

Guide de pratique pour l'identification et la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit

AVIS ET RECOMMANDATIONS

Mise à jour avril 2025

GUIDE DE PRATIQUE PROFESSIONNELLE

AUTEUR

Richard Martin, conseiller scientifique

Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

COLLABORATION

Pauline Fortier, conseillère scientifique

Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

Hugues Nélisse, chercheur en acoustique et bruit au travail

Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (section D.1.3 Mesures par intensimétrie acoustique et systèmes d'imagerie acoustique ainsi que l'annexe 1)

Pierre Deshaies, médecin spécialiste en santé publique et médecine préventive et médecin-conseil

Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches (section A.2).

Serge Bouffard, hygiéniste du travail, Direction de santé publique et responsabilité populationnelle

Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Mauricie-et-du-Centre-du-Québec (jusqu'à sa retraite en juin 2022)

SOUS LA COORDINATION DE

Marie-Pascale Sassine, chef de l'unité scientifique de santé au travail

Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

RÉVISION EXTERNE

Fatiha Haouara, médecin spécialiste en médecine du travail

Direction de santé publique, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de Mauricie–Centre-du-Québec

Claudia-Alejandra Jaramillo, hygiéniste du travail

Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de Laval

Aurélien Calmet, hygiéniste du travail

Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue,

Les réviseur(e)s ont été convié(e)s à apporter des commentaires sur une version antérieure de ce document et en conséquence, n'en ont pas révisé ni endossé le contenu final.

L'auteur, la collaboratrice principale et les réviseur(e)s ont dûment rempli leurs déclarations d'intérêts.

MISE EN PAGE

Marie-Cécile Gladel, agente administrative

Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

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 ou en écrivant un courriel à : droits.dauteur.inspq@inspq.qc.ca.

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

Dépôt légal – 2^e trimestre 2025

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

ISBN : 978-2-555-01030-7 (PDF)

© Gouvernement du Québec (2025)

Permission

Avec la permission de l'Association canadienne de normalisation (faisant affaire sous le nom de Groupe CSA), 178, boulevard Rexdale, Toronto (ON) M9W 1R3, ce guide de pratique réfère à du matériel tiré des normes suivantes du Groupe CSA :

CSA Z107.56 :F18 (C2022), Mesure de l'exposition au bruit.

CSA Z107.56-F13 (2014), Mesure de l'exposition au bruit.

CSA Z1007:F22, Gestion du programme de prévention de la perte auditive (PPPA), et

CSA Z1007:22, *Hearing loss prevention program (HLPP) management.*

Il ne constitue pas la position totale et officielle du Groupe CSA sur le sujet en question, laquelle position n'est exprimée que dans les normes complètes. Bien que l'utilisation du matériel ait été autorisée, le Groupe CSA n'est pas responsable de la façon dont les informations sont présentées ou de toutes déclarations ou interprétations. Aucune autre reproduction des normes n'est autorisée. Pour obtenir plus d'informations ou pour acheter des normes et d'autres produits du Groupe CSA, veuillez visiter <http://www.csagroup.org/fr/store/> ou composer le 1 800 463-6727.

Mise à jour avril 2025

Sonomètre intégrateur ou analyseur Larson Davis 821

Les paramètres d'intérêt et les réglages pour ce nouvel instrument de mesure ont été ajoutés à la dernière colonne des tableaux 12 et 16. La mise à jour a été nécessaire parce que cet instrument n'était pas disponible au moment de la première publication du guide en septembre 2024.

Remerciements

Pour la révision de la première version du guide, merci aux professionnels (infirmiers et infirmières, médecins et hygiénistes) du Réseau de santé publique en santé au travail (RSPSAT), en particulier : Harold Bhérer, Aurélien Calmet, Christian Fortin, Natalie Fortin, Mélissa Gauthier, Fatiha Haouara, Claudia Alejandro Jaramillo, Claire Labrie, Emily Manthorp, Nabyla Titri avec la collaboration de Inès Carine Singhe, d'Isabelle Brisson (Table de concertation nationale en santé au travail) et de Ghislain Brodeur, du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS).

À Chantal Laroche, professeure retraitée, professeure émérite, programme d'audiologie et d'orthophonie, Faculté des Sciences de la santé, Université d'Ottawa, pour sa participation à la révision d'une version intermédiaire du guide.

Pour leur soutien *ad hoc* sur des questions techniques ou des données complémentaires :

- De l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSST) : Thomas Padois, professionnel de laboratoire et Chun Hong Law, responsable des laboratoires d'étalonnage, tous deux à la Direction des laboratoires (pour leur soutien à l'égard des instruments de mesure) ainsi qu'à Franck Sgard, chercheur senior à la Direction de la recherche et Alberto Morales, professionnel scientifique et hygiéniste du travail.
- Du RSPSAT, les hygiénistes du travail suivants : Claudia-Alejandra Jaramillo, Direction de santé publique (DSP), Centre intégré de santé et de services sociaux (CISSS) de Laval; Claire Labrie, DSP, Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux (CIUSSS) de la Capitale-Nationale; Aurélien Calmet, DSP, CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue; Roman Vozian, DSP, CISSS du Bas-Saint-Laurent et Daniel Boudreault, coordonnateur professionnel, services en santé au travail (Lévis et Montmagny), DSP, CISSS de Chaudière-Appalaches.
- De l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) : France Tissot et Gabrielle Virgili-Gervais, conseillères scientifiques, ainsi que Stéphane Caron, médecin-conseil à l'unité de santé au travail de la Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec.
- De Soft dB : Louis-Alexis Boudreault, ingénieur, directeur adjoint Recherche & Développement.
- Et de l'Université de Montréal : Jérôme Lavoué, professeur titulaire, École de santé publique - Département de santé environnementale et santé au travail.

À Maryse Beaudry, conseillère en transfert des connaissances, à la Direction de la valorisation scientifique et qualité de l'INSPQ, pour ses commentaires.

À Nicolas Ribes-Turgeon, analyste, Secrétariat général, Institut national de santé publique du Québec et à Alice Desrocher, *product manager* au Groupe CSA pour leur soutien dans les démarches en vue de reproduire du matériel protégé par le droit d'auteur.

Enfin, pour leur contribution à la phase de démarrage du guide, des remerciements sont adressés à des hygiénistes du Réseau de santé publique en santé au travail et des associations sectorielles paritaires (ASP) qui suivent : Valentina Chiosa, Direction de santé publique (DSP), Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux (CIUSSS) du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal et Lise Mallette, conseillère technique (ASP Multiprésentation) ainsi qu'à Isabelle Dugré, conseillère en prévention à l'ASP Construction.

Avant-propos

L'Institut national de santé publique du Québec est le centre d'expertise et de référence en matière de santé publique au Québec. Sa mission est de soutenir le ministre de la Santé et des Services sociaux dans sa mission de santé publique. L'Institut a également comme mission, dans la mesure déterminée par le mandat que lui confie le ministre, de soutenir Santé Québec, la Régie régionale de la santé et des services sociaux du Nunavik, le Conseil cri de la santé et des services sociaux de la Baie James et les établissements, dans l'exercice de leur mission de santé publique.

La collection *Avis et recommandations* rassemble notamment les guides de pratique. Ses assises font appel aux meilleures connaissances techniques et scientifiques disponibles en plus de préciser le contexte d'utilisation et de formuler des recommandations.

Les changements réglementaires entrés en vigueur depuis le 16 juin 2023 ont amené à préciser les « meilleures pratiques »^A ayant trait à l'identification et la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit en milieu de travail. Ces activités constituent des étapes importantes. Elles servent d'appui à l'identification et l'évaluation de solutions potentielles en vue de répondre efficacement à l'objectif de prévenir les pertes auditives permanentes causées par le bruit en réduisant l'exposition des travailleurs^B et, dans plusieurs cas, contribuer à prévenir d'autres effets du bruit sur la santé et la sécurité des travailleurs. Toutefois, si le présent guide insiste davantage sur l'identification et la mesure de l'exposition des travailleurs dans le contexte du respect des valeurs limites d'exposition réglementaires, il aborde également des niveaux d'actions recommandés pour mieux protéger l'audition considérant que des risques pour l'audition subsistent même en deçà des valeurs limites d'exposition réglementaires.

Ce guide s'adresse aux ressources en santé-sécurité du travail afin de les soutenir dans le cadre des activités de prévention relatives au bruit. Il précise les différentes étapes que les milieux de travail peuvent mettre de l'avant pour identifier et, s'il y a lieu, mesurer l'exposition des travailleurs au bruit, sachant que ces connaissances devront être partagées avec ces milieux. Une grande partie du contenu intéressera particulièrement les ressources disposant déjà des connaissances dans la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit ou en acoustique.

^A L'Office québécois de la langue française définit les meilleures pratiques comme « les savoirs ou manières de faire qui [...] conduisent au résultat souhaité [et] sont portés en exemple auprès des pairs afin de leur faire partager l'expérience qui permettra une amélioration collective » (1). Synonymes : pratiques exemplaires ou pratiques d'excellence. D'autres organisations réfèrent sensiblement à la même définition : « A best practice is a technique or methodology that, through experience and research, has proven to reliably lead to a desired result. » (2).

^B Le terme « travailleur » est utilisé dans son sens large incluant non seulement les personnes qui exécutent un travail ou un apprentissage, même sans rémunération, pour un employeur, mais peut comprendre, par exemple, un employé agissant à titre de gérant, surintendant ou contremaître.

Portée du guide



IMPORTANT : Le guide concerne uniquement le bruit audible, les infrasons et ultrasons ne sont donc pas abordés. Il repose sur les normes les plus à jour et les meilleures pratiques dans les domaines de la santé, de l'hygiène du travail et de l'acoustique.

Le guide se situe dans une phase de transition quant aux outils et moyens servant à identifier les situations de travail qui exposent les travailleurs au bruit. Ces situations concernent désormais tous les milieux de travail. Dans ce contexte, il considère à la fois les changements réglementaires relatifs au bruit au travail, en vigueur depuis juin 2023, et les recommandations de santé publique.

Des actions préventives contre les effets sur l'audition d'une exposition chronique au bruit en milieu de travail doivent être recommandées aux travailleurs et établissements par les ressources en santé et sécurité du travail dès qu'elle dépasse 75 dBA et à partir de 135 dBC pour les bruits impulsionnels.

En effet, un risque de développer des pertes auditives permanentes subsiste pour certains travailleurs dans le cas d'expositions quotidiennes se situant entre 76 et 85 dBA au cours de toute leur carrière, pourtant conformes à la réglementation en vigueur puisque le niveau d'exposition quotidienne au bruit permis est de 85 dBA. Il en est de même pour des expositions à des bruits impulsionnels s'approchant de la valeur limite réglementaire de 140 dBC (sections A.2; A.4.1 et A.4.2 du guide).

D'un point de vue de santé publique, le respect de la réglementation en vigueur est un minimum à respecter pour réduire l'exposition des travailleurs au bruit.

Les recommandations de santé publique vont donc au-delà de ce minimum, par la présentation de niveaux d'actions préventives et d'activités de prise en charge même à des niveaux d'exposition quotidienne au bruit inférieurs à ceux permis dans le règlement. Sans constituer une obligation légale, ces niveaux d'actions préventives sont à privilégier. Les étapes de la démarche d'identification ou de mesurage présentées dans ce guide sont adaptables pour ces recommandations.



Enfin, le guide peut contenir des éléments d'interprétation des règlements sur le bruit ou des lois en santé ou sécurité au travail : Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RLRQ, c. S-2.1, r. 13); le Code de sécurité pour les travaux de construction (RLRQ, c. S-2.1, r. 4), la Loi sur la santé et la sécurité du travail (RLRQ, c. S-2.1) et la Loi modernisant le régime de santé et de sécurité du travail (LQ 2021, c. 27).

Ces éléments ont uniquement comme objectif d'aider à la compréhension de certains contenus du guide. Ces interprétations ne constituent pas une opinion juridique sur les textes réglementaires ou les lois. Ces règlements et ces lois ont une valeur juridique ayant priorité en tout temps. À titre de bonnes pratiques, le guide réfère à des actions ou recommandations additionnelles pour mieux protéger l'audition et qui ne sont pas précisées ou prévues dans la réglementation.

Vue rapide du contenu du guide

Contenu du guide		 Sections	 Annexes	
	Notions de base sur le bruit	A.1	1	
	Effets du bruit sur la santé et la sécurité	A.2		
	Démarche de prévention	A.3		
	Niveaux d'exposition	A.4	2, 3	
	Identifier les travailleurs exposés ou situations d'exposition	Sans instruments de mesure : test de communication dans le bruit et bases de données d'exposition	B.1.2 et B.1.3	5, 6
		Avec instruments de mesure : évaluation préliminaire ou mesures antérieures	B.1.1 et B.1.4	7, 8, 9
	Applications de mesure	B.3	4	
	Mesurer (évaluer) l'exposition et normes applicables	B.2 et C	9, 10, 11, 12, 13	
	Évaluer l'efficacité des moyens préventifs implantés	D		
	Ressources	E	14	
	Annexes	Précisions et détails sur le bruit, sur les outils (tests, chiffriers ou « caleulottes »...), les interactions entre le bruit et autres facteurs de risque, listes de vérification (rapports de mesure, recommandations de moyens préventifs), les normes de mesurage, les bases de données d'exposition...		

À noter que dans ce guide...	
	• L'expression valeur(s) limite(s) d'exposition et son acronyme VLE réfèrent toujours aux valeurs limites réglementaires d'exposition au bruit en vigueur, au Québec, depuis le 16 juin 2023. • Toutes les mesures dont il est question dans ce guide sont réalisées avec un facteur de bissection (Q) de 3 dB (voir la définition dans le « Glossaire » ainsi que les définitions de $L_{eq,Tr}$, $L_{p,A,eqTr}$, $L_{ex,8hr}$, $L_{EX,8h}$ et du niveau d'exposition quotidienne). • Les écarts entre deux mesures sont présentés avec la pondération fréquentielle A (dBA) pour éviter toute confusion quant à la pondération qui s'applique, même si par convention ils sont présentés sans pondération (ex. : $\pm$ dB) dans le texte des normes ou des articles. Toutefois, une exception : la variation des résultats de l'étalonnage, réalisé avant et après les mesures, est présentée en dB puisque le signal acoustique émis par les sources sonores est mesuré en dB (non pondéré).

Table des matières

Liste des tableaux.....	X
Liste des figures.....	XI
Lexique des acronymes et abréviations.....	XIII
Glossaire	XVI
Faits saillants	1
Introduction	2
Objectifs	3
Méthode	5
A Quelques éléments fondamentaux sur le bruit, ses effets, les moyens de prévention et la réglementation	7
A.1 Notions de base relatives au bruit.....	7
A.1.1 Son et bruit.....	7
A.1.2 Les trois paramètres principaux du bruit : intensité, fréquences et durée.....	7
A.1.3 Les décibels A et C (pondération fréquentielle).....	9
A.2 Effets sur la santé et la sécurité de l'exposition au bruit	10
A.2.1 Effets de l'exposition au bruit chez les travailleurs (autres que la surdité/perte auditive et les acouphènes)	10
A.2.2 La surdité (perte auditive) permanente et les acouphènes.....	11
A.3 Démarche de prévention.....	17
A.4 Niveaux d'actions préventives et valeurs limites d'exposition réglementaires en milieu de travail.....	19
A.4.1 Niveaux d'actions préventives	20
A.4.2 Valeurs limites d'exposition en milieu de travail selon la réglementation québécoise.....	22
A.4.3 Résumé : niveaux d'actions préventives et valeurs limites d'exposition réglementaires	24
B Première étape : identification	25
B.1 Identification des travailleurs et des situations de travail dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE (cadre réglementaire)	25
B.1.1 Résultats de mesures antérieures de l'exposition des travailleurs au bruit et autres indicateurs.....	32
B.1.2 « Test de la voix » ou test de communication dans le bruit.....	34
B.1.3 Bases de données sur des niveaux d'exposition au bruit (métiers, tâches) ou d'émission de bruit (outils, équipements, situations de travail).....	39

B.1.4	Évaluation préliminaire	45
B.1.5	Résumé des suivis selon le classement obtenu	50
B.1.6	Communiquer l'information au milieu de travail	54
B.1.7	Conservation des résultats relatifs à l'identification.....	54
B.2	Instruments de mesure pour l'évaluation préliminaire ou approfondie	56
B.2.1	Sonomètre et sonomètre intégrateur.....	56
B.2.2	Dosimètre.....	58
B.2.3	Normes des instruments.....	59
B.2.4	Synthèse sur l'utilisation des instruments de mesure du bruit.....	60
B.3	Téléphones intelligents et indicateurs des niveaux de bruit : utilisation et limites.....	60
B.3.1	Applications de mesure pour téléphones intelligents	60
B.3.2	Moniteurs et Indicateurs de niveaux sonores (<i>noise indicators</i>)	64
C	Deuxième étape : l'évaluation approfondie.....	66
C.1	Évaluation approfondie.....	66
C.2	Mesurage.....	68
C.2.2	Qui peut mesurer? Les personnes habilitées à faire le mesurage et leurs compétences.....	69
C.2.3	Quelles normes utiliser pour le mesurage?	71
C.3	Planification et réalisation du mesurage.....	74
C.3.1	Approches de mesurage (stratégie)	74
C.3.2	Préparatifs (préparation) avant le mesurage.....	83
C.3.3	Échantillonnage avec le sonomètre intégrateur	91
C.3.4	Échantillonnage avec le dosimètre	94
C.3.5	Traitement des horaires prolongés ou non conventionnels.....	101
C.3.6	Traitement des résultats.....	102
C.3.7	Rapport de mesurage.....	107
C.3.8	Évaluation périodique de l'exposition au bruit et des moyens préventifs.....	114
C.4	Instruments de mesure : précisions complémentaires.....	114
C.4.1	Vérification périodique des instruments de mesure du bruit en laboratoire certifié ou par le fabricant	114
C.4.2	Dosimètres intégrés aux protecteurs auditifs : encore en expérimentation (dosimétrie sous le protecteur et intraauriculaire)	115
D	Troisième étape : évaluation de l'efficacité des moyens de réduction et de correction de l'exposition au bruit, incluant la mesure des sources de bruit.....	117

