

# Évaluation de la fatigue auditive : EchoScan Audio, un nouvel outil

## AUTEURS :

T. Venet, P. Campo, département Toxicologie et biométrie, INRS

**L'**exposition au bruit est nocive pour l'audition. Il est en de même pour l'exposition professionnelle à certaines substances chimiques qui peuvent avoir un impact sur la cochlée et sur les noyaux nerveux centraux qui pilotent les réflexes de l'oreille moyenne (réflexe stapédien) et interne (réflexe olivo-cochléaire).

L'audiométrie tonale liminaire par conduction aérienne est pratiquée dans le cadre de la surveillance médicale des salariés. Elle permet de mesurer des seuils de perception auditive. Cet examen est subjectif dans la mesure où il nécessite la participation des salariés examinés et requiert l'utilisation d'une cabine insonorisée de façon à isoler le sujet du bruit ambiant.

Depuis 10 ans, de nombreux progrès ont été réalisés dans la compréhension des mécanismes inhérents à la plasticité des noyaux auditifs centraux et à la réorganisation des réseaux neuronaux, ainsi que des projections sur la carte auditive corticale suite à des pertes de cellules ciliées [Syka, 2002 ; Illing et De Waelle, 2007 ; Kaltenbach et Zhang, 2007 ; Mulders et Robertson, 2013]. La plasticité du système auditif central permet de pallier les pertes de cellules nerveuses inhérentes à la presbyacousie et de compenser les légères atteintes cochléaires induites par le bruit ou par des substances ototoxiques (antibiotiques, anticancéreux, solvants aromatiques, monoxyde de carbone et acide cyanhydrique). Ainsi, le meilleur niveau de perception auditive est préservé aussi longtemps que possible. Toutefois, ce mécanisme de plasticité neuronale peut perturber la détection des atteintes cochléaires lors de la réalisation d'une audiométrie tonale. De plus, cet examen manque d'efficacité pour déceler des dommages au niveau des cellules ciliées externes, cellules vulnérables au bruit et aux substances ototoxiques [Campo et al., 2013].

Aussi, il est nécessaire de disposer d'un test objectif pouvant être réalisé chez des salariés exposés au

bruit ou travaillant en milieu atmosphérique pollué. En effet, certains solvants aromatiques peuvent avoir, en plus de leurs effets ototoxiques, un effet neuropharmacologique sur les réflexes stapédien et olivo-cochléaire [Campo et al., 2001 ; Venet et al., 2011 ; 2012]. Pour cela, une nouvelle technique permet d'évaluer les performances de l'organe de Corti supportant les cellules ciliées mais également celles des centres auditifs du tronc cérébral impliqués dans le réflexe bilatéral acoustique stapédien et olivo-cochléaire. Certaines oto-émissions provoquées, comme les produits de distorsion acoustique, permettent au médecin investigateur d'évaluer le fonctionnement du récepteur auditif périphérique en écartant les influences des centres nerveux. Ces produits de distorsion acoustique cubique ( $2f_1-f_2$ ) sont obtenus en stimulant l'oreille d'un sujet avec deux sons purs de fréquences  $f_1$  et  $f_2$ , contenues dans un rapport  $f_1/f_2 = 1,2$ . La mesure de ces produits est associée à une stimulation controlatérale qui déclenche les réflexes dont l'arc se décline comme suit :

- l'organe de Corti, et plus particulièrement les cellules ciliées internes,
- les neurones afférents,
- les noyaux olivo-cochléaires et faciaux,
- les neurones efférents,
- et enfin, les muscles de l'oreille moyenne (réflexe stapédien) et les cellules ciliées externes (réflexe olivo-cochléaire).

Cette nouvelle approche permet de tester le fonctionnement des oreilles interne et moyenne, ainsi que des centres nerveux auditifs impliqués dans les réflexes [Venet et al., 2012]. Elle permet de déceler :

- une perturbation de la motilité des cellules ciliées externes testée par les sons de fréquence  $f_1$  et  $f_2$ ,
- une baisse de sensibilité des cellules ciliées internes (organe de Corti) testée par la stimulation controlatérale,

- une baisse de sensibilité des fibres afférentes et par là-même des noyaux centraux impliqués dans les réflexes stapédien et olivo-cochléaire,
- une baisse de sensibilité des motoneurons efférents,
- et enfin, une éventuelle fatigue des muscles de l'oreille moyenne.

