



Évaluation de l'exposition des travailleurs au bruit en considérant l'atténuation fournie par les protecteurs auditifs

AVIS SCIENTIFIQUE

AUTEURS

Richard Martin, M.A., conseiller scientifique
Pauline Fortier, M.O.A., conseillère scientifique
Direction des risques biologiques et de la santé au travail

SOUS LA COORDINATION SCIENTIFIQUE DE

Marie-Pascale Sassine, M. Sc., chef d'unité scientifique en santé au travail
Direction des risques biologiques et de la santé au travail

RÉVISION

Pierre Deshaies, M.D., M. Sc., FRCPC, médecin spécialiste en santé publique et médecine préventive et médecin-conseil
Direction des risques biologiques et de la santé au travail
Institut national de santé publique du Québec

Chantal Laroche, Ph. D., professeur titulaire
École des Sciences de la réadaptation, Faculté des Sciences de la santé, Université d'Ottawa

Hugues Nélisse, Ph. D., chercheur
Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail

Mylène Trottier, M.D., M. Sc., CSPQ, médecin spécialiste en médecine du travail, médecin-conseil
Direction des risques biologiques et de la santé au travail
Institut national de santé publique du Québec

COMMENTÉ PAR

Émilie Côté, infirmière
Centre intégré de santé et de services sociaux de la Montérégie-Centre, Équipe locale Richelieu-Yamaska (jusqu'en mai 2019)

Samuel Fréchette-Marleau, ing., hygiéniste du travail
Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

Nathalie Hudon, chargée de projet
Centre de gestion de projet du Réseau de santé publique en santé au travail (RSPSAT)

Claude Huneault, hygiéniste du travail
Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal (jusqu'en juin 2017)

Nabyla Titri, M.D., médecin-conseil et médecin responsable
Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Outaouais (jusqu'en novembre 2018)

MISE EN PAGE

Marie-Cécile Gladel, agente administrative
Direction des risques biologiques et de la santé au travail

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

Dépôt légal –1^{er} trimestre 2020
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN : 978-2-550-86278-9 (PDF)
© Gouvernement du Québec (2020)

Table des matières

Glossaire	II
Faits saillants	1
Introduction	1
1 Objet de l'avis	2
2 Méthode de recherche documentaire	2
3 Des valeurs limites d'exposition qui tiennent compte du port des protecteurs auditifs	2
3.1 L'approche européenne.....	2
3.2 Recommandations d'organismes internationaux.....	3
3.3 Indicateurs de l'atténuation fournie par les protecteurs auditifs et appréciation par la norme canadienne sur les protecteurs auditifs.....	3
3.4 Prévention de pertes auditives permanentes par le port de protecteurs auditifs individuels.....	4
Conclusion	5
Références bibliographiques	5

Glossaire

Bruits impulsionnels	Bruits de courte durée, généralement moins d'une seconde, atteignant un niveau très élevé. Ils sont caractérisés par une élévation brusque et une décroissance rapide du niveau sonore. Le paramètre utilisé pour les mesurer est le niveau de pression acoustique de crête pondéré C ($L_{p,Cpeak}$).
Décibel	Unité de mesure du bruit. Plus spécifiquement, le décibel est l'unité de mesure des niveaux de pression acoustique exprimée par la notation dB (sans pondération). Le décibel est égal à 20 fois le logarithme (base 10) du rapport entre la pression acoustique mesurée et la pression acoustique de référence de 20 μ Pa, ce qui correspond au seuil approximatif de la sensibilité auditive à 1 000 Hz.
$L_{EX,8h}$	Niveau d'exposition quotidienne au bruit, soit le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, rapporté à une journée de travail de huit heures. Note : Le $L_{EX,8h}$ est équivalent au $L_{ex,8h}$.
$L_{p,Cpeak}$	Niveau de pression acoustique de crête mesuré avec la pondération C. C'est le paramètre utilisé pour la mesure des bruits impulsionnels.
Pondération A	La pondération A correspond à la sensibilité de l'oreille humaine, variable selon les fréquences, pour des sons d'amplitude relativement faible ⁽¹⁾ . Elle réduit l'importance des fréquences extrêmes, en particulier les basses fréquences sous 200 Hz, et augmente celle des fréquences voisines de 2 500 Hz. La pondération A doit être utilisée pour toutes les mesures nécessaires pour évaluer le $L_{EX,8h}$ ou $L_{ex,8h}$. Le dBA ou décibel pondéré A sert à exprimer un résultat de mesure de bruit avec la pondération A.
Pondération C	La pondération C tient compte de la sensibilité de l'oreille humaine, variable selon les fréquences, pour des sons d'amplitude relativement élevée ⁽¹⁾ (bruits impulsionnels). Elle réduit l'importance des fréquences égales ou inférieures à 31 Hz et de celles égales ou supérieures à 8 000 Hz. Le dBC ou décibel pondéré C sert à exprimer un résultat de mesure de bruit avec la pondération C.