D.1	Identifier les sources de bruit les plus contributives à l'exposition.....	117
D.1.1	Mesures avec un sonomètre intégrateur.....	118
D.1.2	Mesures avec un sonomètre analyseur (ou sonomètre analyseur de fréquences).....	121
D.1.3	Mesures par intensimétrie acoustique et systèmes d'imagerie acoustique.....	123
D.1.4	Acoustique prévisionnelle	125
D.2	Mesurer l'efficacité des solutions ou moyens de réduction et de correction implantés.....	126
D.3	Conservation des informations relatives aux moyens préventifs implantés et aux évaluations de leur efficacité	128
E	Ressources à l'intention des milieux de travail.....	131
E.1	Responsabilités dans l'identification et la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit	131
E.2	Qui fait quoi dans la lutte contre le bruit en milieu de travail?	133
E.3	Recours à des ressources externes (firmes spécialisées, consultants dans le domaine).....	135
E.3.1	Louer des instruments de mesure (sonomètre, dosimètre, source sonore d'étalonnage).....	135
E.3.2	Recours aux services d'une firme spécialisée	135
Conclusion		137
Bibliographie		138
Annexe 1	Acoustique : notions détaillées complémentaires (définitions et principaux paramètres)	168
Annexe 2	Niveau de pression acoustique continu équivalent (dBA) et durée maximale d'exposition quotidienne au bruit.....	181
Annexe 3	Interactions avec d'autres contaminants ou agresseurs : repérer les expositions augmentant le risque de surdité.....	183
Annexe 4	Applications de mesure du bruit pour téléphones intelligents : ce qu'en dit la documentation scientifique	190
Annexe 5	« Test de la voix » ou test de communication dans le bruit.....	194
Annexe 6	Exemples tirés de quelques bases de données avec des niveaux d'exposition au bruit.....	199
Annexe 7	Chiffriers (« calculettes ») et leur utilisation : CNESST et autres organisations.....	214
Annexe 8	Méthode des « points d'exposition ».....	217
Annexe 9	Normes de références des instruments de mesure du bruit	221
Annexe 10	Mesurage de l'exposition des travailleurs au bruit : comparaison entre les normes ISO et CSA, autres pratiques ailleurs dans le monde et stratégies de mesurage dans la documentation scientifique	222
Annexe 11	Étalonnage des instruments de mesure du bruit.....	228

Annexe 12	Rapports de mesurage (contenu suggéré et liste de vérification), exemples de présentation de données, liste de vérification des moyens préventifs et fiche de suivi	233
Annexe 13	Liste de vérification des étapes à réaliser pour l'identification et le mesurage de l'exposition au bruit.....	243
Annexe 14	Ressources ou fournisseurs de services dans le domaine du bruit ou de l'acoustique (consultants, fournisseurs, etc.)	249

Liste des tableaux

Tableau 1	Correspondance entre la variation du niveau sonore en décibels (dB) et l'augmentation de l'énergie sonore.....	8
Tableau 2	Trajet du bruit dans un milieu de travail	9
Tableau 3	Déboursés de la CNESST à l'égard des troubles de l'oreille et coûts sociétaux estimés des pertes auditives permanentes causées par le bruit au travail selon les travaux de l'IRSST	16
Tableau 4	Critères d'interprétation du « test de la voix » jumelés à la présence d'événements bruyants intenses pour estimer le niveau d'exposition quotidienne au bruit.....	36
Tableau 5	Avantages, limites et inconvénients des bases de données de référence pour estimer le niveau d'exposition quotidienne au bruit.....	41
Tableau 6	Suivis à prévoir en fonction du classement obtenu à partir des divers outils ou moyens utilisés	50
Tableau 7	Résumé de l'utilisation et des limites des instruments de mesure du bruit	60
Tableau 8	Résumé des limites (désavantages) et avantages des applications de mesure de bruit pour téléphones intelligents	63
Tableau 9	Durée minimale des mesures à appliquer à un groupe d'exposition homogène selon ISO 9612 :2009(F) pour la stratégie par métier ou fonction.....	80
Tableau 10	Différences entre le mesurage par tâche et par métier ou fonction dans la norme ISO 9612 :2009(F).....	81
Tableau 11	Résumé comparant les trois stratégies de mesurage dans ISO 9612 :2009(F)	82
Tableau 12	Paramètres d'intérêt et leurs réglages pour les divers sonomètres intégrateurs utilisés dans le RSPSAT et par les ASP pour le mesurage du niveau d'exposition et du niveau de pression acoustique de crête	85
Tableau 13	Paramètres d'intérêt et leurs réglages pour les divers dosimètres utilisés dans le RSPSAT et par les ASP pour le mesurage du niveau d'exposition et du niveau de pression acoustique de crête	87
Tableau 14	Avantages et inconvénients de réaliser des « plans ou cartes sommaires » contenant des données relatives à l'exposition des travailleurs au bruit	106
Tableau 15	Quelques moyens pouvant être recommandés dans le rapport d'une évaluation de l'exposition des travailleurs au bruit et présentés selon l'ordre de la hiérarchie des moyens préventifs	111
Tableau 16	Paramètres d'intérêt et leurs réglages pour les divers sonomètres intégrateurs ou analyseurs utilisés pour la mesure des sources dans le cadre d'une activité de réduction du bruit	119
Tableau 17	Résumé des étapes d'identification et de mesure de l'exposition selon les activités possibles et les ressources potentielles (voir sections B et C)	131
Tableau 18	Organismes et certains de leurs services en lien avec le bruit	133

Liste des figures

Figure 1	Éléments d'une démarche de prévention des effets du bruit sur la santé et la sécurité	17
Figure 2	Hierarchie des moyens préventifs (réduction et correction) pour lutter contre le bruit selon leur degré d'efficacité	18
Figure 3	Représentation du niveau de pression acoustique continu équivalent pendant un quart de travail ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$)	23
Figure 4	Évolution d'une onde de pression acoustique d'un bruit impulsionnel provenant d'une poinçonneuse (<i>punch press</i>)	23
Figure 5	Niveaux types de pression acoustique de crête provenant de sources impulsionnelles.....	24
Figure 6	Résumé des niveaux d'actions préventives et des valeurs limites d'exposition réglementaires au bruit en milieu de travail.....	24
Figure 7	Vue d'ensemble de la démarche des travailleurs dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les valeurs limites d'exposition (VLE) et du mesurage associé	28
Figure 8	Exemples de situations générant des vibrations aux mains et aux bras	31
Figure 9	Critères d'interprétation des mesures antérieures du niveau d'exposition au bruit ou du niveau de pression acoustique de crête (ou selon la présence d'événements bruyants intenses et de très courte durée)	34
Figure 10	Critères d'interprétation du « test de la voix » ou test de communication dans le bruit, jumelés à la présence d'événements bruyants intenses	37
Figure 11	Illustration des suites à donner selon le classement des situations de travail au moyen du test de la voix	38
Figure 12	Critères d'interprétation des bases de données sur l'exposition au bruit	44
Figure 13	Critères d'interprétation de l'évaluation préliminaire	49
Figure 14	Sonomètre et sonomètre intégrateur	57
Figure 15	Divers modèles de sonomètres intégrateurs.....	57
Figure 16	Dosimètres avec le fil lié au microphone - Modèles Spark 706RC de Larson Davis et Quest Q-400 de TSI	58
Figure 17	Dosimètre-badger installé sur un travailleur.....	59
Figure 18	Téléphone intelligent iPhone avec un microphone externe et l'application <i>NoiSee</i>	62
Figure 19	Exemples d'indicateurs de bruit.....	64
Figure 20	Diagramme selon les recommandations dans la norme ISO 9612 :2009(F) pour choisir la stratégie de mesurages.....	79
Figure 21	Sources sonores pour l'étalonnage des sonomètres et dosimètres	89

Figure 22	Sonomètre avec source sonore d'étalonnage branchée au microphone.....	89
Figure 23	Dosimètre Larson Davis Spark 706 avec source sonore d'étalonnage branchée au microphone.....	90
Figure 24	Position du microphone du sonomètre intégrateur à l'oreille la plus exposée pendant le mesurage.....	92
Figure 25	Dosimètre – Position du microphone selon CSA et ISO : dosimètre avec câble et sans fil	97
Figure 26	Dosimètre – Position à la ceinture du dosimètre avec câble	98
Figure 27	Exemple d'un plan ou carte sommaire (croquis) avec niveaux d'exposition au bruit.....	105
Figure 28	Vérification périodique des instruments de mesure du bruit en laboratoire ou par le fabricant	115
Figure 29	Bandes de fréquences normalisées selon la fréquence centrale par octave et tiers d'octave	121
Figure 30	Sonde intensimétrique et son utilisation	124
Figure 31	Exemple d'un prototype d'une caméra acoustique, composée d'une antenne sphérique de microphones (sphère creuse) et d'une caméra optique, utilisée pour une cartographie du bruit dans un atelier.....	124
Figure 32	Exemple de cartes de modélisation du bruit produites à partir de simulations	125

Lexique des acronymes et abréviations

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists (États-Unis)
AIHA	American Industrial Hygiene Association (États-Unis)
al.	Alinéa
ALSS	Agent de liaison en santé et en sécurité
AQHSST	Association québécoise pour l'hygiène, la santé et la sécurité du travail
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (France)
ANSI/ASA	American National Standards Institute
art.	Article
ASP	Association sectorielle paritaire
CE	Commission européenne
CEI	Commission électrotechnique internationale
CSA	Association canadienne de normalisation (faisant affaire sous le nom de Groupe CSA)
CSS	Comité de santé et de sécurité
CNESST	Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail
CSTC	Code de sécurité pour les travaux de construction (RRLQ, c. S-2.1, r. 4)
dB	Décibel
dba	Décibels pondérés A (voir dans le Glossaire : Pondération A)
dbc	Décibels pondérés C (voir dans le Glossaire : Pondération C)
dbz	Décibels pondérés Z (voir dans le Glossaire : Pondération Z)
dBHL	<i>Decibels Hearing Level (hearing level : niveau d'audition)</i>
DIA	Dosimétrie intraauriculaire
DSP	Direction de santé publique
ÉPI	Équipement de protection (personnelle) individuelle (protecteurs auditifs)
EQSP	Enquête québécoise sur la santé de la population
EU-OSHA	Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail
FDS	Fiche de données de sécurité
F-Fast	Pondération temporelle rapide normalisée à 125 millisecondes (0,125 sec)
G\$	Milliard de dollars (canadiens)
GES	Groupe d'exposition similaire

HHE	Health Hazard Evaluations
HSE	Health & Safety Executive (Royaume-Uni)
Hz	Hertz
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité (France)
IRSST	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail
ISO	International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation)
JEM	<i>Job Exposure Matrix</i> (matrice emploi-exposition)
$L_{eq,t}$, $L_{p,A,eqT}$	Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A mesuré sur la période de temps « t » donné
$L_{ex,8h}$, $L_{EX,8h}$	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
LMRSSST	Loi modernisant le régime de santé et de sécurité au travail (LQ 2021, c. 27)
L_p	Niveau de pression acoustique (L : <i>level</i> ; p : <i>pressure</i>)
$L_{p,Cpeak}$	Niveau de pression acoustique de crête mesuré avec la pondération C
L_W	Niveau de puissance acoustique
LSST	Loi sur la santé et la sécurité du travail (RLRQ, c. S-2.1)
M\$	Million(s) de dollars (canadiens)
MSHA	Mine Safety and Health Administration
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health (États-Unis)
OSHA	Occupational Safety and Health Administration (États-Unis)
Paragr.	Paragraphe
PME	Petites et moyennes entreprises
Q	Facteur de bissection (<i>exchange rate</i> ^A ou taux de doublement)
RSPSAT	Réseau de santé publique en santé au travail
RSS	Représentant en santé et en sécurité
RSST	Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RLRQ, c. S-2.1, r. 13)
S-Slow	Pondération temporelle lente normalisée à 1 seconde
SST	Santé et sécurité du travail
Suva	Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents
VLE	Valeur limite d'exposition

^A Taux d'échange est un calque de l'anglais à proscrire.

SIGLES UTILISÉS



Note importante



Rappel



Applications de mesure du bruit pour téléphones intelligents



Outils de calcul (chiffriers, « calculettes »)



Porter une grande attention



Porter une attention, mais application facultative



Critère ou liste de vérification

Source : <https://icones8.fr/>

Glossaire

Acouphènes	Sensation auditive anormale (sifflement, bourdonnement...) qui n'est pas provoquée par un son extérieur. Incapacité à entendre le « silence » en l'absence de sources sonores (voix, bruits, sons) (3).
Analyse spectrale (ou analyse fréquentielle)	Analyse de l'ensemble des fréquences qui composent un bruit effectuée au moyen d'un sonomètre analyseur de fréquences. Elle permet de mesurer le niveau sonore des différentes fréquences et d'identifier celles qui contribuent le plus au niveau de bruit global d'une source donnée. Cette analyse est le plus souvent réalisée pour diverses bandes de fréquences. Selon les normes internationales, la plage des fréquences audibles est divisée en dix bandes d'octave habituellement représentées selon leurs fréquences centrales et dont une octave correspond au doublement de la fréquence : 31,5 Hz; 63 Hz; 125 Hz; 250 Hz; 500 Hz; 1 000 Hz; 2 000 Hz; 4 000 Hz; 8 000 Hz et 16 000 Hz. Il est aussi possible d'effectuer une analyse du spectre acoustique selon des bandes de tiers d'octave : 25 Hz; 32 Hz; 40 Hz; 50 Hz; 63 Hz; 80 Hz; 100 Hz; 125 Hz; 160 Hz; 200 Hz; 250 Hz; 315 Hz..., 10 000 Hz, 12 500 Hz et 16 000 Hz. D'autres analyses spectrales peuvent aussi être réalisées pour des bandes de fréquences inférieures au tiers d'octave (voir aussi section D.1.2).
Annexe Informativ	Dans une norme, une annexe informative ne constitue pas une partie obligatoire à la différence d'une annexe normative. L'annexe informative donne des indications supplémentaires, des recommandations destinées à faciliter la compréhension ou l'utilisation d'un article de la norme. Son application est facultative.
Bruits impulsionnels	Bruits de très courte durée, généralement moins d'une seconde, atteignant rapidement un niveau très élevé. Ils sont caractérisés par une élévation brusque et une décroissance rapide du niveau sonore. Le paramètre généralement utilisé pour les mesurer est le niveau de pression acoustique de crête pondéré C ($L_{p,Cpeak}$).
« Calculette »* (chiffrier)	Outil de calcul du niveau d'exposition quotidienne au bruit ($L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$) d'un travailleur (ou un groupe) à partir des résultats de mesure effectués (niveau et durée d'exposition) pour différentes tâches représentatives d'une journée de travail. Cet outil peut aussi servir à évaluer le niveau d'exposition aux fins de réduction de la durée d'exposition des travailleurs au bruit. Il peut aussi être utilisé pour identifier les sources/tâches qui contribuent le plus à l'exposition quotidienne du travailleur en vue d'estimer l'impact potentiel d'une réduction du niveau de bruit d'une source/tâche sur le niveau d'exposition. Note : le <i>Health & Safety Executive</i> (HSE) du Royaume-Uni, l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles en France, les Centres de santé des travailleurs de l'Ontario et la Suva (Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents) ont développé de tels outils ainsi que, depuis 2021, la CNESST. * Le mot « calculette » désigne habituellement une calculatrice électronique de petite dimension alors que dans ce guide le mot « chiffrier » est plutôt utilisé en référence à un logiciel d'application technique ou scientifique.
« Calibreur acoustique »	Anglicisme remplacé par « source sonore d'étalonnage » qui est le terme à utiliser (Office québécois de la langue française). Voir la définition de « source sonore d'étalonnage ».
« Calibration »	Anglicisme qui doit être remplacé par « étalonnage ». Voir la définition d'« étalonnage ».

Classe des instruments de mesure (sonomètres et dosimètres)	Classification utilisée pour les instruments de mesure (sonomètre et dosimètre) et spécifiée dans une norme (p. ex. CEI 61672-1: 2013 ou CEI 61252 : 2017). Le numéro d'une classe indique la précision globale d'un sonomètre ou d'un dosimètre de bruit. Pour chaque classe, des exigences sont fixées pour les différentes composantes de l'instrument (microphone, affichage, réseau de pondération des décibels, etc.). Les instruments sont classés comme suit : Classe 1 : Instruments utilisés pour les mesures de précision et la recherche. Classe 2 : Instruments de type général utilisés sur le terrain. Les sonomètres de classe 1 et de classe 2 correspondent aux mêmes caractéristiques et ne diffèrent principalement que par les limites des erreurs de mesure et les températures de fonctionnement.
Contrôles techniques	Ensemble des moyens techniques utilisés pour réduire les émissions de bruit en agissant sur la source (entretien, amortissement ou recouvrement de surfaces, modification d'équipement, silencieux, etc.) ou sur sa propagation dans l'environnement de travail (encoffrement, écrans acoustiques...). Les contrôles peuvent aussi prendre la forme d'une cabine insonorisée isolant les travailleurs du bruit des équipements ou machines.
Décibel (dB)	Unité de mesure du bruit exprimée par la notation dB (sans pondération). Plus spécifiquement, le décibel est l'unité de mesure des niveaux de pression acoustique. Il est égal à 10 fois le logarithme (base 10) du rapport entre la pression acoustique mesurée au carré et une pression acoustique de référence de 20 µPa (micropascals) au carré, correspondant au seuil approximatif de la sensibilité auditive à 1 000 Hz pour des personnes avec une audition normale.
Decibels hearing level (dBHL)	Unité de mesure utilisée en audiologie pour déterminer la force (ou l'intensité) du son qui est nécessaire pour qu'il soit détecté par la personne évaluée. 0 dBHL correspond à la plus faible intensité du son pouvant être perçu par une population jeune, en bonne santé auditive et non exposée au bruit, en moyenne (adapté de OOAQ, 2023) (4).
Débours	Total des sommes versées par la CNESST, au cours d'une période donnée, pour les réclamations faites par les travailleurs ayant effectué une demande d'indemnisation qui a été acceptée.
Étalonnage	Procédure de vérification du sonomètre ou du dosimètre avant et après chaque série de mesures du bruit (étalonnage sur le terrain). Cette procédure est effectuée au moyen d'un dispositif, une source sonore d'étalonnage^A, permettant d'appliquer une pression acoustique de niveau connu et de fréquence prédéterminée au microphone d'un instrument de mesure du bruit, pour vérifier l'exactitude de sa mesure. À distinguer de la vérification périodique (étalonnage complet, par exemple annuel).
Facteur de bissection (Q)	Parfois appelé « taux de doublement du bruit » (ou encore « taux d'échange », un anglicisme venant de l'expression anglaise <i>exchange rate</i>). Facteur, en décibels, utilisé dans la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit en milieu de travail. Il est fixé dans la réglementation. Dans le cas du RSST et du CSTC, le facteur de bissection est de 3 dB. (Voir section A.1 pour plus de détails). Le facteur de bissection de 3 dB est basé sur le fait que l'énergie sonore double pour chaque augmentation de 3 décibels; un niveau sonore de 82 dBA contient deux fois moins d'énergie qu'un niveau sonore de 85 dBA. (Voir section A.1 pour plus de détails).

^A Source sonore d'étalonnage étant le terme approprié (Office québécois de la langue française), en lieu et place de « calibre acoustique ».