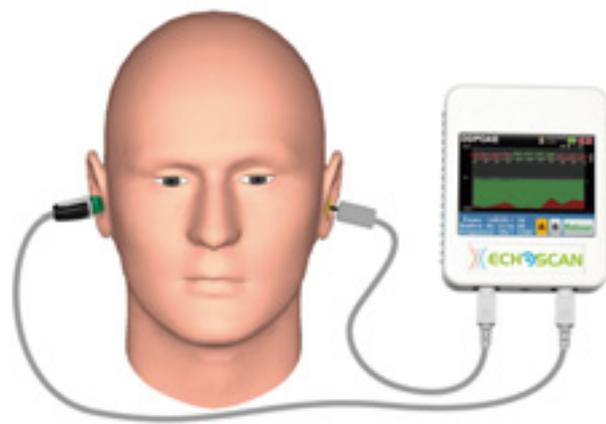
Compte tenu de tous ces éléments, cette technique est particulièrement adaptée à l'évaluation de la fatigue auditive, cette dernière pouvant être considérée comme un signal d'alarme ou, pour certains, comme un type de protection contre l'exposition à un bruit intense. Histologiquement, dans la cochlée, la fatigue auditive se caractérise, entre autres, par une vacuolisation des zones synaptiques sous les cellules ciliées internes.

**L'EchoScan Audio est un nouvel équipement développé et breveté par l'INRS.** Son principe de fonctionnement repose sur la technique précédemment décrite. Conçu pour les médecins du travail, les premiers résultats montrent, comme attendu, une grande sensibilité de l'appareil à la fatigue auditive [Venet et al., 2014]. Il permet de détecter une fatigue au terme d'une journée de travail, même en cas d'exposition modérée au bruit. De surcroît, ce test a plusieurs avantages :

- il permet des mesures rapides, non-invasives et objectives (absence de participation active du sujet) ;
- il est mis en œuvre en 10 minutes et sans cabine audiométrique : une pièce calme (salle de réunion ou infirmerie) suffit ;
- il permet de hiérarchiser la fatigue auditive en 3 classes en fonction du déplacement des seuils de déclenchement du réflexe.

Une première étude a été menée dans les secteurs de l'industrie et du bâtiment, où l'exposition sonore de salariés était caractérisée par un LEX,8h moyen de 85 dB(A). Les résultats (figure 1) montrent que l'amplitude de la fatigue auditive était nettement plus importante dans le groupe exposé (26 sujets) que dans le groupe témoin (20 sujets) composé de salariés des mêmes entreprises, mais effectuant des tâches administratives, commerciales ou techniques hors zone bruyante. Une autre étude est en cours auprès de salariés exposés soit à des solvants aromatiques, soit au cumul bruit et solvants aromatiques (cf. p. 28, rubrique Participez à la recherche).

**L'EchoScan Audio est un outil complémentaire de l'audiométrie tonale liminaire.** Il devrait améliorer le dépistage précoce des effets du bruit. De même, il pourrait être utilisé pour évaluer l'impact de substances ototoxiques sur l'audition des salariés dans le cas de multi-expositions, avant l'installation de déficits auditifs permanents irréversibles. Il peut donc permettre d'évaluer et d'adapter les actions de prévention collectives et individuelles.



L'EchoScan Audio sera prochainement commercialisé par la société Echodia sous contrat de licence d'exploitation du brevet INRS.

