautaires bactériennes. *Med Mal Infect.* 2009;39:175-186.
4. Buisson Savin J, Reynard P, Bailly-Masson E, et al. Adult Normative Data for the Adaptation of the Hearing in Noise Test in European French (HINT-5 Min). *Healthcare (Basel).* 2022;10(7):1306.
5. Osborne M.P. The Cochlear Lesion in Experimental Bacterial Meningitis of the Rabbit. *Int J Exp Pathol.* 1995;76:317-330.
6. Kesser B.W. Time Course of Hearing Loss in an Animal Model of Pneumococcal Meningitis. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1999;120:628-637.
7. Auburtin M. Pneumococcal Meningitis in the Intensive Care Unit: Prognostic Factors of Clinical Outcome in a Series of 80 Cases. *Am J Respir Care Med.* 2002;165:713-717.
8. Kastenbauer S, Pfister HW. Pneumococcal Meningitis in Adults: Spectrum of Complications and Prognostic Factors in a Series of 87 Cases. *Brain.* 2003;126 (Pt5):1015-1025.
9. Teissier N. Audiophonological Evaluation of 16 Children Fitted with Cochlear Implants for Sensorineural Hearing Loss Induced by Bacterial Meningitis. *Arch Pediatr.* 2013;20:616-623.
10. Weisfelt M. Clinical Features, Complications, and Outcome in Adults with Pneumococcal Meningitis: a Prospective Case Series. *Lancet Neurol.* 2006;5:123-129.
11. Recommandations de l'HAS de 2012 pour le bon usage des technologies médicales dans le traitement de la surdité par implants cochléaires ou du tronc cérébral.