Groupe d'exposition similaire	« Un GES [groupe d'exposition similaire] est un ensemble de travailleurs qui partagent le même profil d'exposition à cause de la similarité des déterminants en jeu tel que l'environnement, l'emploi dans le même département, les procédés et les matériaux qu'ils utilisent (donc les contaminants auxquels ils sont susceptibles d'être exposés), les tâches exécutées ». (5) Équivalent à « groupe d'exposition homogène » utilisé dans la norme ISO 9612 :2009(F) (art. 7.2, NOTE) (6). La notion de « groupe d'exposition similaire » a été intégrée notamment dans les lignes directrices de l' <i>American Industrial Hygiene Association</i> (AIHA), où elle a remplacé l'expression « groupe d'exposition homogène » (7).
Hypertension gestationnelle	Hausse de la tension artérielle supérieure à 140/90 mmHg pendant la grossesse, se manifestant la première fois à partir de la 20 ^e semaine de grossesse.
Informative	Voir « Annexe Informative » dans ce glossaire.
Intensité acoustique	L'intensité correspond à la puissance transportée par les ondes sonores par unité de surface. Lorsqu'exprimée en décibels (dB), cela réfère au niveau d'intensité acoustique.
$L_{eq,t}$ $L_{p,A,eqT}$	Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, mesuré sur une période de temps « t » donné. Il est identique au niveau de pression acoustique d'un bruit constant qui aurait la même énergie acoustique pondérée A totale pour la même période de temps. Il correspond à des mesures qui ont intégré tous les types de bruit présents, y compris les bruits impulsionnels. La norme CSA Z107.56 :F18 (C2022) et l'édition antérieure CSA Z107.56-F13, 2014 utilisent le $L_{eq,t}$ qui est équivalent au $L_{p,A,eqT}$ dans la norme ISO 9612 :2009(F).
$L_{ex,8h}$ $L_{EX,8h}$	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. Ces indicateurs sont identifiés différemment dans les normes CSA et ISO utilisées pour mesurer l'exposition des travailleurs au bruit d'où la double présentation. Le symbole $L_{ex,8h}$ utilisé par CSA Z107.56 :F18 (C2022) (8) et dans l'édition antérieure de 2014 (9) est équivalent au $L_{EX,8h}$ employé dans la norme ISO 9612 :2009(F) (6).
$L_{p,Cpeak}$	Niveau de pression acoustique de crête mesuré avec la pondération C. (voir pondération C).
$L_{p,Cpeakmax}$	Niveau de pression acoustique de crête maximal mesuré avec la pondération C pendant un intervalle de temps donné. Dans le cadre d'une application réglementaire, cela correspond au quart de travail.
Mesurage	Action de déterminer la valeur d'une grandeur; action ou manière de mesurer quelque chose.
Niveaux d'actions préventives	Niveaux d'exposition au bruit et niveaux de pression acoustique de crête à partir desquels certaines actions ou moyens doivent être considérés. Les niveaux d'actions préventives correspondent à la notion de « seuil d'intervention » utilisé par le Réseau de santé publique en santé au travail (RSPSAT).
Niveau d'exposition quotidienne au bruit	Exposition pour une journée type de 8 heures de travail en dBA. Pour une exposition au bruit pour un quart de travail différente de 8 heures (par exemple : 10 h ou 12 h), le niveau d'exposition quotidienne doit aussi être ramené sur 8 heures. Voir $L_{ex,8h}$, $L_{EX,8h}$ définis précédemment.
Niveau de pression acoustique de crête	Valeur maximale de la pression acoustique instantanée mesurée en dBC. Il s'agit du niveau de pression acoustique instantané le plus élevé de l'onde sonore, mesuré en dBC. Le détecteur du niveau de crête (<i>peak</i>) est indépendant du circuit de mesure du niveau de pression acoustique continu équivalent (L_{eq} ou $L_{p,A,eqT}$).

Ototoxicité	Pertes auditives ou acouphènes causés par des agents chimiques nocifs pour l'oreille, occasionnant des dommages fonctionnels et des lésions au système auditif. L'exposition à certains agents chimiques seuls peuvent en être la cause (ototoxique) alors que d'autres aggravent les effets du bruit sur le système auditif (effet potentialisateur). De plus, une partie de ces agents peuvent aussi endommager le système vestibulaire (organe de l'équilibre).
Pondération A	La pondération fréquentielle A est un filtre appliqué aux divers échantillons de bruit mesuré pour tenir compte de la sensibilité de l'oreille humaine, variable selon les fréquences, pour des sons d'amplitude relativement faible (8). 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 évaluer le $L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$.
Pondération C	La pondération fréquentielle C est un filtre appliqué aux divers échantillons de bruit mesuré pour tenir compte de la sensibilité de l'oreille humaine, variable selon les fréquences, pour des sons d'amplitude relativement élevée (5). Elle réduit l'importance des fréquences égales ou inférieures à 31 Hz et de celles égales ou supérieures à 8 000 Hz. La pondération C doit être utilisée pour évaluer le niveau de pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeak}$).
Pondération Z	La pondération fréquentielle Z (Z : pour zéro) (dBZ) correspond à une réponse en fréquence plate comprise entre 8 Hz et 20 kHz ($\pm 1,5$ dB).
Pondération temporelle	La pondération temporelle détermine la manière dont l'instrument de mesure du bruit répond aux variations de pression acoustique. Il peut appliquer une pondération temporelle F (<i>Fast</i>) normalisée à 125 msec, S (<i>Slow</i>) normalisée à 1 seconde.
Prééclampsie	Hypertension gestationnelle (tension artérielle supérieure à 140/90 pendant la grossesse, se manifestant pour la première fois à partir de la 20 ^e semaine de grossesse et accompagnée d'au moins un des signes physiologiques suivants : protéinurie récente, ou un état indésirable (ex. : trouble hépatique, rénal, cardiorespiratoire), ou d'une complication grave (10).
Personnes ressources en santé-sécurité au travail	Toute personne de provenance interne ou externe à un milieu de travail et qui est impliquée dans un ou l'autre des aspects suivants, sans que l'énumération soit exhaustive : voit à mettre en place ou en application, intervient, assiste, conseille, gère, informe, forme ou a le mandat sur divers aspects concernant la santé et la sécurité du travail. Ces personnes peuvent être, entre autres, les techniciens en hygiène de travail, les hygiénistes du travail, les infirmières, les médecins chargés de la santé au travail, les inspecteurs, les membres d'un comité de santé et de sécurité, les représentants à la prévention, les représentants en santé et en sécurité, les agents de liaison en santé et en sécurité, les membres d'un comité de chantier, les consultants spécialisés, les conseillers syndicaux en prévention, les représentants de l'employeur, les gestionnaires, les superviseurs, les professionnels d'une mutuelle de prévention, les délégués syndicaux, les chargés de projets, les préventionnistes, les formateurs...

Puissance acoustique	Puissance générée par une source de bruit, soit le flux d'énergie totale émis par une source de bruit par unité de temps. La puissance acoustique est la cause du bruit alors que la pression acoustique en est l'effet. La puissance est exprimée en watt [(force x déplacement)/temps] et est représentée par le symbole « W ». Le niveau de puissance acoustique s'exprime également en décibels (on le représente alors par L_w). Une source de puissance de 80 dB ne veut pas nécessairement dire que l'on aura un niveau de pression acoustique de 80 dB à un poste de travail! À noter que pression acoustique, puissance et intensité sont liées. Voir la définition d'« intensité acoustique » et l'annexe 1, section 2.
Seuil d'intégration	Correspond au niveau de bruit minimal traité par l'instrument lors de la mesure. Les niveaux de bruit inférieurs à ce seuil ne sont pas inclus dans la mesure. Ce seuil est fixé par convention dans certaines réglementations.
Situation de travail	Un métier ou une fonction représentative d'un travailleur ou d'un groupe de travailleurs qui comprend l'ensemble de ses tâches ou de ses activités en tenant compte de son lieu de travail (7).
Source sonore d'étalonnage	Source sonore qui émet un signal acoustique (son) de référence, contrôlé en niveau et en fréquence, afin de vérifier l'exactitude de la mesure d'un instrument avant et après le mesurage du bruit (voir étalonnage).
Valeurs limites d'exposition (VLE)	Les VLE pour le bruit en milieu de travail sont déterminées dans le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RLRQ, c. S-2.1, r. 13) et le Code de sécurité pour les travaux de construction (RLRQ, c. S-2.1, r. 4).
Vérification périodique (étalonnage complet)	Les instruments de mesure de bruit ainsi que les sources sonores étalons doivent être vérifiés en laboratoire certifié régulièrement pour s'assurer de leur bon fonctionnement et de leur état. La périodicité de cette vérification est précisée par le fabricant de l'instrument, habituellement 1 fois/année et elle ne doit pas dépasser deux ans selon ISO 9612 :2009(F) (art. 5.3). Au Québec, l'IRSST procède à l'étalonnage des instruments du Réseau de santé publique en santé au travail chaque année.
Vibrations	Mouvement oscillatoire occasionné par des outils ou équipements. Au travail, les vibrations peuvent avoir deux points d'entrée dans le corps : mains et bras (scies à chaîne, clés à chocs, etc.) ou l'ensemble du corps (conduite de véhicules ou de machineries lourdes).
Zone auditive	Expression utilisée pour référer à la position du microphone du sonomètre dans ce guide en référence aux recommandations formulées par ISO 9612 :2009(F) (art. 12.4). Cette zone est située entre 10 cm (environ 4") et 40 cm (ou 16") de l'entrée du conduit auditif externe, du côté de l'oreille du travailleur la plus exposée.

Faits saillants

La mise en vigueur, en juin 2023, de la nouvelle réglementation relative à l'exposition des travailleurs au bruit au Québec a fourni l'occasion de revoir différents aspects relatifs à l'identification et au mesurage du bruit, un facteur de risque encore très présent dans les milieux de travail québécois.

Au sein des milieux de travail, l'identification du bruit comme facteur de risque ainsi que la mesure de l'exposition au bruit constituent une pratique essentielle. L'objectif est de repérer les situations de travail dont l'exposition au bruit met l'audition en danger et qui, dans plusieurs cas, peut générer d'autres effets sur la santé et la sécurité des travailleurs.

Dans ce contexte, la référence à un guide peut contribuer à des pratiques comparables entre les personnes qui réalisent des mesures d'exposition des travailleurs au bruit ce qui pourrait assurer une meilleure équité à leur égard dans tous les milieux.

Le guide traite d'abord des éléments de base pour identifier ou mesurer l'exposition de travailleurs au bruit (sections A et B). Ces contenus seront utiles aux personnes-ressources en santé-sécurité au travail qui ont à répondre à des milieux de travail sur les approches possibles pour connaître les travailleurs ou situations de travail dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les valeurs limites d'exposition réglementaires. Ils devraient aussi amener les milieux de travail à ajuster ces approches selon les risques pour l'audition qui subsistent même en deçà des valeurs limites d'exposition réglementaires. Ces contenus seront aussi utiles aux milieux de travail (employeurs, représentants à la prévention, travailleurs, représentants patronaux et syndicaux, etc.).

Pour sa part, le contenu des sections C et des suivantes retiendra davantage l'intérêt des ressources plus expérimentées en mesurage du bruit ou en acoustique. Ces sections abordent, de manière plus approfondie, la mesure de l'exposition des travailleurs, l'identification et l'évaluation des sources de bruit dominantes ainsi que le mesurage de l'effet obtenu sur l'exposition par des moyens préventifs en place. Elles sont destinées, au premier chef, au Réseau de santé publique en santé au travail (RSPSAT). Mais, elles sauront intéresser toutes les ressources qui soutiennent les entreprises ou qui œuvrent dans ces milieux : associations sectorielles paritaires, Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail, mutuelles de prévention, consultants, associations syndicales ou patronales, etc.

Le guide a pour objet de :

- Faire état des connaissances les plus à jour sur les effets et risques sur la santé et la sécurité des travailleurs associés à l'exposition au bruit au travail.
- Proposer des niveaux d'actions préventives, les outils d'identification des situations de travail dont l'exposition est susceptible de dépasser ou dépasse les valeurs limites d'exposition (VLE) et les indications pour la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit conforme aux règles de l'art et aux normes en hygiène du travail.
- Situer l'utilisation limitée des applications de mesure du bruit disponibles pour les téléphones intelligents.
- Préciser les types de mesurage à utiliser pour identifier les sources dominantes contributives à l'exposition des travailleurs et pour vérifier l'efficacité de solutions à réduire l'exposition des travailleurs au bruit.

Introduction

Le bruit est l'une des expositions professionnelles (12) et environnementales (13) les plus courantes. L'effet le plus connu causé par le bruit au travail est la perte d'audition permanente. Elle reste encore très répandue (14–16) et entraîne des coûts importants (17,18). De plus, de nombreux autres effets sur la santé et la sécurité sont causés par le bruit en milieu de travail (section A.2).

Au Québec, une enquête a estimé qu'en 2020-2021 un peu plus de 340 000 travailleurs, soit environ 8,6 % de tous les travailleurs et travailleuses, de 15 ans ou plus travaillant 15 heures ou plus par semaine pour l'ensemble de leurs emplois, sont exposés à un bruit si intense dans le cadre de leur travail, qu'il rend « difficile de tenir une conversation à quelques pieds de distance, même en criant », ce qui correspond à un niveau dommageable pour l'audition (19). Entre 1997 et 2021, la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESTT) a accepté les réclamations de plus de 132 000 nouveaux travailleurs pour surdité professionnelle, avec plus de 10 000 nouveaux cas par année depuis 2018 (20). Et, dans l'ensemble du Québec, plus de 230 000 personnes de 16 ans et plus disent être atteintes d'une surdité attribuable au travail selon une vaste enquête effectuée en 2014-2015 (Enquête québécoise sur la santé de la population ou EQSP) (21).

Au Canada, dans le cadre de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé (ECMS) réalisée entre 2012 et 2013, 42 % des participants âgés de 16 à 79 ans ont déclaré avoir été ou être actuellement exposés à un bruit professionnel dangereux, défini comme étant « si fort qu'il fallait parler à voix haute pour communiquer avec des collègues se tenant à portée de bras »^A et représentant selon Statistique Canada 11,2 millions de Canadiens (22).

La présence du bruit en milieu de travail et le grand nombre de travailleurs affectés par des pertes d'audition irréversibles et par plusieurs autres effets sur la santé et la sécurité font en sorte qu'il est important de bien identifier et évaluer ce risque. On veut ainsi en limiter les effets sur la santé et la sécurité des travailleurs, mais aussi les coûts qui y sont associés.

Enfin, en plus du bruit s'ajoute l'exposition aux agents chimiques ototoxiques dont l'ampleur de l'exposition reste peu connue. En considérant que ce ne sont pas tous les solvants qui ont des effets ototoxiques confirmés, il demeure que 7,1 % (IC95 % : 6,5-7,7) des travailleurs québécois seraient exposés à des vapeurs de solvants (souvent ou tout le temps) selon l'Enquête québécoise sur la santé de la population (EQSP) 2008 (EQSP, Infocentre INSPQ, données non publiées).

^A Critère différent de celui utilisé dans l'enquête québécoise sur la santé de la population et aussi de plusieurs autres études dans le monde. Pour plus d'informations, se référer à la sous-section « Assises scientifiques de l'estimation du niveau d'exposition quotidienne au bruit par le test de la voix » à la section B.1.2 du guide.

Objectifs

Le guide de pratique vise à préciser les éléments essentiels à prendre en compte dans les milieux de travail pour bien identifier les travailleurs et les situations de travail dont l'exposition au bruit met l'audition en danger et qui, dans plusieurs cas, peut générer d'autres effets sur la santé et la sécurité des travailleurs. Il considère les situations de travail dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les valeurs limites d'exposition réglementaires ou est à risque pour l'audition en étant en deçà ou équivalente aux valeurs limites d'exposition réglementaires (VLE)^A.

Ce guide est destiné aux ressources en santé-sécurité du travail qui auront à prendre en charge le bruit dans les milieux de travail. Il présente des outils et moyens pour identifier les situations de travail qui exposent les travailleurs au bruit et pour estimer ou évaluer leur exposition, dans le cadre d'une prise en charge efficace du bruit dans tous les milieux de travail.

Certains aspects du guide ont été plus détaillés en raison des changements réglementaires en vigueur au Québec depuis le 16 juin 2023.

Les objectifs associés à l'identification et à l'évaluation de l'exposition des travailleurs au bruit sont d'abord présentés. Ils sont suivis de ceux visés par le guide de pratique. Ces deux groupes d'objectifs sont nécessairement reliés entre eux.

OBJECTIFS D'UNE DÉMARCHE D'IDENTIFICATION ET D'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION DES TRAVAILLEURS AU BRUIT

- Identifier les travailleurs et situations de travail dont l'exposition au bruit est susceptible de présenter un risque d'atteinte de l'audition, et qui, dans plusieurs cas, peut générer d'autres effets sur la santé et la sécurité. Plus particulièrement, dans ce guide, identifier ceux dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE.
- Repérer, dans le cadre d'une première identification (évaluation), la ou les sources du risque : sources de bruit dominantes, pratiques de travail, etc.
- Préciser les situations où des mesures complémentaires de l'exposition et des sources de bruit sont nécessaires.
- Recommander ce qui doit être corrigé pour réduire l'exposition au bruit et, le cas échéant, ce qui doit être mis en place sur le plan de la protection auditive (23).

^A Les VLE pour le bruit en santé au travail sont déterminées dans le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RRLQ, c. S-2.1, r. 13) et le Code de sécurité pour les travaux de construction (RLRQ, c. S-2.1, r. 4).

OBJECTIFS DU GUIDE DE PRATIQUE

- Faire état des connaissances les plus à jour sur :
 - Les effets du bruit en milieu de travail sur la santé et la sécurité des travailleurs;
 - Les outils d'identification des situations de travail dont l'exposition est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE réglementaires, incluant leur application pour les niveaux d'actions préventives recommandés;
 - La mesure de l'exposition des travailleurs au bruit;
 - L'utilisation des applications de mesure du bruit disponibles pour les téléphones intelligents;
 - Les types de mesurage à utiliser pour identifier les sources dominantes contributives à l'exposition des travailleurs et pour vérifier l'efficacité de solutions à réduire leur exposition au bruit;
 - Les références bibliographiques techniques, normatives et scientifiques liées au contenu.
- Définir les éléments de base, notamment ceux qui peuvent être plus facilement maîtrisés par les milieux de travail, pour repérer les situations de travail dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE ou les niveaux d'actions préventives recommandés.
- Préciser, pour les ressources possédant une expérience en santé-sécurité du travail les aspects à considérer, notamment les normes applicables, dans le cadre de l'évaluation du niveau d'exposition quotidienne au bruit ou du niveau de pression acoustique de crête, avant ou après l'implantation de solutions de réduction du bruit.
- Fournir des indications pour la mesure du niveau sonore de sources de bruit qui contribuent le plus à l'exposition des travailleurs.
- Indiquer les consignes à respecter pour un mesurage de qualité et conformes aux règles de l'art^A dans le domaine de l'hygiène du travail, incluant lors du recours à des consultants externes.
- Recenser les types de fournisseurs de services dans le domaine du bruit, de l'acoustique (et des vibrations) pour les instruments de mesure, les services de mesure du bruit et les services-conseils dans ces domaines, y compris le contrôle et l'atténuation du bruit.

^A Règles de l'art (définition) : « Ensemble des règles, écrites ou non écrites, reconnues comme cadre de référence par les experts d'un domaine donné et dont le respect constitue une obligation implicite de l'exercice d'une profession. Ces règles doivent notamment s'appuyer sur les normes et la réglementation pertinentes au domaine, ainsi que sur l'état actuel des connaissances et de la technique. » (Office québécois de la langue française. Grand dictionnaire terminologique. 2021; <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8362238/regles-de-lart> (page consultée le 26 août 2024).