Faits saillants

- Actuellement, il n'y a aucune preuve scientifique permettant de déterminer une valeur limite d'exposition au bruit qui tiendrait compte de l'atténuation des protecteurs auditifs individuels (serre-tête, bouchons d'oreilles), principalement en raison de l'absence de moyen valide pour évaluer l'exposition des travailleurs au bruit dans pareille situation.
- La recension des écrits et des pratiques sur l'évaluation de l'exposition des travailleurs au bruit montre qu'aucun indicateur ou outil n'est présentement disponible pour mesurer avec exactitude l'exposition résiduelle au bruit sous le protecteur auditif tel que porté et lorsque porté par le travailleur à son poste de travail.
- Les études rapportent que l'atténuation du bruit par les protecteurs peut varier de façon significative d'un travailleur à l'autre et, chez un même travailleur, elle peut fluctuer dans le temps et dans l'espace et même d'une oreille à l'autre. Cette atténuation est aussi tributaire de plusieurs facteurs touchant l'ajustement du protecteur, tels son usure, son déplacement en plus de la variation des niveaux de bruit et du spectre sonore (contenu fréquentiel). Ces facteurs augmentent la difficulté d'obtenir une mesure de l'exposition valide.
- Quant aux systèmes de mesure personnalisée de l'atténuation fournie par les protecteurs auditifs (« fit-test system ») actuellement commercialisés, ils montrent une utilité dans la formation des travailleurs. Cependant, ces systèmes ne peuvent refléter de manière fiable ni l'atténuation, ni l'exposition résiduelle au bruit sous le protecteur en situation réelle de travail.

Ainsi, la détermination d'une valeur limite d'exposition au bruit qui tiendrait compte de l'atténuation fournie par les protecteurs auditifs individuels, par exemple dans une norme réglementaire, ne peut être réalisée de façon valide, même si la réglementation européenne (directive 2003/CE/10, article 3, paragraphe 2) stipule que « Pour l'application des valeurs limites d'exposition, la détermination de l'exposition effective du travailleur au bruit tient compte de l'atténuation assurée par les protecteurs auditifs individuels portés par le travailleur ». De plus, aucune preuve scientifique ne

permet d'estimer la pertinence d'une telle pratique pour la prévention de la surdité professionnelle.

Introduction

Le bruit en milieu de travail et ses conséquences sur la santé et la sécurité des travailleurs, dont la surdité est l'effet avéré le plus connu, restent un problème important de santé publique au Québec^(2,3). Entre 1997-2017, plus de 83 500 travailleurs ont vu leur réclamation pour surdité professionnelle acceptée par la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST). Depuis 2010, c'est plus de 6 450 cas par année, en moyenne⁽⁴⁾. Et les résultats de l'Enquête québécoise sur la santé de la population (EQSP) 2014-2015 ont montré qu'il y aurait 233 400 personnes de 16 ans et plus (IC 99 % : 219 671-253 994) qui déclarent être atteintes d'une surdité attribuable au travail⁽⁵⁾. Cette même enquête révèle que 7,5 % (IC 95 % : 7,1-8,0) des travailleurs du Québec, soit 314 800, sont exposés à du bruit intense en milieu de travail⁽⁵⁾.