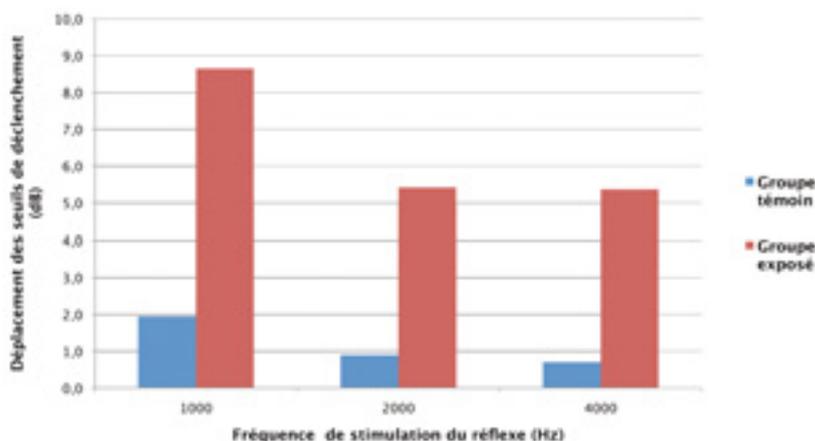


Figure 1 : Comparaison entre les variations des seuils de déclenchement du réflexe auditif déterminées avec l'EchoScan après une journée de travail. Barre bleue : variation mesurée chez les témoins. Barre rouge : variation mesurée chez les salariés exposés au bruit. Axe X: fréquences; Axe Y: variations des seuils de déclenchement du réflexe auditif de l'oreille.

*Bibliographie page suivante*

**ÉLÉMENTS BIBLIOGRAPHIQUES**

- CAMPO P, MORATA TC, HONG O - Chemical exposure and hearing loss. *Dis Mon.* 2013 ; 59 (4) : 119-38.
- CAMPO P, LATAYE R, LOQUET G, BONNET P - Styrene-induced hearing loss: a membrane insult. *Hear Res.* 2001 ; 154 (1-2) : 170-80.
- ILLING RB, DE WAELE C - Neuroplastic remodelling of the central auditory system invoked by unilateral hearing. *ENT World.* Hôpital Américain de Paris, 2007 ([www.docteurdewaele.com/fichiers/fichiers/bulletin-numero-4.pdf](http://www.docteurdewaele.com/fichiers/fichiers/bulletin-numero-4.pdf)).
- KALTENBACH JA, ZHANG J - Intense sound-induced plasticity in the dorsal cochlear nucleus of rats : Evidence for cholinergic receptor upregulation. *Hear Res.* 2007 ; 226 (1-2) : 232-43.
- MULDER WH, ROBERTSON D - Development of hyperactivity after acoustic trauma in the guinea pig inferior colliculus. *Hear Res.* 2013 ; 298 : 104-08.
- SYKA J - Plastic changes in the central auditory system after hearing loss, restoration of function and during learning. *Physiol Rev.* 2002 ; 82 (3) : 601-36.
- VENET T, RUMEAU C, CAMPO P, RIEGER B ET AL. - Neuronal circuits involved in the middle-ear acoustic reflex. *Toxicol Sci.* 2011 ; 119 (1) : 146-55.
- VENET T, CAMPO P, RUMEAU C, ELUECQUE H ET AL. - EchoScan: a new system to objectively assess peripheral hearing disorders. *Noise Health.* 2012 ; 14 (60) : 253-59.
- VENET T, CAMPO P, RUMEAU C, THOMAS A ET AL. - One-day measurement to assess the auditory risks encountered by noise-exposed workers. *Int J Audiol.* 2014 (à paraître).

**POUR EN SAVOIR +**

- Bruit. Petit à petit, le bruit rend sourd. INRS, 2013 ([www.inrs.fr/accueil/risques/phenomene-physique/bruit.html](http://www.inrs.fr/accueil/risques/phenomene-physique/bruit.html)).
- Bruit. *Références en Santé au Travail* ([www.rst-sante-travail.fr/rst/header/sujets-az\\_parindex.html?rechercheIndexAZ=bruit\\_\\_BRUIT](http://www.rst-sante-travail.fr/rst/header/sujets-az_parindex.html?rechercheIndexAZ=bruit__BRUIT)).

CONTACT : [pierre.campo@inrs.fr](mailto:pierre.campo@inrs.fr)