Méthode

Ce guide de pratique a été réalisé en recensant et en analysant les principales informations normatives, scientifiques et techniques relatives à l'identification et à la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit en milieu de travail. Des stratégies de recherche de la documentation scientifique ont permis d'interroger diverses bases de données à partir des plateformes PubMed, Ovid et EBSCO. La littérature grise a été recensée au moyen de Google entre juin 2021 et septembre 2022. Ainsi, les sources suivantes ont été utilisées :

Documentation scientifique sur les effets du bruit au travail sur la santé et la sécurité, les coûts associés, la possibilité de communiquer dans le bruit, la mesure de l'exposition et l'utilisation des applications pour téléphones intelligents

- Revue de la documentation réalisée dans le cadre d'autres travaux (non publiés) de l'INSPQ et dont la recension a été mise à jour afin d'intégrer les constats des études récentes (en date de juin 2023) - en privilégiant les revues systématiques, les méta-analyses ainsi que les lignes directrices publiées par l'OMS en 2018.
- Coûts de la surdité permanente causée par le bruit en milieu de travail documentés dans les études et données les plus récentes produites par les chercheurs de l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSST).
- Revue des travaux sur la correspondance entre le niveau de bruit ambiant et la possibilité ou la difficulté de communiquer à un mètre de distance entre les personnes, notamment les travaux des chercheurs suivants : Pearsons 1977; Miller 1971; Webster 1969; Grether 1971; Tak 2009; Themann 2019.
- Articles scientifiques traitant de la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit.
- Revue exhaustive des publications sur les applications de mesure du bruit pour les téléphones intelligents et leur utilisation en milieu de travail.

Littérature grise (guides de pratique, normes, règlements et documents)

- Documentation écrite relative à la pratique professionnelle dans le domaine de la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit comme définie dans les normes internationales et canadiennes ainsi que dans les guides de pratique québécois élaborés dans le RSPSAT et des nombreux guides de pratique canadiens, européens, américains et australiens [ex. : *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH); *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH); Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles; Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents (Suva), *Health & Safety Executive* (HSE), *Safe Work Australia*, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (EU-OSHA), etc.].
- Pratiques recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) ou par des organisations en santé et sécurité du travail (SST) (*Occupational Safety and Health Administration*, NIOSH, WorkSafeBC, CNESST...).
- Contenus spécifiques au bruit ou à l'hygiène du travail provenant de manuels québécois et américains de formation dans le domaine ou de travaux de l'IRSST.

- Enquêtes populationnelles incluant des questions utilisées auprès de participants qui sont des travailleurs pour estimer leur exposition au bruit.
- Recension des résultats des études récentes sur les effets du bruit au travail rapportés au XIVe congrès de l'*International Commission on Biological Effects of Noise* (ICBEN) tenu en juin 2023.
- Documents (manuels de l'utilisateur) élaborés par des fabricants d'instruments de mesure du bruit.

Consultations d'experts et de ressources en SST

- Auprès de professionnels du Québec dans les domaines de la mesure du bruit, de l'exposition au bruit et de l'acoustique.

Révision par les pairs

- Ce processus visait à améliorer l'exhaustivité et l'adéquation en fonction des meilleures pratiques relatives au bruit en hygiène du travail et de la qualité globale du guide. Les réviseurs ont utilisé la grille de révision proposée par l'INSPQ (24). Les commentaires reçus ont été traités par l'auteur et la principale collaboratrice.

A Quelques éléments fondamentaux sur le bruit, ses effets, les moyens de prévention et la réglementation

A.1 Notions de base relatives au bruit



Cette section est complétée par des informations plus détaillées à l'annexe 1.

A.1.1 Son et bruit

Le **son** est produit lorsqu'une source sonore provoque un déplacement ondulatoire de l'air (vibration) (25) correspondant à une variation de la pression qui se propage sous forme d'ondes dans différents milieux (structure, air, eau). Il s'agit de la variation de pression de l'air détectée par l'oreille humaine (26).

Quant au bruit, il se définit comme l'ensemble des sons jugés indésirables, intenses ou inattendus qui interfèrent avec la réception d'un son désiré (27) ou qui peuvent être dangereux, néfastes pour la santé ou la sécurité ou au bien-être physique, mental et social (28).

A.1.2 Les trois paramètres principaux du bruit : intensité, fréquences et durée

Le bruit est un mélange de sons ayant des intensités^A (degrés de force) et des **fréquences** (tonalités) différentes. Pour le décrire, on tiendra compte en plus de sa durée (p. ex. minutes, heures...).

La « force » d'un bruit (faible ou fort) réfère au niveau sonore qui est mesuré en **décibels** (dB). Les décibels sont basés sur une échelle logarithmique dans laquelle le 0 dB correspond au seuil moyen d'audition d'une population jeune et en bonne santé auditive. Sur l'échelle de mesure en décibels (dB), un niveau de 0 dB correspond donc au seuil de l'audition, soit celui où un son est tout juste perceptible et 120 dB au début de la douleur (voir annexe 1, figure A-2). Sur cette échelle aussi, une augmentation du niveau sonore de 3 dB représente un doublement de l'énergie sonore : un niveau de 88 dB contient deux fois plus d'énergie qu'un niveau de 85 dB (tableau 1).

^A L'intensité (amplitude, niveau) est utilisée ici au sens littéral : degré de force. À ne pas confondre avec l'intensité acoustique (voir glossaire).

Tableau 1 Correspondance entre la variation du niveau sonore en décibels (dB) et l'augmentation de l'énergie sonore

+	x
Une augmentation du niveau sonore de :	... multiplie l'énergie sonore par
3 dB	2
5 dB	3
6 dB	4
7 dB	5
8 dB	6
9 dB	8
10 dB	10
20 dB	100

Adapté du ministère des Transports du Québec (29).

En fait, le doublement de l'énergie sonore à chaque 3 décibels (facteur de bisection de $Q = 3$ dB) repose sur le principe « d'égale énergie ». Ce principe permet de tenir compte de l'**énergie réelle** de tout type de bruit auquel les travailleurs sont exposés^A.



RAPPEL

Pratiquement, le **facteur de bisection** représente le nombre de décibels à ajouter, ou à soustraire, au niveau de bruit pour conserver une équivalence de l'exposition lorsque la durée de cette exposition est réduite de moitié, ou doublée. Ainsi, une augmentation de 3 dBA correspond à doubler l'exposition au bruit ce qui entraîne une réduction de 50 % de la durée d'exposition permise pour conserver un niveau d'exposition au bruit équivalent. Par exemple, une exposition de 85 dBA pendant 8 heures est équivalente à une exposition de 88 dBA pendant 4 heures comme l'illustre le tableau présenté à l'annexe 2.

Par ailleurs, deux sources de bruit, de même durée, qui produisent séparément un niveau sonore de 85 dB à un endroit ou à un point donné, produiront ensemble un niveau de 88 dB, et non pas un niveau global de 170 dB (voir annexe 1 pour plus de précisions sur les règles d'addition des sources, à la section I.A.3.4).

Le bruit comporte plusieurs **fréquences** c'est-à-dire qu'il peut être composé de sons graves, moyens et aigus. La **fréquence** réfère au nombre de variations de pression ou de mouvements complets par unité de temps. Elle se mesure en Hertz (Hz) ou encore en cycle par seconde (c/s)^B. Un son est dit « pur » lorsqu'il ne comporte qu'une seule fréquence (p. ex. le son d'un diapason).

La **durée** d'un son a trait à sa persistance dans le temps. Un son ou un bruit peut être long, bref (impulsionnel : p. ex. échappements d'air pneumatiques) et il peut aussi varier (intermittent ou fluctuant; ex. : arrêt entre les cycles d'une lessiveuse industrielle) (voir annexe 1, section 3 : type de bruits).

^A Contrairement au principe « d'égale nocivité » basé sur le doublement à chaque 5 dB, le principe d'égale énergie permet de tenir compte de l'**énergie réelle** de tout type de bruit contribuant à identifier l'ensemble des travailleurs à risque de pertes auditives permanentes causées par le bruit (30).

^B 1 Hz = 1 cycle par seconde.

A.1.3 Les décibels A et C (pondération fréquentielle)

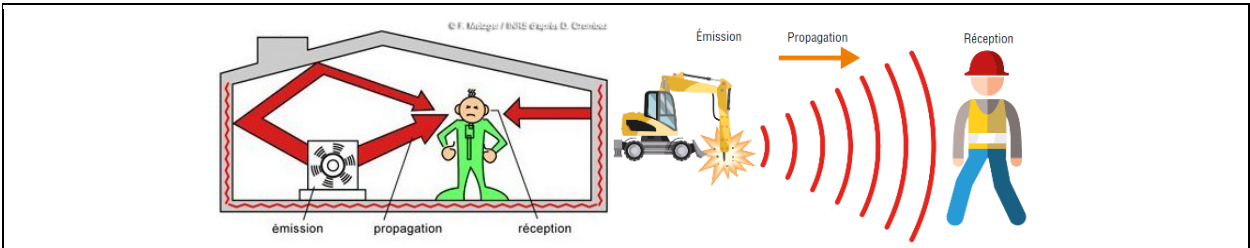
Pour tenir compte de la plus grande sensibilité de l'oreille humaine aux sons aigus qu'aux sons graves, pour des sons d'amplitude relativement faible, une pondération (un ajustement à l'aide d'un filtre dans le circuit de mesure de l'instrument) est apportée au niveau de pression sonore à certaines fréquences mesurées. La mesure basée sur cette pondération est appelée **décibels A** (dBA)^A. Cette pondération réduit l'importance des fréquences extrêmes, en particulier les basses fréquences sous 200 Hz, et augmente celle des fréquences voisines de 2 500 Hz. C'est la pondération utilisée pour la mesure de l'exposition quotidienne des travailleurs au bruit (courbes des pondérations présentées à l'annexe 1, section 1.3, figure A-6). Le niveau de bruit d'une conversation normale se situe entre 55 et 60 dBA (voir annexe 1, section 1.3, figure A-5).

Pour tenir compte de la sensibilité de l'oreille humaine, variable selon les fréquences pour des sons d'amplitude relativement élevée (31), un filtre de pondération C est alors employé. L'importance des fréquences égales ou inférieures à 31 Hz et de celles égales ou supérieures à 8 000 Hz est alors réduite. Lorsque cette pondération est utilisée, la mesure du niveau de bruit est en **décibel C** (dBC). Elle est utilisée lors de l'évaluation du niveau de pression acoustique de crête (courbes des pondérations présentées à l'annexe 1, section 1.3, figure A-6).

Le bruit est influencé par le milieu, soit l'environnement de travail dans lequel il se produit

Le trajet du bruit dans un milieu affecte l'exposition des travailleurs (tableau 2). L'analyse de ce trajet permet de mieux comprendre l'exposition subie par les travailleurs et est essentielle pour la recherche et l'application de solutions de réduction de l'exposition au bruit.

Tableau 2 Trajet du bruit dans un milieu de travail

		
Émission - Source(s)	Propagation	Point de réception
Bruit émis par une ou plusieurs sources dans un milieu de travail (outils, équipements, machines, procédés, etc.).	Bruit qui se propage dans l'air ou dans les structures (murs, plafond, planchers, conduits, etc.) d'un milieu de travail (zone de travail, département, local, usine, chantier...). Selon les surfaces, il pourra être atténué, absorbé, réverbéré, diffracté ou transmis.	Bruit reçu, directement ou indirectement, par un ou des travailleurs et auquel ceux-ci sont exposés.

Sources des images (à droite) : INRS^B; (à gauche) : OPPBTP, 2018, p. 33 (32).

^A Le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, mesuré sur une période de temps « t » donné, le $L_{eq,t}$ (ou $L_{p,A,eqT}$) est à la base du $L_{ex,8h}$ (ou $L_{EX,8h}$), correspondant au niveau d'exposition quotidienne au bruit.

^B Image similaire, mais non identique, à celle de la page [Web de l'INRS sur la démarche de prévention](#) (page consultée le 26 août 2024).

La propagation d'un bruit est grandement influencée par le milieu dans lequel il est généré. La distance entre le travailleur et la source, la présence d'obstacles (ex. : murs, écrans, etc.), la nature des surfaces (lisses, poreuses, métal, bois, etc.) comptent parmi les facteurs qui affectent la propagation. Le milieu modifie le comportement des ondes sonores qui seront, selon le cas, absorbées, réfléchies (réverbérées), transmises (directement ou indirectement au travailleur) ou diffractées (contournement d'un obstacle). Par exemple, un bruit diffusé dans un milieu intérieur sera moins atténué avec la distance que le même bruit diffusé à l'extérieur (25).

A.2 Effets sur la santé et la sécurité de l'exposition au bruit^A

A.2.1 Effets de l'exposition au bruit chez les travailleurs (autres que la surdité/perte auditive et les acouphènes)

L'exposition au bruit provoque des réactions physiologiques (non spécifiques) de stress (33,34) chez les travailleurs (ou toute personne exposée) qui se traduit, entre autres, par une importante quantité d'hormones libérée comme l'adrénaline, l'épinéphrine ou le cortisol (effets endocriniens)^B (36–38) (preuves suffisantes^C). Ces réactions permettent d'expliquer qu'une exposition chronique au bruit (ex. : sur plusieurs années) engendre des effets sur la tension artérielle^D (39), sur le risque d'hypertension artérielle (39–41) (preuves suffisantes) et pourrait augmenter le risque d'angine de poitrine, d'infarctus du myocarde et d'accident vasculaire cérébral chez les travailleurs exposés (42–50)^E (preuves limitées)^F. Une étude récente (Lissåker, 2023) (52) a montré un risque élevé d'infarctus du myocarde dans l'année qui suit une exposition professionnelle quotidienne supérieure à 80 dBA, après ajustement pour tous les facteurs de confusion et en se limitant aux personnes exposées à une faible charge de travail physique.

^A Le degré de preuve des effets rapportés est influencé par le nombre d'études disponibles et par leur qualité (bien conçues et bien menées), par la cohérence de leurs résultats, par le contrôle du hasard, des facteurs de confusion ou de biais et de la faible probabilité que les conclusions soient influencées par les résultats de futures études.

^B Pour consulter les modèles conceptuels des effets du bruit, voir Evrard et coll., 2023, p. 747 (35).

^C La force de la preuve est rapportée comme suit : preuves suffisantes (qualité haute), preuve limitée (qualité modérée), preuves insuffisantes (qualité faible ou très faible). Cette classification correspond aux catégories suivantes de la méthode *Grade (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation)* qui sert à évaluer la qualité des données scientifiques : « haute », « modérée », « faible » ou « très faible ». Par exemple, un niveau de preuve « élevé » s'appuie sur des revues systématiques ou des méta-analyses ou sur des études ne présentant pas de biais ». Pour un niveau de preuve élevé, l'effet constaté ne sera très probablement pas modifié par les études ultérieures tandis que selon un niveau de preuve « très faible » l'effet estimé est incertain tandis que l'effet réel est susceptible d'être substantiellement différent de l'estimation.

^D Hausse de la tension artérielle comme effet distinct et pas nécessairement associé à l'hypertension.

^E Le niveau de preuve, évalué à partir des résultats regroupés de plusieurs études (méta-analyses), est faible quant à une association entre l'exposition au bruit au travail et les maladies cardiovasculaires (angine de poitrine, infarctus du myocarde, accident vasculaire cérébral) (50).

^F Toutefois, l'ACGIH a inséré une note spécifique pour les risques cardiovasculaires dans ses recommandations pour le bruit, en raison de la force de l'association entre l'effet et l'exposition, mais sans faire état du niveau de preuve : 6. *There is evidence to suggest that chronic exposures to occupational noise < 85 dBA – i.e. below that sufficient for a substantially elevated risk of noise-induced hearing loss – may be associated with an increased risk of elevated blood pressure, hypertension, and ischemic heart disease among manufacturing and production workers. The TLV may not be protective against these effects.* (ACGIH, Audible Sound, 2018, p. 2) (51). [Traduction libre : 6. Des preuves suggèrent que les expositions chroniques au bruit en milieu de travail < 85 dBA – c.-à-d. à un niveau inférieur à celui pouvant entraîner un risque substantiellement élevé de pertes auditives dues au bruit – peuvent être associées à une augmentation du risque de pression artérielle élevée, d'hypertension et de maladies cardiaques ischémiques chez les travailleurs des secteurs de la fabrication et de la production. Il est possible que la valeur recommandée (TLV) ne protège pas contre ces effets.].

De plus, pour la travailleuse enceinte, l'exposition au bruit pendant la grossesse est associée à une insuffisance de poids pour l'âge gestationnel (53,54) et à des problèmes d'audition chez les enfants de travailleuses exposées au travail pendant leur grossesse à des niveaux d'exposition quotidienne de 85 dBA ou plus (53,55,56) (preuves suffisantes).

Par ailleurs, plusieurs études (57–67) ont montré que les travailleurs exposés au bruit sont plus à risque de blessures au travail (preuves suffisantes). Une relation effet-exposition (dose-réponse) a été suggérée avec une hausse de 60 % du risque d'accident du travail à compter d'une exposition quotidienne de 80 dBA ou plus (65). Un risque d'accident de travail est encore plus grand lorsque les travailleurs de milieux bruyants ont des pertes d'audition importantes (sévères) (68,69). De plus, il y a des risques d'accident de travail mortel (70,71) dans les situations où la communication entre travailleurs est difficile ou lorsque les signaux avertisseurs de danger ne peuvent être entendus ou reconnus à cause du bruit dans l'environnement de travail (72–75). Dans quelques études, le port de protecteurs auditifs a été suspecté comme facteur contributif (63,70), mais l'interférence des protecteurs sur la communication n'est pas concluante (70). Globalement, les accidents de travail attribuables au bruit représenteraient 3,4 % de tous les accidents survenus en 2019 selon les données américaines (76). Au Québec, le bruit figurait parmi les facteurs explicatifs dans 2,2 % des accidents mortels ayant fait l'objet d'une enquête par la CNESST entre 1990 et 2005 (70).

L'exposition au bruit est aussi associée à des effets cognitifs (baisse de performance, augmentation du temps de réaction, diminution de l'attention, problèmes de mémoire) (77–83) (preuves suffisantes).

Enfin, des études suggèrent (preuves limitées) que l'exposition au bruit augmente le risque d'un diabète de type 2 ou d'obésité (84–87). Pour les travailleuses enceintes exposées au bruit pendant leur grossesse, d'autres problèmes sont soupçonnés (faible degré de preuve) : avortement spontané, accouchement avant terme, hypertension gestationnelle (prééclampsie) (53,88,89)^A. D'autres études rapportent des associations entre l'exposition au bruit au travail et un risque plus élevé d'accident hors du travail (route, chutes) (91,92), de fatigue (93–95) ou de troubles de la voix (ex. professeurs) (96–100), mais dont la force de la preuve est limitée. Enfin, il y a un très faible degré de preuve que des troubles du sommeil chez les travailleurs soient associés à une exposition au bruit supérieure à 85 dBA pendant la journée de travail, notamment en raison d'études insuffisantes ou contradictoires (101–104). Toutefois, les études les plus récentes laissent entrevoir une possible association avec un sommeil de mauvaise qualité pour des travailleurs dont l'exposition quotidienne est de plus de 85 dBA (105).