Le bruit et la surdité comptent parmi les priorités du Programme national de santé publique⁽⁶⁾ et aussi de la Planification pluriannuelle en prévention-inspection 2017-2019 de la CNESST⁽⁷⁾. De plus, la CNESST a prépublié, en novembre 2019, un projet de Règlement modifiant les exigences relatives au bruit dans le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST)* et le *Code de sécurité pour les travaux de construction (CSTC)*⁽⁸⁾ afin de diminuer le nombre de travailleurs avec une surdité professionnelle.

Le présent avis est issu d'un document de travail produit en 2016, revu et ajusté en 2019. Il a été réalisé dans le cadre des travaux relatifs à une demande du ministère de la Santé et des Services sociaux relativement à une analyse de la faisabilité d'une politique publique nationale de lutte contre le bruit au Québec, tant environnemental qu'en milieu de travail.

1 Objet de l'avis

La directive européenne (2003/CE/10)⁽⁹⁾ prévoit que « Pour l'application des valeurs limites d'exposition, la détermination de l'exposition effective du travailleur au bruit tient compte de l'atténuation assurée par les protecteurs auditifs individuels portés par le travailleur. » (art. 3, par. 2).

Le présent avis a été élaboré à partir de questions souvent soulevées autour de la protection auditive individuelle et sur sa considération lors de l'évaluation de l'exposition des travailleurs au bruit. Sur ce point, il est difficile d'ignorer les pratiques européennes qui proposent une valeur limite de 87 dBA pour le niveau d'exposition ($L_{EX,8h}$) et de 140 dBC pour le niveau de pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeak}$) qui tient compte « de l'effet de l'utilisation »⁽⁹⁾ des protecteurs auditifs individuels alors que ce n'est pas le cas pour les valeurs déclenchant une action dans le milieu de travail^A. Est-ce que les activités préventives réalisées au Québec, voire une norme réglementaire, devraient aussi considérer le port des protecteurs auditifs individuels lors de l'évaluation de l'exposition des travailleurs au bruit?

En fonction de la question qui précède, le présent avis vise à situer, en fonction de la documentation disponible sur les pratiques dans le domaine lors de la recherche documentaire, la faisabilité de mesurer de manière valide l'exposition au bruit effective, soit l'exposition en tenant compte de l'atténuation procurée par des protecteurs auditifs.

Il est important de noter que cet avis ne fait pas un état de situation sur les méthodes existantes servant à mesurer l'atténuation du bruit par des protecteurs auditifs.

2 Méthode de recherche documentaire

L'avis documente la règle en vigueur dans l'Union européenne et ses justifications, ainsi que les recommandations des organismes de normalisation ou de revues de la documentation scientifique réalisées par des organisations (littérature grise).

Une recherche de la documentation expliquant la base scientifique pour tenir compte des protecteurs auditifs et de leur atténuation dans l'évaluation de l'exposition des travailleurs au bruit dans la directive européenne (2003/CE/10)⁽⁹⁾ a été réalisée en 2016.

Malheureusement, aucun document à ce sujet n'a pu être repéré sur les sites Internet de la Commission européenne et du Parlement européen, pas plus que dans les publications scientifiques.