A.2.2 La surdité (perte auditive) permanente et les acouphènes

L'effet le plus connu causé par le bruit au travail est la **surdité** (106–109). Le premier signal d'alarme de la nocivité potentielle d'un milieu de travail sur l'audition des travailleurs est une fatigue auditive, soit une surdité temporaire. C'est une des premières manifestations des effets nocifs du bruit sur l'audition. Ce sont les expositions répétées qui feront en sorte que l'audition se détériore de façon permanente au fil du temps^B. Cette surdité se développe donc peu à peu, de façon insidieuse, débutant dès les premières années passées dans un environnement bruyant. C'est une atteinte partielle de l'audition qui ne

^A Une étude de cohorte récente a montré qu'une exposition quotidienne supérieure à 80 dBA est significativement associée à un plus grand risque de diabète gestationnel et un risque de prééclampsie légère chez les travailleuses des régions urbaines de trois pays nordiques (Pasanen, 2023) (90).

^B Dans ce guide, la surdité dont il est question est la surdité professionnelle progressive ce qui exclut les surdités causées par un bruit soudain.

correspond pas à ne rien entendre du tout! On entend encore, mais la surdité rend difficile l'écoute et la communication comme la compréhension de la parole en présence de bruits de fond, la détection ou la localisation des signaux sonores, tels les avertisseurs de danger, et entraînent une intolérance à des sons forts (110)^A. On parle alors d'une surdité professionnelle qui est permanente, donc irréversible et ne peut être traitée médicalement (111).

Les études montrent que l'exposition répétée à un niveau d'exposition quotidienne supérieur à 75 dBA peut endommager l'audition de façon permanente (112–114). Le seuil de 75 dBA correspond à un seuil sécuritaire selon l'*American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH)^B (51). Ce seuil avait aussi été identifié dans la norme ISO 1999 (115). Quant à l'Organisation mondiale pour la santé (OMS), depuis 1980 (116,117) et dans ses lignes directrices de 2018, elle recommande une limite d'exposition journalière à 70 dBA ($L_{Aeq,24h}$)^C et 75 dBA ($L_{Aeq,8h}$)^D pour une exposition au travail, afin de prévenir les effets sur l'audition (118). Toutefois, les risques pour l'audition sont clairement augmentés à compter de 85 dBA ($L_{Aeq,8h}$), car l'exposition au bruit accélère la détérioration des capacités auditives. Un travailleur exposé pendant 40 ans, à un niveau d'exposition de 85 dBA, a un risque accru de 8 % de développer une surdité permanente incapacitante alors qu'il est de 25 % pour une exposition de 90 dBA ($L_{Aeq,8h}$)^E (119). Plus le niveau de bruit est élevé et l'exposition prolongée, moins ça prend de temps avant qu'un dommage auditif se développe ou survienne.

Au fur et à mesure que la surdité professionnelle progresse, les conséquences deviennent plus évidentes. Les gens s'isolent et se coupent de leur entourage à cause des problèmes d'écoute et de communication grandissants (120). La perception de la parole en présence de bruit devient de plus en plus difficile. Au travail, ils entendent difficilement les consignes ou les alertes de danger. Ils ont de la difficulté à localiser la provenance d'un son ce qui peut augmenter le risque d'accident de travail (70). À la maison, les voix des enfants deviennent de faibles murmures. Ne pas bien entendre génère son lot de tensions et d'incompréhensions. Ceci rend plus difficiles les relations avec les autres personnes et crée des tensions dans le couple et la famille, en plus de limiter la vie sociale (120–126). L'entourage ne reconnaît pas ces difficultés comme une conséquence de la perte auditive, et ce, pendant plusieurs années (111) le tout étant plutôt assimilé à un désintérêt du travailleur de sa vie de couple, familiale, sociale et professionnelle. Sa qualité de vie et celle de ses proches sont donc affectées (127). Et, pour le travailleur, reconnaître qu'il est atteint d'une surdité arrive souvent plusieurs années après son entourage. En effet, l'évolution progressive et les manifestations insidieuses de cette maladie et la stigmatisation possible des personnes atteintes de surdité dans la société retardent la prise de conscience, par le travailleur, de ses difficultés à

^A La surdité temporaire tout comme la surdité permanente correspondent à un problème d'écoute et de communication en modifiant les capacités suivantes : sensibilité auditive (p. ex. les sons de haute fréquence sont moins bien entendus), discrimination auditive (sons de fréquences voisines confondus, comme les sons « six et dix »), sélectivité fréquentielle (difficile de percevoir un signal d'intérêt en présence d'autres bruits (p. ex. une conversation dans un groupe, détection d'un signal sonore dans le bruit), sélectivité spatiale (difficulté à localiser la provenance d'un son), intolérance aux sons forts (hypersonie) et présence possible d'acouphènes (3).

^B Des études ayant montré l'absence de pertes temporaires d'audition lors d'expositions allant de 8 à 16 heures par jour.

^C Le $L_{Aeq,24h}$ correspond au niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, rapporté à une journée de 24 heures. La recommandation de l'OMS de 70 dBA ($L_{Aeq,24h}$) concerne l'ensemble des expositions quotidiennes au bruit (hors travail et travail), tout en précisant le niveau de 75 dBA ($L_{Aeq,8h}$) pour les milieux de travail.

^D Équivalent à $L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$.

^E Équivalent à $L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$. Des pertes auditives significatives causées par le bruit en milieu de travail peuvent toutefois se développer et être identifiables bien avant de correspondre au critère d'une perte auditive permanente incapacitante.

entendre. Enfin, la surdité professionnelle serait la cause de pertes de productivité et de qualité de vie importantes selon ce qui a été chiffré en Australie (128).

Par ailleurs, il est possible que la surdité continue de progresser, même après que l'exposition au bruit en milieu de travail ait cessé, notamment une fois à la retraite (129).

La perte auditive chez les adultes a été identifiée comme une cause importante de déclin cognitif et de risque de démence (The Lancet Commissions 2017, 2020 et 2024)^A (14,130,131,131a). Parmi les 12 facteurs de risque modifiables pour la démence, la surdité est celle qui a la part attribuable la plus élevée. L'absence de stimulation (désafférentation) auditive due à la perte d'audition appauvrit la stimulation cognitive en compliquant l'interaction sociale et entravant le fonctionnement des personnes (132).

Même s'il existe des moyens pour aider un travailleur avec des pertes d'audition causées par le bruit, comme les aides auditives (prothèses), rien ne peut lui rendre l'audition perdue. Cependant, des études prospectives suggèrent que l'utilisation précoce de prothèses auditives peut éviter le déclin cognitif causé par la perte auditive (131).

Cette maladie est en grande augmentation au Québec selon les données lésionnelles et est une des mieux connues parmi celles causées par le travail. Chez les travailleurs, le bruit au travail demeure la principale cause de surdité alors que les autres sources de bruit nocif en dehors du travail (loisirs, musique, etc.) expliquent rarement à elles seules, ou même en partie, les pertes d'audition observées, à moins d'avoir été très importantes. Par exemple, chez la plupart des travailleurs du secteur de la construction, l'exposition au bruit en dehors du travail ne représente qu'une faible exposition supplémentaire par rapport à l'exposition professionnelle (133). Cependant, dans le sous-ensemble des travailleurs qui participent fréquemment à certaines activités bruyantes, ces expositions peuvent avoir une contribution significative à l'exposition totale (133). Selon une étude, près de 80 % des travailleurs d'une cohorte^B examinée étaient à très faible risque de pertes auditives liées à une exposition hors du travail (134). Chez les jeunes travailleurs en début d'emploi, la prévalence de pertes d'audition dans les hautes fréquences n'aurait pas significativement augmenté entre 1985 et 2004^C, ce qui contredisait alors, selon l'étude, l'affirmation voulant que les générations actuelles soient de plus en plus atteintes de surdité, comme jamais auparavant (135). Les études revues (135–138) ne relèvent pas de changements importants dans l'audition des jeunes travailleurs au moment où ils débutent un emploi comme nouveau travailleur dans des secteurs comme la construction ou la fabrication. Ainsi, la durée d'exposition au bruit en milieu de travail et l'âge restent les déterminants importants des pertes auditives, même s'il subsiste une certaine incertitude sur l'impact à plus long terme de l'exposition à des bruits liés aux loisirs chez les jeunes. Diverses hypothèses ont tenté d'expliquer l'absence de changements importants de l'audition : une durée de travail moindre, la période de latence de la maladie et la plus faible sensibilité de l'audiométrie tonale à identifier des altérations précoces de l'audition chez les jeunes, ou les valeurs prédites dans les normes qui pourraient sous-estimer l'ampleur des pertes auditives (137,139).

Certains produits chimiques sont nocifs pour le système auditif. Des agents chimiques, comme le toluène^D ou styrène (annexe 3, tableau A-6), sont ototoxiques, c.-à-d. qu'à eux seuls, ils peuvent entraîner des

^A Des études ont observé un risque augmenté de démence à partir d'une perte auditive de 25 dBHL (moyenne des seuils auditifs aux fréquences de 500, 1 000, 2 000 et 4 000 Hz).

^B Cohorte suivie pendant cinq ans et composée d'apprentis provenant de 10 métiers du secteur de la construction.

^C Étude réalisée dans 11 usines d'une grande compagnie aux États-Unis.

^D Le toluène a la notation « OTO » (ototoxique) selon décret 280-2024 publié le 28 février 2024 dans la Gazette officielle du Québec dans le cadre du « Règlement modifiant le Règlement sur la santé et la sécurité du travail ».

pertes auditives ou des acouphènes. D'autres augmentent l'effet nocif du bruit sur l'audition (140–147). Par ailleurs, l'exposition à des vibrations aux mains et aux bras pourrait aggraver les effets du bruit sur l'audition (148–153), quoique les études montrent des résultats contradictoires (154–156)^A.

Sans être la seule cause, le bruit au travail peut causer des acouphènes (158–160). Ceux-ci peuvent survenir chez certains travailleurs qui ont subi des pertes d'audition causées par le bruit au travail ou chez ceux qui sont exposés à des niveaux de bruit excessifs, même sans perte d'audition mesurable (161,162). La prévalence estimée d'acouphènes chez les travailleurs exposés au bruit serait de 15 % à 24 % (163), soit le double de ce qui est observé dans la population générale (164). Les acouphènes peuvent être très dérangeants (158,165) et entraîner divers effets : difficulté à s'endormir, limitation de la vie sociale, problèmes psychologiques (ex. : anxiété), etc.

^A Malgré les résultats contradictoires des études, par précaution, le présent guide a retenu la recommandation de CSA Z1007:F22 (157), soit de réduire alors l'exposition au bruit de 3 dBA sous le seuil réglementaire (voir section A.4.1).

ENCADRÉ n° 1 - Résumé des effets du bruit au travail sur la santé et la sécurité

Effets avérés (degré de preuve suffisant)

Effets sur l'audition

- Pertes d'audition temporaires, puis permanentes avec des conséquences importantes sur la vie familiale, sociale, professionnelle et la santé psychologique.
- Acouphènes pouvant occasionner des problèmes de sommeil et affectant la vie sociale et la santé psychologique.

Effets physiologiques

- Réactions de stress.
- Effets endocriniens.
- Cardiovasculaires : hypertension artérielle.

Effets sur les travailleuses enceintes (exposées au bruit durant la grossesse à un niveau d'exposition quotidienne au bruit de 85 dBA et plus) et leurs enfants

- Bébé avec une insuffisance de poids pour l'âge gestationnel.
- Troubles auditifs chez les enfants.

Atteintes cognitives

- Associées à l'exposition au bruit : baisse de performance, mémoire, attention, temps de réaction.
- Associées à la surdité : déclin des fonctions cognitives, risque de démence.

Atteintes à la sécurité

- Risque accru de blessures au travail (associé à la communication difficile, à la perception des risques de danger ou des alarmes) à compter d'une exposition quotidienne de 80 dBA.
- Risque accru d'accidents mortels au travail.

Autres effets suspectés (degré de preuve limité)

- **Effets cardiovasculaires** : angine de poitrine, infarctus du myocarde.
- **Diabète de type 2, obésité.**
- **Travailleuses enceintes** : avortement spontané, accouchement avant terme, hypertension gestationnelle (prééclampsie).
- Risque plus élevé d'**accidents hors du travail** (route, chutes).
- Troubles de la **voix** (ex. professeurs).
- Troubles du **sommeil** (très faible degré de preuve) chez des travailleurs dont le niveau d'exposition quotidienne au bruit est supérieur à 85 dBA.

Coûts sociétaux de la surdité (et du bruit)^A

Les coûts pour la société de la surdité causée par le bruit au travail sont substantiels. Ceux-ci considèrent entre autres les conséquences sur la vie quotidienne des travailleurs atteints. Une estimation de ces coûts réalisée à partir des lésions professionnelles (accidents et maladies) reconnues par la CNESST et publiée par l'Institut de recherche sur la santé et la sécurité au travail (IRSST), montre que le coût sociétal moyen

^A Les coûts sociétaux sont une mesure globale de l'impact d'une maladie professionnelle, car elle considère non seulement les coûts financiers et humains qui sont assumés par les employeurs, mais aussi ceux qui sont pris en charge par les travailleurs et la collectivité (société) (166).

des lésions causées par le bruit au travail était de 154 395 \$ par cas entre 2005 et 2007 (18,167)^A, soit le coût moyen par lésion le plus élevé. L'importance des pertes auditives parmi toutes les lésions acceptées par la CNESST ainsi que les coûts sociétaux ne cessent de croître selon les données plus récentes (tableau 3) (166,168). Une analyse non publiée de l'IRSST rapporte des débours de 93,2 M\$ par la CNESST en 2017 pour les indemnités, soit en moyenne 9 583 \$ par cas^B et des coûts sociétaux estimés à un peu plus de 2 milliards (G)\$ pour cette seule année (170).

Par ailleurs, en 2020, « le coût moyen des frais liés aux prothèses auditives [était d'] environ 3 260 \$ pour chaque achat » (ministère du Travail, de l'Emploi et de la Solidarité sociale, p. 96), pour un coût global moyen de 16 300 \$ par travailleur au cours de sa vie (171)^C.

Tableau 3 Déboursés de la CNESST à l'égard des troubles de l'oreille et coûts sociétaux estimés des pertes auditives permanentes causées par le bruit au travail selon les travaux de l'IRSST

Année	Coûts CNESST ^a (dollars courants)		Coûts sociétaux du bruit comme agent causal				Commentaires, source
	Total des débours	Débours moyens par cas ^b	Coût moyen		Rang coûts totaux	TOTAL	
			Par cas	Rang parmi les lésions			
2005-2007	ND	ND	154 395 \$	1 ^{er}	3e ^c	371,7 M\$	Lebeau et coll., 2014 (18), tableau 4.6
2010-2012	87,0 M\$	6 707 \$	188 100 \$	1 ^{er}	2e ^d	775,0 M\$	Duguay et coll., 2017 (168), tableau F.4
2015-2016	135,6 M\$	8 288 \$	191 840 \$	1 ^{er}	1 ^{er}	1,418 G\$	Busque et coll., 2022 (166)
2017	93,2 M\$	9 583 \$	210 375 \$	-	-	Plus de 2 G\$	Données non publiées (Purenne et Sgard, 2022) (170)

ND : non disponible.

^a Source : Purenne et Sgard (2022) (170).

^b Nombre de cas : 2010 à 2012 : 4 180, 4 283 et 4 485 cas; 2015-2016 : 7 879 et 8 439 cas et 2017 : 9 730 cas. (Maturité des données de 18 mois; observées au 31 décembre; p. ex. déc. 2016 pour les données de l'année 2017).

^c Au 3^e rang, derrière les entorses (foulures) et les fractures.

^d Au 2^e rang : selon la nature de la lésion (troubles de l'oreille) pour les coûts totaux annuels (779 M\$), devant toutes les autres lésions professionnelles, sauf les entorses-foulures (953 M\$) (168).

^A Selon une perspective sociétale, les estimations tiennent compte des coûts globaux, soit les coûts médicaux et salariaux, de la productivité perdue, des coûts administratifs et des coûts humains. Les coûts humains couvrent les indemnités pour dommages corporels qui considèrent la douleur, l'anxiété, le stress et la perte de la jouissance de la vie de l'accidenté, des membres de la famille et des amis (net de l'indemnisation). (Source : Lebeau et coll., 2014, voir page 5) (18).

^B En 2010, les montants déboursés pour les travailleurs dont la surdité est reconnue et indemnisée étaient d'un peu plus de 28 millions (M)\$ pour 4 341 travailleurs indemnisés, représentant un montant moyen de 6 472 \$ par dossier selon une maturité des dossiers de période de 15   27 mois (169). Ces coûts étaient répartis entre les indemn t s pour préjudice corporel (71 %), les frais médicaux (29 %)^B et les autres frais (169).

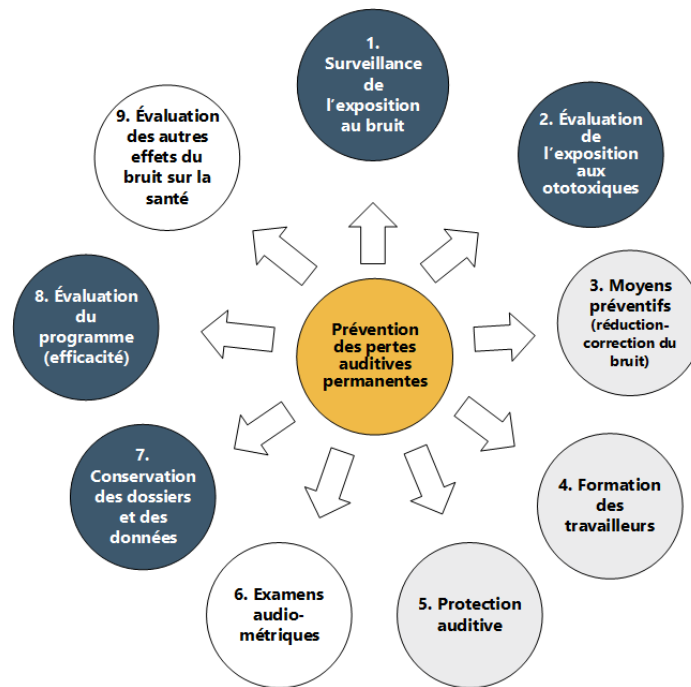
^C Coût calculé pour un travailleur admissible qui, en moyenne durant sa vie, se verra attribuer environ cinq paires de prothèses auditives, soit une pour l'ajustement initial et quatre renouvellements.

A.3 Démarche de prévention

Généralement, il est plus efficace ou plus avantageux et moins coûteux de prévenir des problèmes comme le bruit en milieu de travail, lorsqu'on agit en amont, car c'est beaucoup plus cher de les réduire par la suite^A (173,175).

Le présent guide couvre d'abord la première étape d'une démarche de prévention dans un milieu de travail. Cette étape consiste en la reconnaissance de la présence du bruit, mais surtout à identifier les travailleurs et situations de travail dont l'exposition au bruit présente des risques pour leur audition ou est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE réglementaires sur lesquelles le présent guide insiste davantage. S'il y a lieu, une évaluation approfondie suit pour mesurer le niveau d'exposition au bruit et de pression acoustique de crête. Cela réfère à la première étape du modèle présenté par l'ACGIH (figure 1).

Figure 1 Éléments d'une démarche de prévention des effets du bruit sur la santé et la sécurité



Traduit et adapté de ACGIH, 2020, p. 11 (176)

Note : les pastilles foncées (1, 2, 7, 8) réfèrent aux contenus principaux traités dans le guide, celles en gris (3, 4 et 5) renvoient aux contenus secondaires alors que dans le cas des pastilles en blanc (6 et 9), les contenus ne sont pas ou peu abordés.

L'ordre des diverses étapes a été modifié par rapport à celui qui est proposé dans le guide de l'ACGIH. La démarche adaptée prévoit donc (1.) d'évaluer l'exposition au bruit et (2.) de considérer l'exposition aux agents chimiques ototoxiques, en vue (3.) d'appliquer des moyens préventifs (réduction et correction du bruit), notamment à partir des recommandations pratiques incluses dans les rapports de mesurage.

^A Divers travaux ont montré que l'atténuation du bruit en milieu de travail est souvent abordable, et ce, même pour les petites entreprises (172). Elle est moins coûteuse lorsqu'on intervient au bon endroit pour limiter l'émission et la propagation des ondes sonores (173,174), c.-à-d. quand on a identifié comment le bruit est généré ou se propage pour choisir la solution appropriée pour diminuer l'exposition.

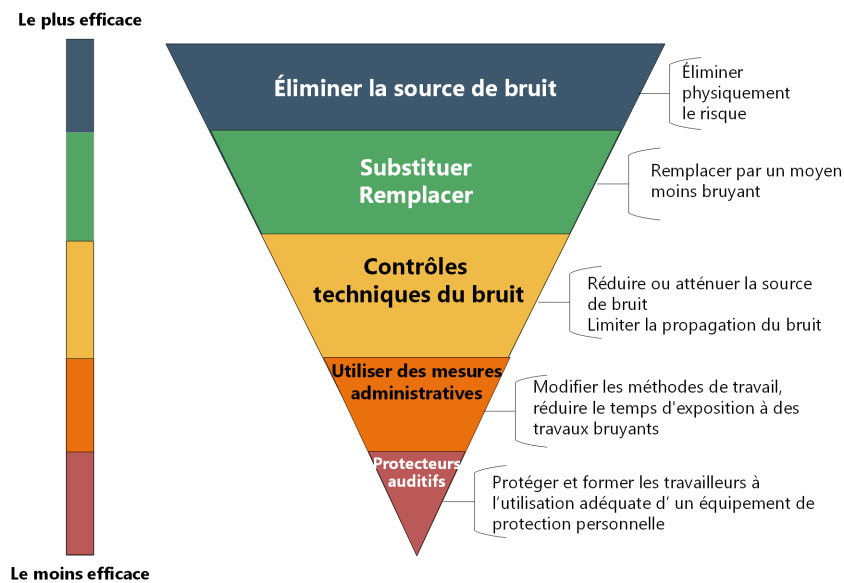
L'évaluation de l'exposition est aussi associée au (8.) suivi et à l'évaluation de l'efficacité des mesures de contrôle. Le guide traite également des informations (7.) à conserver (p. ex. rapports de mesurage).

De même, il contient des informations générales qui pourraient guider les actions concernant (4.) la formation et l'information des milieux de travail, travailleurs et employeurs (p. ex. effets), et (5.) la protection auditive.

Le guide n'aborde pas précisément la sélection des travailleurs pour (6.) les examens auditifs de dépistage et (9.) les autres effets du bruit sur la santé et la sécurité (177). Toutefois le respect des niveaux d'actions préventives recommandées permet de réduire ces autres effets possibles.

Donc, une fois que les travailleurs et situations de travail dont l'exposition au bruit présente des risques pour leur audition ou est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE réglementaires ont été identifiés ou évalués, des priorités peuvent être fixées par les milieux de travail, suivi de la mise en place des moyens préventifs (réduction et correction). Plusieurs moyens sont possibles, mais leur efficacité diffère largement. Depuis plus de 70 ans, un organisme américain^A a établi une hiérarchie basée sur l'efficacité de ces moyens afin de réduire les risques en milieu de travail. Elle a été reprise par plusieurs organisations et est appliquée pour le bruit et l'exposition des travailleurs (figure 2). Plus un moyen se retrouve au haut de la hiérarchie, plus grande est son efficacité.

Figure 2 Hiérarchie des moyens préventifs (réduction et correction) pour lutter contre le bruit selon leur degré d'efficacité



Source : NIOSH (179), adapté par INSPQ.

^A En 1950, le Conseil national de sécurité des États-Unis (*National Safety Council*) a introduit la hiérarchie des contrôles des risques en milieu de travail. Elle a été reprise par le NIOSH en 1986 (178), et notamment appliquée pour le bruit (179). Dans un rapport sur les activités du NIOSH sur le bruit, il est précisé qu'elle constitue l'approche à privilégier : « Following the industrial hygiene tradition of the « hierarchy of controls » noise control engineering should be the primary approach to prevention of hearing loss ». (*National Research Council*, 2006, p. 17 et 121) (180).

Cette hiérarchie illustre simplement que de réduire et de corriger directement à la source un danger ou un problème, comme le bruit, est plus efficace que d'obliger le port d'équipements de protection personnelle (EPI) ou de tenter de changer les comportements des travailleurs, ces deux derniers étant des moyens à mettre en place en dernier ressort, du fait qu'ils sont moins efficaces.



« La protection auditive est une solution de dernier recours. Trop souvent, elle est le seul moyen utilisé par les milieux de travail pour diminuer les effets du bruit. Les études ont montré que l'utilisation de la protection auditive, même lorsque bien appliquée peut permettre de réduire, à long terme, les pertes d'audition, mais ne prévient pas la surdité » (181). (Voir aussi section 1,1 du guide de la CNESST sur la protection auditive) (177).

Des guides, proposant des moyens pour réduire l'émission de bruit et l'exposition des travailleurs, comme celui de la CNESST (25,182,183) et ceux d'autres organismes (184–202) seront utiles pour identifier les moyens appropriés de réduire le bruit et l'exposition des travailleurs.

A.4 Niveaux d'actions préventives et valeurs limites d'exposition réglementaires en milieu de travail

Au Québec, aucun niveau d'actions préventives^A n'a encore été convenu par le RSPSAT pour les expositions au bruit en milieu de travail. La présente section est donc une proposition préliminaire basée sur les meilleures pratiques des organismes en SST et sur les constats relevés dans la littérature technique et scientifique.

Jusqu'à maintenant, des organismes reconnus internationalement ont établi des niveaux d'actions préventives pour limiter ou prévenir les pertes auditives permanentes causées par le bruit. Par contre, pour certains milieux de travail, le bruit affecte plutôt la capacité de communiquer ou perturbe la concentration qui sont nécessaires pour l'exécution de tâches. Dans ces situations, les niveaux d'actions préventives pourraient donc différer^B. De plus, malgré l'existence d'un risque, aucune valeur guide ou valeur limite d'exposition au bruit n'est encore recommandée pour prévenir les effets du bruit sur la sécurité des travailleurs ou les autres effets avérés présentés précédemment [encadré n° 1]. Ainsi, les valeurs limites d'exposition présentées dans cette sous-section ne considèrent que les effets sur l'audition sachant, toutefois, que des niveaux d'actions préventives les plus sécuritaires possible pour l'audition pourraient davantage limiter ces autres effets.

Les actions reposent sur une gradation des mesures allant des plus préventives (niveaux d'actions recommandés) aux plus coercitives (valeurs limites d'exposition réglementaires).

^A Les niveaux d'actions préventives correspondent aux notions de seuils d'intervention utilisés dans le Réseau de santé publique en santé au travail (RSPSAT).

^B À titre d'exemple, pour des milieux non industriels, l'organisme australien en SST, *Safe Work Australia* (203) note que le risque d'effets néfastes sur la santé peut être réduit en maintenant les niveaux de bruit en deçà de : 50 dBA pour un travail nécessitant une forte concentration ou pour permettre de converser sans effort, et 70 dBA lors des travaux routiniers exigeants de la rapidité ou de l'attention, ou dans des situations où il importe de pouvoir converser aisément avec des collègues.

A.4.1 Niveaux d'actions préventives

Comme relevé dans la documentation scientifique, les niveaux d'exposition quotidienne au bruit supérieurs à 75 dBA peuvent endommager l'audition de façon permanente (112–114), en milieu de travail (51,120). Ceci correspond à la recommandation formulée par l'OMS pour prévenir les pertes d'audition causées par le bruit en 1999 (117) et reprise en 2018 dans la mise à jour de ses lignes directrices, soit une limite d'exposition au travail de 75 dBA ($L_{Aeq,8h}$)^A : (118).

Ainsi, dans le cas où le niveau d'exposition quotidienne des travailleurs se situe entre 76 et 85 dBA, il subsiste un risque de développer des pertes auditives permanentes au cours de leur carrière, malgré que leur exposition se situe en deçà ou est équivalente à la valeur limite d'exposition réglementaire de 85 dBA. Il existerait un excès de risque de 8 % de développer une perte auditive permanente incapacitante (*material hearing impairment*) à 85 dBA, pour une semaine de travail de cinq jours au cours d'une carrière de 40 ans au travail^B (119,204). En raison des constats de la littérature et des organisations précédemment citées, des actions préventives graduées sont recommandées à partir de 76 dBA (voir figure 6).

- Pour des niveaux d'exposition quotidienne (hebdomadaire ou annuelle) **entre 76-79 dBA** ($L_{ex,8h}$, $L_{EX,8h}$), diverses actions sont à considérer pour éviter d'augmenter l'exposition au bruit :
 - L'information fournie aux travailleurs et aux responsables de l'établissement sur le risque d'atteintes auditives, sur l'exposition combinée au bruit et aux agents chimiques ototoxiques ou potentialisant (annexe 3) et aux vibrations aux mains et aux bras (si pertinent) ainsi que leur identification de même que sur les autres effets du bruit sur la santé et la sécurité;
 - L'instauration d'une politique ou d'un programme d'achat à plus faible bruit;
 - Et l'application d'autres mesures préventives comme l'entretien préventif, la conception et l'agencement des lieux lors de réaménagements ou d'un agrandissement, etc. pour éviter d'augmenter l'exposition au bruit.
- Quant aux niveaux d'exposition quotidienne (hebdomadaire ou annuelle) compris **entre 80 et 85 dBA** ($L_{ex,8h}$, $L_{EX,8h}$), parmi les actions qu'il est recommandé d'ajouter aux précédentes :
 - Il y a le recours aux moyens de réduction du bruit à la source ou sur sa propagation. Voir les guides produits par la CNESTT (25,182,183) et ceux d'autres organismes (184–202);
 - Rendre disponible des protecteurs auditifs (EPI) aux travailleurs qui le souhaitent, assortis d'une formation théorique et pratique aux travailleurs, lorsque les moyens mis en œuvre ne permettent pas de diminuer le niveau d'exposition sous les 80 dBA (source : travaux non complétés d'un groupe de travail INSPQ-RSPSAT)^C.
 - À cela s'ajoute la prise en compte des agents chimiques ototoxiques ou potentialisant ainsi que des vibrations aux mains et aux bras. En présence de ces facteurs, l'exposition quotidienne au bruit ne

^A Équivalent à $L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$. Dans ses plus récentes lignes directrices sur le bruit environnemental publiées en 2018, l'OMS a confirmé ses recommandations antérieures à l'égard du bruit en milieu de travail (WHO, 2018, p. 95) (118). À signaler que la CNESTT ainsi que l'organisation australienne en santé et sécurité du travail mentionnent que les études ne rapportent pas de risques pour l'audition pour des expositions inférieures à 75 dBA (183,203).

^B Des pertes d'audition significatives causées par le bruit peuvent se développer et être identifiables bien avant qu'elles rencontrent le critère d'une perte auditive permanente incapacitante.

^C Travaux sur un avis scientifique concernant les « Seuils d'intervention liés aux niveaux d'exposition au bruit en milieu de travail pouvant affecter l'audition ».

devrait pas dépasser 3 dBA sous la valeur limite d'exposition réglementaire ou des niveaux d'actions préventives, comme recommandé par la norme CSA Z1007:F22 (157)^A, en raison de leur effet plus dommageable sur l'audition lorsque combinés avec le bruit (annexe 3).

- **Pour les** niveaux d'exposition quotidienne (hebdomadaire ou annuelle) à partir de **86 dBA** ($L_{EX,8h}$, $L_{EX,8h}$) :
 - Voir à l'application des moyens préventifs (réduction et correction) selon le degré d'efficacité présenté dans la hiérarchie des moyens préventifs; voir les guides produits par la CNESST (25,182,183) et ceux d'autres organismes (184–202);
 - Considérer que les dispositions prévues dans la réglementation s'appliquent (sections B et C);
 - Toutefois, à cause du risque très important de pertes auditives permanentes à des niveaux d'exposition quotidienne (hebdomadaire ou annuelle) de **100 dBA et plus**^{B,C} d'un point de vue de santé publique (30), le recours immédiat aux moyens de réduction du bruit à la source ou sur sa propagation est nécessaire, en plus du port de protecteurs auditifs. Divers guides produits par les organismes en SST (184–195,198,197,199–202) ainsi que ceux de la CNESST (25,182,183) seront alors utiles pour identifier des pistes de solutions.
 - Pour les bruits impulsionnels, à titre de précaution, dès que des niveaux de pression acoustique de crête de **135 dBC** sont mesurés, des actions préventives seraient à prévoir. Par exemple, identifier puis modifier les méthodes de travail ou les équipements produisant des bruits causant des niveaux de pression acoustique de crête élevés.
 - Des niveaux de pression acoustique de crête de 135 dBC et plus peuvent être très dommageables pour l'audition (118,210–212);
 - Ce niveau d'actions préventives rejoint la recommandation de l'OMS laquelle reprend le niveau d'action appliqué dans l'Union européenne et par d'autres pays comme la Suisse où ce niveau correspond à la valeur limite d'exposition pour le niveau de pression acoustique de crête (212);
 - Il s'agit d'un niveau conservateur puisqu'à titre d'exemple, l'organisation australienne en santé et sécurité du travail indique une absence de risque pour l'audition pour des expositions à des niveaux de pression acoustique de crête inférieurs à 130 dBC (203). D'ailleurs, les données sont insuffisantes pour évaluer la validité du modèle de prédiction de la déficience auditive pour les bruits impulsionnels inférieurs à 130 dBC^D (214).

^A Voir la norme CSA Z1007:F22 (157) aux sections 5.6.1 (ototoxicité), 5.6.2 (vibrations aux mains et aux bras et atteintes auditives) et 5.6.3 (effets combinés) ainsi que les annexes B et C de cette norme (annexe 3).

^B Le risque de perte auditive pourrait être sous-estimé pour les expositions supérieures à 100 dBA, car il repose sur des extrapolations non étayées par des données quantitatives selon une version antérieure de la norme ISO 1999 : 1990 (F) (205). Toutefois, cette mention a été retirée de la version subséquente, soit ISO 1999 :2013(E) (206).

^C Depuis 2010, le RSPSAT signale à la CNESST les déficiences susceptibles d'affecter la santé, la sécurité ou la salubrité et nécessitant une mesure de prévention (207–209). La démarche repose sur l'obligation de signalement faite en la matière au médecin responsable (Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST), art. 123). Pour le bruit, un signalement correspond à un niveau d'exposition au bruit ($L_{EX,8h}$) de 100 dBA et plus. La CNESST est aussi informée systématiquement des situations dont l'exposition ($L_{EX,8h}$) dépasse 90 dBA et est inférieure à 100 dBA. [Note : la LMRSSST a modifié l'article 123 de la LSST pour « ...présence d'un danger dans les conditions de santé, de sécurité ou de salubrité susceptible de nécessiter une mesure de prévention... »].

^D Toutefois, en Grande-Bretagne, les fabricants d'outils ou d'équipements doivent indiquer si le niveau de pression acoustique de crête dépasse 130 dBC au poste de travail (213).

A.4.2 Valeurs limites d'exposition en milieu de travail selon la réglementation québécoise

Les valeurs limites d'exposition (VLE) au bruit en milieu de travail au Québec qui doivent minimalement être respectées sont précisées dans deux règlements :

- Le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST)^A et,
- Le Code de sécurité des travaux de construction (CSTC)^B.

Ces règlements prévoient que les employeurs mettent en œuvre tous les moyens raisonnables en priorisant de réduire le bruit à la source de manière à ce que les travailleurs ne soient pas exposés au-delà des niveaux suivants^C (encadré n° 2) :

- (a) **Niveau d'exposition quotidienne au bruit** (figure 3)
sur 8 heures, ne pas être exposé à plus de 85 dBA ($L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$)^D; et le
- (b) **Niveau de pression acoustique de crête**, soit l'exposition aux bruits très forts et très courts (bruits impulsionnels) (figures 4 et 5) :
ne pas être exposé à plus de 140 dBC ($L_{p,Cpeakmax}$).

ENCADRÉ n° 2 - Objectifs visés selon la réglementation

Art. 130 (RSST) et art. 2.21.1 (CSTC) [...] Les dispositions de la présente section ont pour objet d'éliminer ou de réduire le bruit à la source ou, à tout le moins, de réduire l'exposition des travailleurs au bruit. Elles prévoient également les moyens raisonnables que doit mettre en œuvre un employeur pour lui permettre d'éliminer [qui doivent être mis en œuvre pour éliminer] ou de réduire le bruit à la source, de [pour] respecter les valeurs limites d'exposition au bruit et de [pour] réduire l'exposition des travailleurs au bruit.

Les figures suivantes représentent visuellement le niveau de pression acoustique continu équivalent pendant un quart de travail et deux références à des bruits impulsionnels dont une illustre la variation de l'onde de pression acoustique d'un bruit impulsionnel.

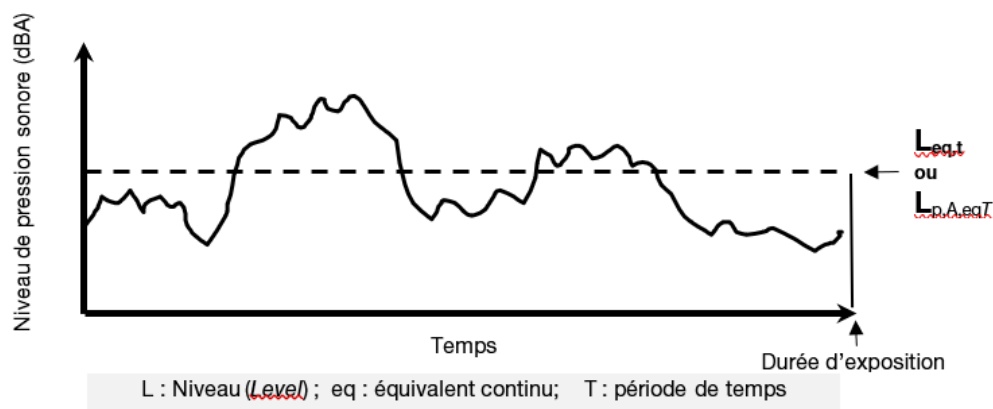
^A Article 131 du RSST.

^B Article 2.21.2 du CSTC.