3 Des valeurs limites d'exposition qui tiennent compte du port des protecteurs auditifs

3.1 L'approche européenne

Dans le contexte de la directive européenne, le port d'équipement de protection individuelle doit être pris en compte afin de vérifier, par exemple dans le cas du niveau d'exposition $L_{EX,8h}$ si la valeur limite de 87 dBA est respectée. Il est reconnu que l'atténuation des protecteurs auditifs, mesurée dans des conditions strictes et contrôlées de laboratoire conformément à des normes spécifiques, surestime le plus souvent la protection réelle procurée par ces équipements lorsque l'atténuation est plutôt mesurée en milieu de travail⁽¹⁰⁻²¹⁾. C'est pour pallier cette limite et l'absence de procédure dans la directive européenne qu'un outil au format Excel, une « calculatrice », a été développé par l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)⁽²²⁾ en France. Cet outil permet d'estimer les valeurs de protection réelles des protecteurs individuels contre le bruit dont l'utilisation est considérée comme une action de dernier recours par la directive (art. 6). Cependant,

^A En Europe, des actions sont prévues dès qu'il y a exposition à 80 dBA et plus. Ainsi, les valeurs d'exposition déclenchant une action sont : les valeurs dites inférieures qui correspondent à 80 dBA ($L_{EX,8h}$) et 135 dBC ($L_{p,Cpeak}$) et les valeurs d'exposition supérieures qui sont 85 dBA ($L_{EX,8h}$) et 137 dBC ($L_{p,Cpeak}$).

l'utilisation de cet outil nécessite en priorité l'utilisation de données qui ne sont pas nécessairement disponibles (ex. : les mesures simultanées du bruit en dBA et dBC ou encore le contenu spectral du bruit mesuré par bande d'octave) ou qui ne sont pas toujours très précises ou fiables (ex. : les valeurs d'atténuation des protecteurs). Enfin, l'INRS a estimé « ... certaines difficultés d'application de la directive [telles que] la définition d'une méthodologie d'évaluation des risques adaptée à l'entreprise et la prise en compte de l'atténuation effective des protecteurs individuels dans la comparaison des niveaux d'exposition à la valeur limite. » (INRS, 2006; p.305)⁽²³⁾.

3.2 Recommandations d'organismes internationaux

En 2006, un organisme, l'*International Institute of Noise Control Engineering* (I-INCE), a repris certaines recommandations⁽²⁴⁾ de son document de 1997 sur l'évaluation des limites d'exposition au bruit en milieu de travail⁽²⁵⁾. Les recommandations de l'I-INCE se distinguent aussi explicitement de la directive européenne (2003/10/CE) en ne tenant pas compte du port d'équipements de protection auditive personnelle pour le respect des limites d'exposition qu'elle propose^A.

Par ailleurs, aucun document produit par plusieurs autres organisations telles que le *National Institute of Occupational Health and Safety* (NIOSH), l'*American Conference of Governmental Industrial Hygienist* (ACGIH) ou le Groupe CSA (antérieurement *Canadian Standards Association*) ne préconise une telle approche. De même la réglementation américaine, sous la responsabilité de l'*Occupational Health and Safety Administration* (OSHA), ne contient aucune disposition obligeant de tenir compte du port des protecteurs auditifs individuels pour vérifier si les valeurs limites d'exposition établies sont respectées.

3.3 Indicateurs de l'atténuation fournie par les protecteurs auditifs et appréciation par la norme canadienne sur les protecteurs auditifs

Des procédures de décote ou « décalage » (*derating*) sont proposées dans la littérature et dans certaines réglementations pour tenir compte des écarts qui existent entre l'atténuation théorique en laboratoire et l'atténuation effective en milieu de travail. La décote consiste à réduire l'indice d'atténuation affiché par le fabricant, très souvent par un certain pourcentage. Ce pourcentage dépend en général du type de protecteur utilisé (bouchons d'oreilles ou serre-tête) et la décote s'applique lors de l'estimation des niveaux d'exposition effectifs, soit sous le protecteur. Des procédures de décote, différentes les unes des autres, sont notamment proposées par l'OSHA, le NIOSH et le Groupe CSA^(20,26,27). L'utilisation d'une décote peut aider à estimer la protection moyenne pour des groupes d'utilisateurs, mais ne permet pas d'estimer la protection effective individuelle, pour un utilisateur donné⁽²⁰⁾.