^C Les valeurs présentées sont en vigueur depuis le 16 juin 2023 selon le décret modifiant ces deux règlements adoptés par le gouvernement du Québec (Décret 781-2021) (11).

^D À noter que deux indicateurs du niveau d'exposition au bruit sont utilisés et ils sont équivalents. La notation diffère selon la norme de mesure de l'exposition des travailleurs au bruit employée : $L_{EX,8h}$: ISO 9612 : 2009 (F); et $L_{ex,8h}$: CSA Z107 56 : F18 (C2022) ou la version antérieure CSA Z107.56-F13, 2014.

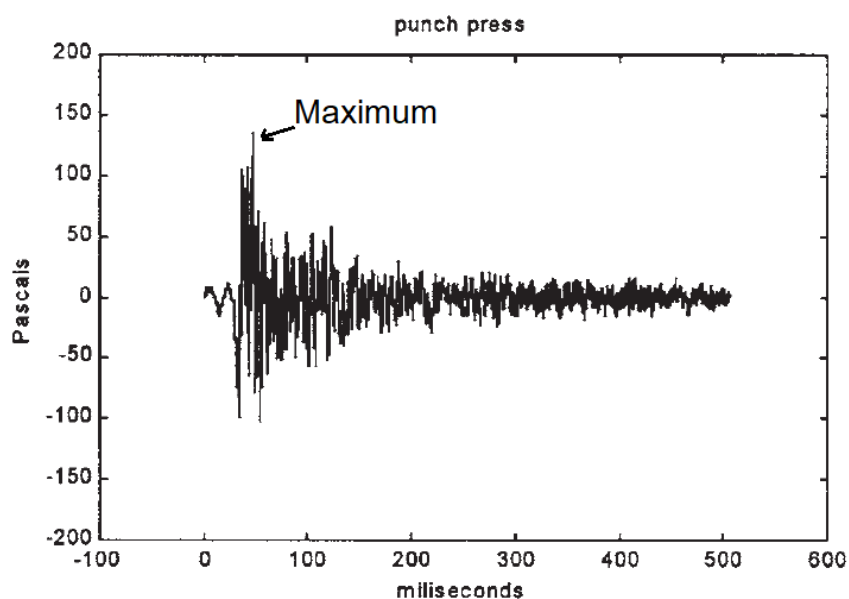
Figure 3 Représentation du niveau de pression acoustique continu équivalent pendant un quart de travail ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$)



Note : le $L_{eq,t}$ ou le $L_{p,A,eqT}$ intègre en une mesure l'ensemble des variations du niveau de bruit au cours d'une période de temps (T). Si cette période est de 8 h, alors le niveau d'exposition quotidienne au bruit $L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$ correspond au $L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$.

Source : Figure adaptée de OOAQ (12).

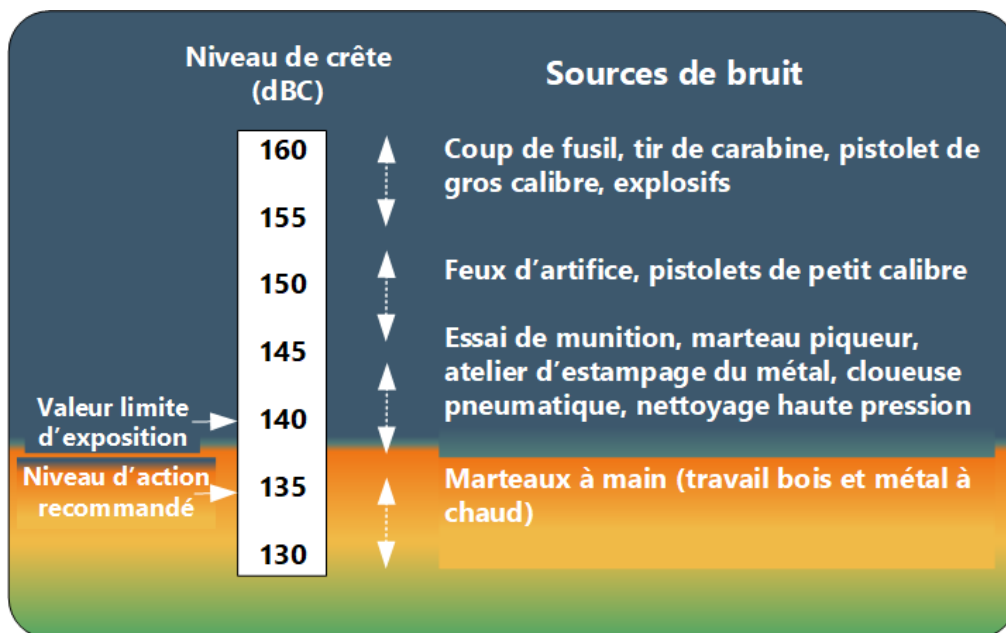
Figure 4 Évolution d'une onde de pression acoustique d'un bruit impulsionnel provenant d'une poinçonneuse (*punch press*)



Note : dans cette figure, le temps est en millisecondes, ce qui caractérise bien ce qu'est un bruit impulsionnel, soit d'une durée très courte.

Source : Zera, 2001, p. 128 (215); figure annotée par l'auteur.

Figure 5 Niveaux types de pression acoustique de crête provenant de sources impulsionnelles

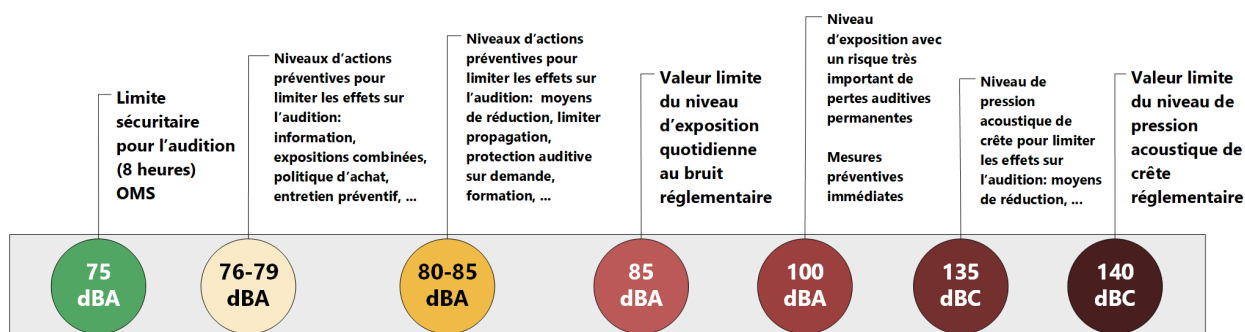


Source : INSPQ adapté de CE 2009, p. 42 (211) et Brueck 2016 (216).

A.4.3 Résumé : niveaux d'actions préventives et valeurs limites d'exposition réglementaires

Comme illustré à la figure 6, rappelons que, d'un point de vue de santé publique, la réglementation est un minimum à respecter et que les VLE réglementaires ne correspondent pas à une démarcation entre des niveaux d'exposition sécuritaires et des niveaux dangereux pour l'audition.

Figure 6 Résumé des niveaux d'actions préventives et des valeurs limites d'exposition réglementaires au bruit en milieu de travail



B Première étape : identification

 	L'implication et la participation des travailleurs dans les démarches d'identification, de mesures de l'exposition au bruit ou de la recherche de solutions est fondamentale. Bonnes pratiques : le guide peut référer à des actions ou recommandations additionnelles pour mieux protéger l'audition et qui ne sont pas précisées ou prévues dans la réglementation (bonnes pratiques).
--	---

Identification des situations de travail et des travailleurs dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE (cadre réglementaire), en considérant aussi les risques pour l'audition

Tout d'abord, mentionnons que selon Berger (217), l'identification se situe dans un continuum et dans une boucle dont font partie la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit, la mise en place de moyens pour réduire et corriger leur exposition et l'évaluation de l'efficacité des solutions implantées. Toutes ces interventions occupent une place importante et sont à répéter selon l'évolution des situations d'exposition. Cela correspond à la démarche habituelle utilisée en hygiène du travail.

La démarche est donc composée de trois étapes essentielles : 1) identifier les travailleurs ou les situations de travail en fonction des VLE ou des risques pour l'audition; 2) au besoin, procéder à une évaluation approfondie de l'exposition, 3) mettre en place des moyens pour réduire l'exposition et évaluer leur efficacité. Elle est cohérente avec celle préconisée par la réglementation québécoise et les étapes qui la composent serviront de base aux informations présentées à la suite dans le présent guide.

B.1 Identification des travailleurs et des situations de travail dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE^A (cadre réglementaire)

L'employeur se doit d'identifier les travailleurs ou les situations de travail aux moments suivants (encadré n° 3) :

- Au cours de la première année de l'entrée en vigueur du règlement, soit avant le 16 juin 2024 (Décret 781-2021 : art. 4) (11).
- Dans les 30 jours suivants des changements pouvant influencer l'exposition au bruit (pratiques de travail, processus, agrandissement, nouvel outillage, etc.) (RSST : art. 134).
- Pour un chantier de construction, au moment de la planification et de l'exécution des travaux (CSTC : art. 2.21.4).

^A Bien que, pour des fins de simplification, les termes « les VLE » sont utilisés dans ce guide, il faut retenir que, dans le cadre d'une application réglementaire, une exposition au bruit est hors norme dès qu'une des deux VLE est dépassée (niveau d'exposition ou niveau de pression acoustique de crête).

ENCADRÉ n° 3 - Déterminer les situations de travail dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser les VLE

4. (Décret 781-2021). À compter du 16 juin 2023, l'employeur dispose d'un délai d'un an pour identifier les situations de travail à risque de dépassement des valeurs limites d'exposition dans son établissement^A.

L'identification de ces situations constitue, aux fins de l'application du présent règlement, un changement prévu à l'article 134. [...]

Établissements : lors d'un changement

134. (RSST) L'employeur doit, dans les 30 jours où il survient, identifier un changement d'une situation de travail qui présente un risque de dépassement des valeurs limites d'exposition. [...]

Chantiers : au moment de la planification et de l'exécution des travaux

« **2.21.4. (CSTC)** Lors de la planification et de la réalisation des travaux, l'employeur doit identifier les situations de travail à risque de dépasser les valeurs limites d'exposition au bruit ainsi que...

Dans le cas des changements, voici quelques exemples pour aider à identifier ceux pouvant avoir une incidence sur les niveaux d'exposition au bruit soit par une modification des niveaux de bruit ou de leur durée d'exposition :

- De nouvelles installations, le retrait, l'ajout ou la modernisation d'équipement.
- Des changements dans les conditions d'utilisation de l'équipement (p. ex. charge, durée d'utilisation, âge, usure, entretien) ou du niveau de production.
- Des modifications aux horaires de travail devenus prolongés ou condensés.
- Une augmentation du nombre de travailleurs.
- Des modifications du genre de travail, des méthodes de production ou des procédés.
- Des changements dans l'environnement, la structure, l'aménagement ou le réaménagement de l'installation ou du bâtiment peuvent affecter la propagation du bruit (p. ex. des murs ou planchers modifiés, de faux plafonds, de nouvelles cloisons, le déplacement d'équipements).

Pour identifier les changements, rappelons qu'il est fondamental d'impliquer les travailleurs en les questionnant sur les modifications qui auraient concerné les méthodes de production, l'équipement utilisé, les conditions d'exploitation ou les heures ouvrables.

L'employeur doit inclure dans son programme de prévention ou dans un registre les situations de travail susceptibles de dépasser les VLE et la date à laquelle elles ont été identifiées (RSST : art. 141.5 et CSTC : art. 2.21.14; [encadré n° 4]).

^A Cet article 4 du décret ne concerne donc que le RSST et ne comporte pas d'équivalent dans le CSTC.



Outre la pratique d'identifier rapidement (dans les 30 jours) les changements dans les situations de travail et d'en évaluer l'impact sur l'exposition, c'est une bonne pratique de faire une vérification périodique des possibles changements aux cinq à sept ans comme il a pu être fait jusqu'à maintenant par des ressources du RSPSAT, lors de la mise à jour du programme de santé spécifique à l'établissement (PSSE)^A.

ENCADRÉ n° 4 - Programme de prévention et situations de travail susceptibles de dépasser les VLE

141.5. (RSST) L'employeur doit inclure et maintenir à jour dans le programme de prévention, ou à défaut dans un registre, les inscriptions et les documents suivants :

1° les situations de travail à risque de dépassement des valeurs limites d'exposition au bruit et la date à laquelle elles ont été identifiées; [...]

2.21.14. (CSTC) L'employeur doit inclure et maintenir à jour dans le programme de prévention, ou à défaut dans un registre, les inscriptions et les documents suivants :

1° les situations de travail à risque de dépasser les valeurs limites d'exposition au bruit identifiées lors de la planification des travaux; [...]

MOYENS ET OUTILS UTILES



Les moyens et outils présentés après, dans cette section B.1 du guide, visent principalement l'identification des travailleurs et situations de travail dont l'exposition est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE pour le niveau d'exposition quotidienne au bruit ou le niveau de pression acoustique de crête. Cependant, ces moyens et outils suggérés peuvent être adaptés pour identifier les travailleurs et situations de travail dont le niveau d'exposition est entre 76-85 dBA ou pour un niveau de pression acoustique de crête maximum de 135 dBC et plus afin d'initier les actions préventives recommandées à la section A.4.1 et qui sont celles à privilégier d'un point de vue de santé publique.

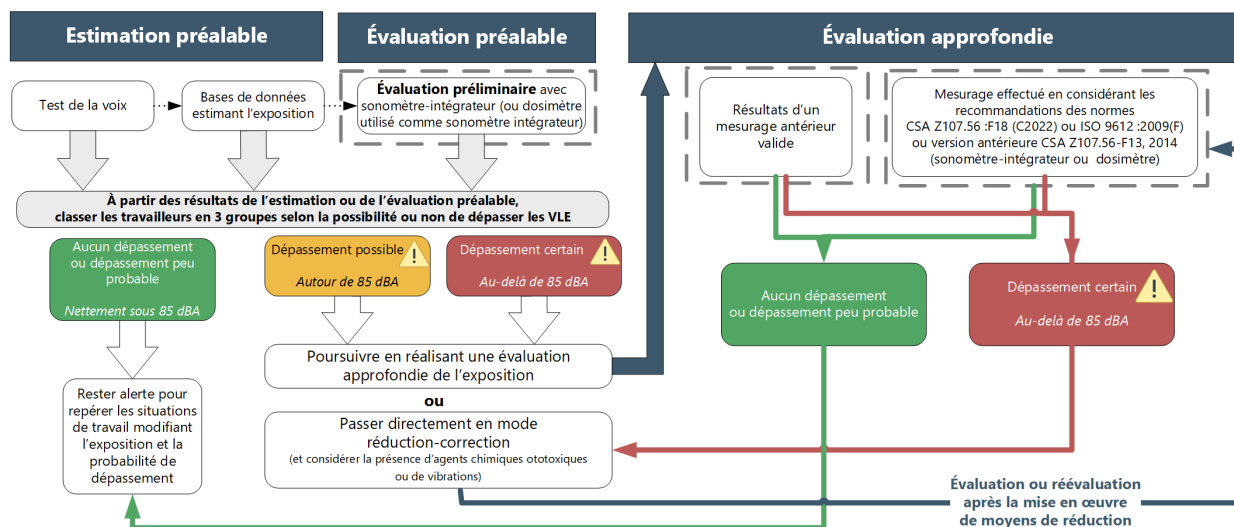
La figure suivante (figure 7) présente une vue globale de la démarche qui sera détaillée dans les prochaines sections du guide.

Les actions décrites pour documenter l'exposition au bruit dans les étapes « d'estimation préalable » et « d'évaluation préalable » peuvent être réalisées sans un ordre hiérarchique, être réalisées seules ou dans des séquences différentes ou combinées. Toutefois, pour les situations dont un dépassement des VLE est possible ou certain, il est toujours envisageable de passer directement en mode réduction et correction afin d'identifier les sources de bruit en vue d'appliquer des moyens de réduction et de correction (encadré n° 5).

^A En raison des modifications apportées par la LMRSSST, le programme de santé spécifique à l'établissement (PSSE) sera éventuellement abrogé, à la date fixée par le gouvernement, au plus tard le 6 octobre 2025. Le rôle du RSPSAT sera modifié à compter de cette date. Il aura à accompagner les milieux dans leur prise en charge des risques pour la santé dans le cadre de demandes provenant des milieux de travail, de la CNESST ou du Directeur de santé publique d'une région.

Cet accompagnement sera notamment caractérisé par l'évaluation des éléments de santé inclus au programme de prévention (ou plan d'action dans le cas des employeurs de 20 employés ou moins), le tout en cohérence avec les programmes de santé qui seront élaborés par la CNESST, en collaboration avec le MSSS et le RSPSAT. D'ailleurs, il est déjà officiellement prévu qu'un programme de santé relatif au bruit en milieu de travail sera élaboré avant la transition vers ce rôle modifié du RSPSAT.

Figure 7 Vue d'ensemble de la démarche des travailleurs dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les valeurs limites d'exposition (VLE) et du mesurage associé



NOTES : [] = Les cadres en pointillés correspondent aux étapes sur lesquelles est concentrée la démarche lorsque des ressources compétentes en matière de mesurage de l'exposition des travailleurs au bruit effectuent ce travail d'évaluation.
 = Flèche indiquant une étape facultative, non hiérarchique et donc pas nécessairement effectuée dans l'ordre.

⚠ DÉPASSEMENT POSSIBLE OU CERTAIN : PENDANT TOUT LE PROCESSUS, BONNES PRATIQUES À APPLIQUER en considérant la hiérarchie des moyens préventifs jusqu'à ce que le niveau d'exposition quotidienne soit réduit à 85 dBA ou moins et le niveau de pression acoustique de crête à 140 dBC ou moins

- D'abord, réduire la durée d'exposition
- **et*, si nécessaire, fournir aux travailleurs des protecteurs auditifs, pour lesquels ils ont reçu une formation sur une utilisation appropriée, sur les effets du bruit sur la santé et la sécurité.**

*** Remarque :** « et, si nécessaire » : correspond aux bonnes pratiques basées sur la hiérarchie des moyens préventifs (voir figure 2, section A.3). Cette pratique pourrait différer du règlement (art. 136 et art. 2.21.5) qui prévoit soit de réduire le temps d'exposition **ou** de fournir des protecteurs auditifs.

Note à propos des bonnes pratiques de la figure 7 : Pour des fins de simplification, les classements relatifs au dépassement de la VLE ne concernent que le niveau d'exposition quotidienne au bruit (nettement sous 85 dBA, autour de 85 dBA ou au-delà de 85 dBA). La démarche décrite et les bonnes pratiques s'appliquent aussi pour les niveaux de pression acoustique de crête et seront abordées plus loin dans cette section.

Dans le cas où un employeur choisirait de diminuer la durée d'exposition au bruit, il peut utiliser les outils suivants :

- Soit les indications sur les niveaux et durées d'exposition présentées dans le règlement (RSST : art. 137, paragr. 1°; CSTC : art. 2.21.6, paragr. 1°) dont une adaptation de ce tableau est disponible à l'annexe 2^A;
- Soit pour les situations de travail avec plus d'une tâche ou activité susceptible de dépasser les VLE au cours d'une journée de travail, utiliser la calculette publiée par la CNESST sur son site Internet (RSST : art. 137, paragr. 2°; CSTC : art. 2.21.6, paragr. 2°);
- Soit en dehors d'une application réglementaire, aussi un des autres chiffriers (« calculettes ») (section B.1.4 et annexe 7).