Au cours des dernières années, des systèmes portatifs offrant une mesure personnalisée et en entreprise de l'atténuation fournie par les protecteurs auditifs individuels ont été rendus disponibles. Familièrement identifiés par le terme anglais de « fit-test system », on retrouve des systèmes tels l'*E-A-Rfit™ Dual-Ear Validation System* de 3M, le *VeriPRO* de Howard Leight et le *FitCheck Solo™* de Michael and Associates Inc. La norme CSA les identifie comme des « systèmes d'estimation de l'affaiblissement » en conditions réelles (*field attenuation estimation systems* : FAES). Deux des articles de la norme CSA les concernant sont reproduits ci-dessous.

L'article 13.1.2 de la norme CSA⁽²⁰⁾ mentionne :

« Les données des essais d'ajustement fournissent une estimation plus directe de la protection à laquelle une personne peut s'attendre de son protecteur auditif que ce que permettent les données moyennes d'un groupe de personnes dans une expérience en laboratoire. Cependant, les données d'essai

^A « d) Limits on exposure to noise in the workplace shall not be linked to the use or non-use of hearing protection devices. » (Lang, 2006; p. 308)⁽²⁴⁾.

d'ajustement ne sont pas fondées sur des mesures *in situ* pour des utilisateurs réels exposés aux bruits présents pendant un poste de travail. Ainsi, l'essai d'ajustement reflète ce que l'utilisateur peut obtenir ou a obtenu comme protection au moment de l'essai, mais pas nécessairement ce qu'il obtiendra réellement au jour le jour. » (CSA 2014, a.13.1.2, p. 40)⁽²⁰⁾.

De plus, l'article 13.1.4 de cette même norme ajoute :

« Même si les divers systèmes d'essais d'ajustement ont le même but et qu'ils produisent des valeurs d'affaiblissement présentées de manières similaires, les technologies utilisées pour produire les indices d'affaiblissement personnels [*PAR* ou *Personal Attenuation Rating*] différent et les résultats ne sont pas nécessairement comparables. Au moment de la publication de cette norme, une norme ANSI/ASA (S12.71) était en préparation^A pour la classification des systèmes d'essais d'ajustement et la détermination des critères de performance minimale. Une fois mise en œuvre, cette nouvelle norme devrait aider à rendre plus comparables les résultats des systèmes d'essais d'ajustement. » (CSA 2014, a.13.1.4, pp. 40-41)⁽²⁰⁾.

Les systèmes permettant la mesure personnalisée de l'atténuation des protecteurs auditifs gagnent en popularité partout dans le monde, principalement pour favoriser une meilleure sélection et ajustement de ceux-ci. Quelques études, dont celles de Trompette et de Schulz^(30,31), montrent une utilité pour la formation des travailleurs. Les résultats obtenus par ces divers systèmes présentent des incertitudes sur le niveau d'exposition estimé et ne reflètent pas nécessairement comment l'exposition évolue durant la journée ou d'une journée à l'autre. De plus, il n'existe aucune normalisation ou réglementation de ces systèmes.

3.4 Prévention de pertes auditives permanentes par le port de protecteurs auditifs individuels

Les preuves sur l'efficacité de la protection personnelle pour prévenir la surdité sont limitées tel que montré dans des études, des revues systématiques et des méta-analyses^(32,33). Au mieux, dans les programmes bien appliqués, la protection auditive individuelle est associée à une réduction des atteintes auditives selon une preuve de très faible qualité. Il faut considérer que l'atténuation fournie par les protecteurs peut varier de façon significative d'un individu à l'autre. De même, chez un même individu, elle peut fluctuer dans le temps et dans l'espace ainsi que d'une oreille à l'autre.

De plus, cette atténuation est tributaire de plusieurs facteurs touchant l'ajustement du protecteur comme l'usure du protecteur, le déplacement de celui-ci ainsi que la variation du bruit au niveau spectral (contenu fréquentiel) et sonore^(17,34).

^A À noter que la nouvelle norme ANSI/ASA S12.71 a été publiée en mai 2018^(28,29).

Conclusion

Actuellement, il n'existe aucun indicateur ou outil disponible permettant de mesurer avec exactitude l'exposition résiduelle au bruit sous le protecteur auditif tel que porté et lorsque porté par le travailleur à son poste de travail. Il suffit de penser au fait que l'atténuation fournie par les protecteurs auditifs peut varier ce qui augmente les difficultés à disposer d'une information valide et fiable.

Finalement, les indicateurs ou outils mentionnés dans cet avis visent à estimer le niveau d'exposition effectif lors de l'utilisation de protecteurs auditifs individuels. On ne peut donc pas y référer durant les périodes de retrait momentané ou de non-port du protecteur puisque l'atténuation est alors nulle. Or, la durée totale de non-port des protecteurs auditifs individuels, lorsque requis durant le quart de travail, peut être un facteur critique pour expliquer leur performance limitée à diminuer le niveau d'exposition au bruit et à prévenir la surdité⁽¹⁵⁾.

Ainsi, la détermination d'une valeur limite d'exposition au bruit, par exemple dans une norme réglementaire, qui tiendrait compte de l'atténuation fournie par les protecteurs auditifs individuels ne peut être réalisée de façon valide. De plus, aucune preuve scientifique ne permet d'en estimer la pertinence pour la prévention de la surdité professionnelle.

Références bibliographiques

- (1) Fortier, P., Bouffard, S., Lord J., Montplaisir L. et Pépin P. (2013). Protocole sur le paramétrage des instruments de mesure du bruit, [s.l.], Table de concertation nationale en santé au travail : Regroupement provincial des hygiénistes du travail des équipes régionales de santé publique, 56 p.
<http://www.santeautravail.qc.ca/documents/126318/127424/2186884_doc-7YAvf.pdf>.
- (2) Michel, C., A. Funès, R. Martin, Fortier P., Girard S-A., Deshaies P., St-Cyr J-P., Tremblay I. et Gagné M. (2014). Portrait de la surdité professionnelle acceptée par la Commission de la santé et de la sécurité du travail au Québec : 1997-2010 : troubles de l'audition sous surveillance, [Montréal], Institut national de santé publique du Québec, 87 p.,
<http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1770_Portrait_Surdite_Professionnelle.pdf>.
- (3) Funès, A., R. Martin, P. Fortier, P. Deshaies, J-P. St-Cyr et I. Tremblay (2015). Surdité professionnelle : cas acceptés par la Commission de la santé et de la sécurité du travail au Québec - Mise à jour 1997-2012, [Montréal], Institut national de santé publique du Québec, 5 p. « Rapport de surveillance »,
<https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2018_surdite_professionnelle.pdf>.
- (4) Institut national de santé publique du Québec [Martin R.] (2019). « Répartition des surdités professionnelles (progressives) acceptées par la CNESST par année et taux d'incidence annuel. Ensemble du Québec, 1997 à 2017 », dans Dossiers publics > Risques physiques > Bruit : Des ressources en surveillance des effets du bruit, <<http://www.santeautravail.qc.ca/documents/13275/0b5c78c9-d933-41cb-8d20-2d16a0db7424>>.
- (5) Gouvernement du Québec, Institut de la statistique du Québec. (14 octobre 2016). Fichier maître de l'Enquête québécoise sur la santé de la population 2014-2015, Rapport de l'onglet Plan national de surveillance produit par l'Infocentre de santé publique à l'Institut national de santé publique du Québec.

- (6) Ministère de la Santé et des Services sociaux (2015). Programme national de santé publique 2015-2025 : pour améliorer la santé de la population, Québec, ministère de la Santé et des Services sociaux, Direction des communications, 85 p.,
<<http://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2015/15-216-01W.pdf>>.
- (7) Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail et vice-présidence au partenariat et à l'expertise-conseil (2017). Planification pluriannuelle en prévention-inspection 2017-2019. Santé et sécurité du travail, [Québec], Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail, 26 p. « DC1000-245 (2017-02) »,
<https://www.cnesst.gouv.qc.ca/acces-information/diffusion-de-l-information/Documents/GuidePlanifPrevention_VF.pdf>.
- (8) Projet de règlement Loi sur la santé et la sécurité du travail (chapitre S-2.1) : Santé et sécurité du travail — Modification, Code de sécurité pour les travaux de construction — Modification. Représentant à la prévention dans un établissement — Modification. Qualité du milieu de travail — Abrogation, (6 novembre 2019). Gazette officielle du Québec, vol. 151^e année, n° 45, p. 4514-4524.
- (9) Commission européenne (2003). « Directive 2003/10/CE du Parlement européen et du Conseil du 6 février 2003 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit). (dix-septième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE) », Journal officiel de l'Union européenne, 15 février 2003, p. L 42/38-L 42/44, <<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:042:0038:0044:FR:PDF>>
- (10) Berger, E. H. (2003). « Chapter 10 : Hearing protection devices », dans E. H. Berger, L. H. Royster, J. D. Royster, D. P. Driscoll et M. Layne (dir.), The Noise Manual (No AIHA: 619-BP-03), Fairfax (VA), American Industrial Hygiene Association, p. 379-454.
- (11) Berger, E. H., J.R. Franks et F. Lindgren (1996). « Chapter 29 : International review of field studies of hearing protector attenuation », dans A. Axlesson, H. Borchgrevink, R.P. Hemernik, P. Hellstrom, D.Henderson et R.J. Salvi (dir.), Scientific Basis of Noise-Induced Hearing Loss, New York, Thieme Medical Pub Inc., p. 361-377.
- (12) Dantscher, S., P. Sickert et M. Liedtke (2009). Sound attenuation of hearing protectors in use at work - Study conducted from 2005 to 2007, Sankt Augustin (Germany), German Social Accident Insurance. BGI - Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance, 82 p., « BGI-Report 4/2009e », <http://www.dguv.de/medien/ifa/en/pub/rep/pdf/reports2009/biar0409/report_4_2009e.pdf>.
- (13) Hiselius, P. *et al.* (2003). « Field investigations of real world attenuation provided by earplugs », NHCA Spectrum, vol. 20, n° 3, p. 6-8.
- (14) Kusy, A. (2008). « Affaiblissement acoustique in situ des protecteurs individuels contre le bruit – étude bibliographique », Hygiène et sécurité du travail (ND 2295-212-08), n° 3^e trimestre, p. 43-59,
<<http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ND/TI-ND-2295/nd2295.pdf>>.
- (15) Neitzel, R., et N. Seixas (2005). « The effectiveness of hearing protection among construction workers », Journal of Occupational and Environmental Hygiene, vol. 2, n° 4, p. 227-238.
- (16) Neitzel, R., S. Somers et N. Seixas (2006). « Variability of real-world hearing protector attenuation measurements », The Annals of Occupational Hygiene, vol. 50, n° 7, p. 679-691.
- (17) Nélisse, H., M-A. Gaudreau, J. Boutin, J. Voix et F. Laville (2012). « Measurement of hearing protection devices performance in the workplace during full-shift working operations », The Annals of Occupational Hygiene, vol. 56, n° 2, p. 221-232.
- (18) National Institute for Occupational Safety and Health (1998). « Chapter 6 : Hearing protectors », dans Criteria for a recommended standard : Occupational Noise Exposure. Revised Criteria 1998, Cincinnati (OH), National Institute for Occupational Safety and Health, p. 61-90,
<<https://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/pdfs/98-126.pdf>>.

- (19) Voix, J., et F. Laville (mai 2005). « Problématiques associées au développement d'un bouchon d'oreille "intelligent" », Pistes, vol. 7, n° 2, p. 19, <<https://journals.openedition.org/pistes/3205>>.
- (20) Groupe CSA (2014). Z94.2-F14 - Protecteurs auditifs : performances, sélection, entretien et utilisation, 7e édition, Toronto (ON), Groupe CSA, 57 p.
- (21) Berger, E. H., et J. Voix (sous presse). « Hearing protection devices », dans The Noise Manual, 6th édition, Fairfax (VA), American Industrial Hygiene Association.
- (22) Institut national de recherche et de sécurité (2008). « Bruit : estimation de la protection réelle des PICB », dans Accueil > Bruit, <<http://www.inrs.fr/media.html?reflNRS=outil22>>
- (23) Institut national de recherche et de sécurité (2006). « Une nouvelle réglementation sur le bruit au travail [Dossier médico-technique – TC 110] », Documents pour le médecin du travail (DMT), n° 107, p. 297-307.
- (24) Lang, W. W., et T. ten Wolde (2006). « A global approach to global noise policy; Part 2 : Occupational noise », Noise Ctrl Eng J, vol. 54, n° 5, p. 298-308.
- (25) Embleton, T.F.W., et I-INCE (1997). « Technical assessment of upper limits on noise in the workplace (approved by International Institute of Noise Control Engineering). Report by the International Institute of Noise Control Engineering working party on "Upper limits of noise in the workplace" », Noise/News International, n° December, p. 202-216.
- (26) Occupational Safety and Health Administration - Code of federal regulations, title 29, part 1910, section 95 : occupational noise exposure [29 CFR 1910.95], Occupational Safety and Health Administration, <https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9735>.
- (27) National Institute for Occupational Safety and Health (1998). Criteria for a recommended standard - Occupational noise exposure - Revised criteria 1998, Cincinnati (OH), National Institute for Occupational Safety and Health, 106 p., « DHHS (NIOSH) Publication n° 98-126 », <<https://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/pdfs/98-126.pdf>>.
- (28) ANSI et ASA (2018). ANSI/ASA S12.71. American National Standard : Performance criteria for systems that estimate the attenuation of passive hearing protectors for individual users, Melville (NY), American National Standards Institute; Acoustical Society of America.
- (29) Voix, J. (2018). « Hearing protector fit testing and the new ANSI S12.71 Standard », dans 25th International Congress on Sound and Vibration, ICSV25, 8-12 July 2018, Hiroshima, International Institute of Acoustics and Vibration, Acoustical Society of Japan and Institute of Noise Control Engineering of Japan, p. 1-8.
- (30) Trompette, N., et A. Kusy (2013). « Suitability of commercially available systems for individual fit tests of hearing protectors », dans Inter-Noise 2013, 15-18 September 2013, The 42th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering : Noise for quality of life, Innsbruck, Austria, I-INCE, p.1-10. <https://www.hearingprotech.com/pdf/INRS_Testing-of-commercially-available-systems-for-hearing-protector-based-on-individual-fit-testing.pdf>.
- (31) Schulz, T. Y. (2011). « Individual fit-testing of earplugs : a review of uses », Noise & Health, vol. 13, n° 51, p. 152-162.
- (32) Tikka, C., J. H. Verbeek, E. Kateman, T. C. Morata, W. A. Dreschler et S. Ferrite (2017). « Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss (Review) », Cochrane Database of Systematic Reviews 2017, Issue 7, 172 p.
- (33) Groenewold, M. R., E. A. Masterson, C. L. Themann et R. R. Davis (2014). « Do hearing protectors protect hearing? », American Journal of Industrial Medicine, vol. 57, n° 9, p. 1001-1010.
- (34) Nélisse, H., M-A. Gaudreau, J. Boutin, F. Laville et J. Voix (2010). Étude de la transmission sonore à travers les protecteurs auditifs et application d'une méthode pour évaluer leur efficacité en milieu de travail - Partie 1 - Étude terrain, Montréal, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, 95 p., « Études et recherches - R-662 », <<http://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRS/ST/R-662.pdf>>.

Centre d'expertise
et de référence

www.inspq.qc.ca