Une **estimation préalable** des situations de travail dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE peut être effectuée soit en vérifiant s'il est possible de tenir une conversation à 1 m, même en criant (« test de la voix ») ou la présence d'événements très bruyants^B, à chaque poste ou pour toute situation de travail (section B.1.2). Ou encore, il est aussi possible d'utiliser des mesures d'exposition

^A Dans le cas où un employeur choisirait de diminuer le temps d'exposition dans le bruit, si un travailleur atteint la VLE après 2,5 heures lorsqu'il est exposé à 90 dBA ($L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h} = 85$ dBA), il devrait être exposé à moins de 75 dBA pendant le reste de son quart de travail pour ne pas dépasser la valeur limite réglementaire (voir annexe 2, tableau A-3).

^B À noter que le test de la voix, tel que présenté à l'annexe 5, comporte des éléments pour estimer une exposition à partir d'un niveau de pression acoustique de crête.

provenant de bases de données d'exposition de qualité dans le cas de postes ou situations similaires (section B.1.3).

Une **évaluation préalable, via une évaluation préliminaire** de l'exposition lorsqu'on a accès à des instruments de mesure (sonomètre intégrateur ou dosimètre utilisé comme sonomètre intégrateur), est un autre choix possible (section B.1.4).

Selon le résultat à l'estimation ou à l'évaluation préalable, une évaluation approfondie pourra suivre ou, par choix de l'employeur, passer directement en mode réduction et correction de l'exposition des travailleurs au bruit.

ENCADRÉ n° 5 - Passer directement à l'identification des sources de bruit afin d'appliquer des solutions existantes



Une fois qu'un outil ou moyen présenté dans cette section du guide permet d'identifier un dépassement possible ou certain des VLE ou des niveaux d'actions préventives, le repérage des sources et la recherche de solutions de réduction et de correction s'avèrent de bonnes pratiques – comme le prévoit la réglementation^A – plutôt que de poursuivre l'évaluation de l'exposition. Tous les suivis proposés suggèrent cette étape (tableau 6, section B.1.5).

Ainsi, dans un premier temps, certains milieux de travail, assistés souvent du RSPSAT ou d'une autre organisation, choisiront d'identifier les principales sources de bruit (voir section D.1). Une telle démarche vise à mettre en place des solutions facilement applicables pour réduire et corriger le bruit. Pour les problèmes plus complexes, ils devront référer à des ressources spécialisées (voir section E.3).

Enfin, une **évaluation approfondie** permet, entre autres, de préciser l'exposition pour les situations dont le classement est un « dépassement possible » des VLE ou dont le dépassement est « certain ». Elle peut être fondée sur les résultats d'exposition découlant d'un mesurage antérieur valide (section B.1.1) ou sur une nouvelle évaluation (section C). Enfin, l'évaluation approfondie permet aussi de préciser l'efficacité des moyens de réduction et de contrôle du bruit mis en place (section D.2).

Ces divers moyens et outils, pouvant servir à identifier les travailleurs dont l'exposition est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE et à estimer leur exposition quotidienne au bruit, sont détaillés dans les pages qui suivent. Ils sont cohérents avec les exigences de l'approche réglementaire. L'étape d'identification de ces situations peut être effectuée par tous les milieux de travail. Les moyens ou outils proposés n'exigent pas nécessairement d'instruments de mesure (sonomètres intégrateurs, dosimètres), à l'exception de l'évaluation préliminaire. Le choix de ces moyens ou outils pourra varier en fonction des ressources disponibles pour les réaliser ou de l'accessibilité aux informations que cela nécessite. Seule exigence préalable essentielle, bien connaître le milieu en collectant des informations sur les tâches, postes, activités, équipements, procédés, etc., lors d'une visite de repérage ou exploratoire (décrite à la prochaine sous-section).

^A RSST (art. 134, 2^e al.) : « Il doit alors, dans l'année qui suit ce changement [situation de travail présentant un risque de dépassement des VLE], mesurer le niveau d'exposition quotidienne au bruit et celui de la pression acoustique de crête, conformément à la sous-section 4, **ou débiter la mise en œuvre d'un moyen raisonnable pour éliminer ou réduire le bruit à la source ou respecter les valeurs établies** à l'article 131 ou, à tout le moins, réduire l'exposition des travailleurs au bruit. » (NDLR : texte accentué en gras par l'auteur).

ACTIVITÉ PRÉALABLE À L'UTILISATION DE L'UN OU L'AUTRE DES MOYENS OU OUTILS D'IDENTIFICATION : CONNAÎTRE LE MILIEU DE TRAVAIL PAR UNE VISITE EXPLORATOIRE OU DE REPÉRAGE

Une visite exploratoire du milieu de travail est souvent effectuée avec une préoccupation pour le bruit en fonction des exigences réglementaires. Toutefois, l'approche devrait aussi, plus largement, considérer les risques pour l'audition qui peuvent survenir à des niveaux d'exposition quotidienne inférieurs ou égaux à ces VLE, soit entre 76 et 85 dBA ou à partir de 135 dBC pour des niveaux de pression acoustique de crête.

Cette activité est à réaliser, peu importe la ressource impliquée (externe, employeur ou travailleur affecté à cette tâche). Elle peut s'intégrer à l'évaluation préliminaire décrite à la section B.1.4.

Elle permet un repérage des lieux, une meilleure connaissance de l'ensemble des activités et des situations de travail tout en précisant les risques présents ou potentiels et des facteurs qui y contribuent (7,218). Elle fait appel à l'observation du milieu. Les informations recherchées concerneront par exemple :

- Nombre de quarts et durée des horaires de travail.
- Activités réalisées, matières premières utilisées, procédés en place, étapes de production, produits intermédiaires ou finis.
- Principales machines et outils en fonction (avec leur durée d'utilisation ou de fonctionnement, s'il y a lieu).
- Zones, machines, équipements, outils qui apparaissent plus bruyants; ceci constitue une première identification de sources de bruit plus importantes (voir encadré n° 5 présenté précédemment).
- Nombre de travailleurs par quart de travail, lieux de travail (ex. : département, section d'un chantier, etc.) et la durée de leur exposition.
- Fonctions et tâches des travailleurs, incluant celles qui sont régulières, ponctuelles (variables), exécutées à l'intérieur ou à l'extérieur d'un bâtiment ou dans un véhicule. La consultation des travailleurs et de leurs superviseurs ainsi que du comité de santé et de sécurité (CSS) est importante pour documenter ces aspects.
- L'environnement, le lieu dans lequel ce travail est fait (par exemple : types de murs, surfaces dures qui feront rebondir le bruit ou surfaces qui pourraient l'absorber, disposition des postes de travail).
- Variations significatives dans la production (ex. : production saisonnière, journées avec activités plus intenses).
- Présence ou utilisation de produits comme des solvants afin d'identifier les agents chimiques ototoxiques ou potentialisant les effets du bruit sur l'audition (157,203,210,211,219) (voir annexe 3, section A pour le repérage et la liste des agents chimiques actuellement reconnus pour de tels effets).
- Utilisation d'outils générant des vibrations aux mains et aux bras (157,203,210,211) (voir annexe 3, section B).

Figure 8 Exemples de situations générant des vibrations aux mains et aux bras



Source : WHO (2009), p. 3 et 4 (220).

	La norme CSA Z1007:F22 (157) précise des recommandations pour les interactions avec d'autres facteurs de risque pour l'audition aux sections 5.6.1 (ototoxicité), 5.6.2 (vibrations aux mains et aux bras) et 5.6.3 (effets combinés avec le bruit) ainsi qu'aux annexes B et C de cette norme.
	La présence d'agents chimiques ototoxiques ou potentialisant les effets du bruit ainsi que de vibrations aux mains et aux bras devrait être prise en compte dans les objectifs de réduction des niveaux d'exposition à atteindre.
	Voir l'annexe 3 et aussi la section C.3.7 sur les recommandations à considérer, le cas échéant, dans les rapports de mesure.

L'obtention ou la réalisation d'un schéma ou d'un plan sommaire (« carte », croquis) de l'environnement de travail ainsi que la prise de photos, lorsque permises, sont des outils de soutien aux premières observations recueillies lors de la visite, peu importe le milieu de travail. Le fait de disposer d'un plan pendant la visite permet d'y inscrire des informations spécifiques à certains postes ou lieux de travail (156,221).

De plus, des mesures ponctuelles de bruit (*spot checks*) à l'aide d'un sonomètre intégrateur, ou d'un dosimètre utilisé comme sonomètre intégrateur, peuvent être effectuées, bien qu'elles ne soient pas indispensables à cette étape (voir évaluation préliminaire, section B.1.4). Les résultats pourront éventuellement servir à établir la stratégie de mesure et l'ampleur de l'échantillonnage advenant la réalisation d'une évaluation approfondie.

	À noter que les applications de mesure de bruit pour des téléphones intelligents sont généralement peu exactes et peu précises. Elles ne peuvent se substituer à des instruments de mesure. Leur utilité reste très restreinte (voir les indications fournies à la section B.3.1 et à l'annexe 4).
	La revue de la littérature effectuée (section B.3.1 et l'annexe 4) permet de situer l'utilisation et l'utilité restreinte de ces applications pour estimer l'exposition des travailleurs, en tenant compte des plateformes sur lesquelles elles ont été déployées (iOS et Android).

L'ordre de présentation des moyens et outils dans ce guide ne doit pas être considéré comme hiérarchique, même si c'est une des manières de les utiliser. Lorsque des mesures antérieures sont disponibles, sous réserve qu'elles répondent aux conditions d'utilisation (section B.1.1), elles sont à favoriser par rapport aux autres outils ou moyens présentés dans cette section.

B.1.1 Résultats de mesures antérieures de l'exposition des travailleurs au bruit et autres indicateurs

Certains milieux de travail disposent déjà de mesures d'exposition ou d'indications qui leur permettent de préciser plusieurs situations de travail où l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE :

- Tout d'abord, à partir de résultats antérieurs de mesures de l'exposition des travailleurs au bruit disponibles pour l'établissement de travail (voir plus en détail ci-dessous).
- Le fait que certains milieux sont déjà connus ou reconnus comme bruyants en raison de leurs activités. Ex. : entreprises de produits métalliques, de sciage, etc.
- Enfin, il y a toutes ces situations de travail ou fonctions, connues préalablement, où des protecteurs auditifs sont déjà portés par des travailleurs (23).

La présence reconnue d'activités bruyantes et le port de protecteurs auditifs permettent souvent d'établir qu'il s'agit de milieux ayant plusieurs situations de travail dont l'exposition au bruit dépasse les VLE (« dépassement certain »). Si c'est le cas, cela serait suivi d'activités de réduction et de correction de l'exposition au bruit. Nul besoin de faire des mesures supplémentaires.

Quant à des résultats antérieurs de mesures, des données du niveau d'exposition quotidienne ou du niveau de pression acoustique de crête maximal sont disponibles dans certains milieux de travail. Ces résultats peuvent provenir du RSPSAT, d'une association sectorielle, de ressources en SST de l'établissement, d'une mutuelle de prévention ou de firmes privées. Comme bonne pratique, les résultats de mesures antérieures au 16 juin 2023, telles que décrites, peuvent être utilisés lorsqu'ils répondent à **toutes** les conditions suivantes :

- Ces mesures ont été effectuées il y a moins de 10 ans (222)^A.
- Ces mesures sont encore représentatives des situations actuelles dans le milieu de travail :
 - Au besoin, revalider les données antérieures par des mesures sonométriques^B (sonomètre intégrateur ou dosimètre utilisé comme sonomètre intégrateur);
 - L'établissement n'a pas connu de changements importants pouvant affecter les mesures antérieures d'exposition (p. ex. pas de changement de procédé, du taux de production, du nombre de travailleurs, aucun réaménagement des lieux, pas d'ajout ou de retrait d'équipements, entretien des équipements et outils effectué régulièrement, pas de déménagement...).

^A Selon l'expérience terrain, en l'absence de changements, l'utilisation de données de moins de 10 ans peut constituer une bonne pratique.

^B Mesures sonométriques : mesures du niveau de pression acoustique continu équivalent ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$) ou du niveau de pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeak}$) effectuées à l'aide d'un sonomètre dans un cadre exploratoire ou de vérification. Toutes les « règles » d'utilisation de l'instrument (étalonnage, paramétrage, position de mesure, etc.) doivent être appliquées (voir sections C.3.2 et C.3.3).

- Et, c'est aussi une bonne pratique que les mesures antérieures aient été réalisées selon les méthodes et les stratégies similaires à celles recommandées dans ce guide ou dans les normes relatives au mesurage de l'exposition alors en vigueur (durée suffisante, utiliser un facteur de bissection du bruit de 3 dB^A, etc.) (voir section C qui précise les divers éléments à prendre en compte pour un mesurage de qualité).

Dans le cas des mesures antérieures du niveau d'exposition quotidienne au bruit répondant aux conditions mentionnées ci-haut, celles qui dépassent la VLE de 85 dBA correspondent à un « dépassement CERTAIN » (figure 9) et doivent alors entraîner une démarche de réduction et de correction de l'exposition au bruit pour les situations de travail correspondantes.

Pour les mesures antérieures du niveau de pression acoustique de crête, elles doivent avoir été réalisées en dBC. Si le niveau maximum mesuré dépasse la VLE ($L_{p,Cpeakmax} > 140$ dBC), une démarche de réduction et de correction de l'exposition au bruit doit être réalisée pour ces situations de travail :

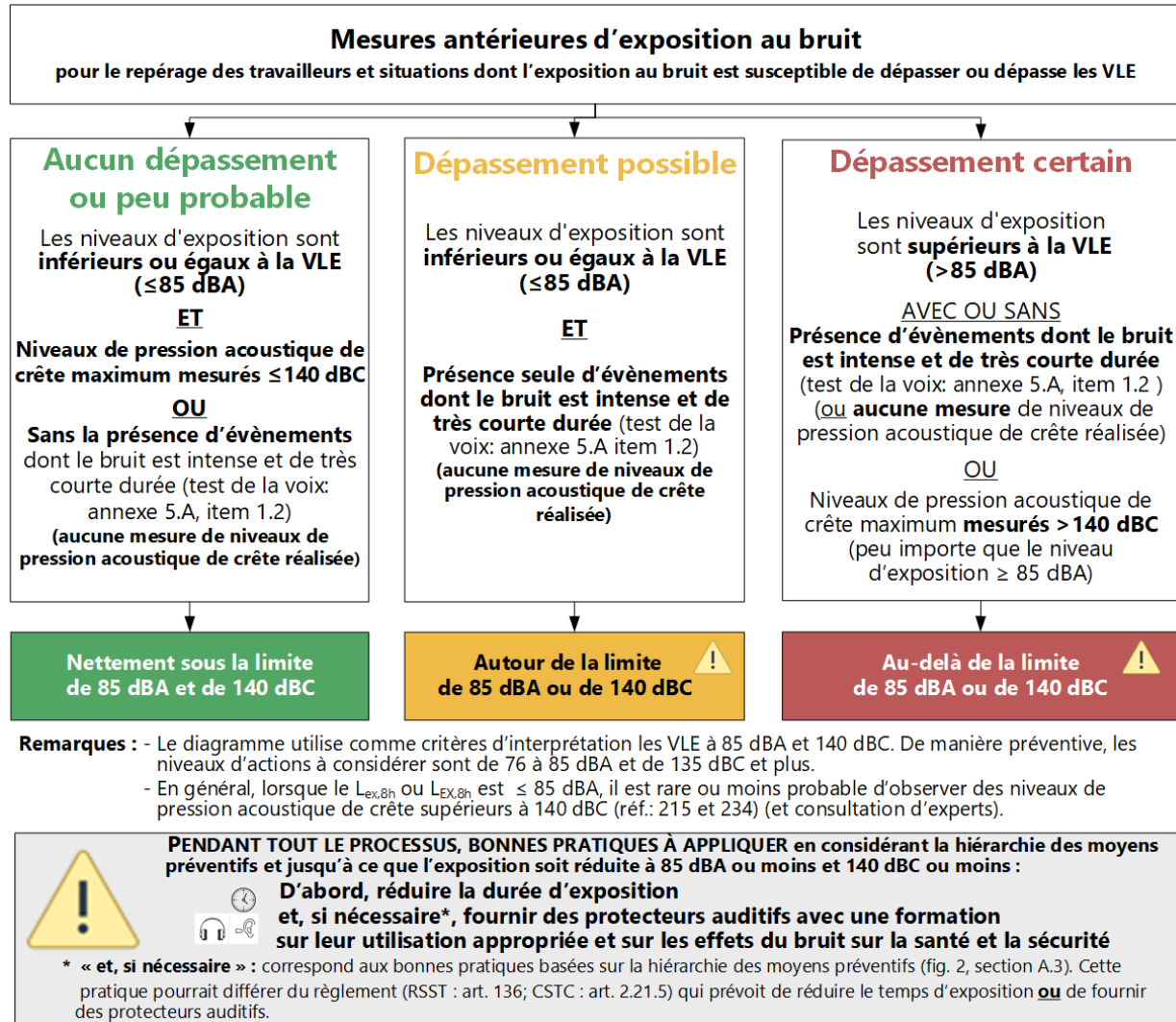
- En l'absence de telles mesures, évaluer si des bruits intenses et de très courtes durées (bruits impulsionnels) sont présents (ISO 9612 :2009(F), art. 9.1 et art. 10.2 avec sa note) (6,223), comme certains bruits décrits à l'annexe 5, section A du guide (item 1.2. Événements bruyants du « test de la voix ») et, dans le cas de la présence de tels bruits, les considérer « dépassement possible ».

Les mesures antérieures valides du niveau d'exposition au bruit et du niveau de pression acoustique de crête permettent de classer les travailleurs ou situations de travail entre trois groupes selon la possibilité que leur exposition au bruit dépasse les VLE :

- **Dépassement certain;**
- **Dépassement possible;**
- **Aucun dépassement ou dépassement peu probable.**

^A Il n'existe aucune table de conversion qui permet de transposer des résultats de mesures réalisées avec un facteur de bissection (Q) de 5 dB en résultats correspondant avec un facteur de bissection (Q) de 3 dB. Ceci est aussi confirmé dans la norme CSA Z107.56-F13, 2014 (annexe D.1 de cette norme) qui indique que seule l'utilisation d'un instrument qui mesure, à la fois, selon les deux réglages permet d'obtenir ces informations (9). **Cependant, un résultat d'exposition supérieur à 85 dBA/8 h, basé sur une mesure selon un facteur de bissection (Q) de 5 dB, dépasse aussi cette valeur lorsqu'un facteur de bissection (Q) de 3 dB est utilisé (> 85 dBA/8 h).**

Figure 9 Critères d'interprétation des mesures antérieures du niveau d'exposition au bruit ou du niveau de pression acoustique de crête (ou selon la présence d'événements bruyants intenses et de très courte durée)



Suivis à prévoir

Consulter le tableau 6 (section B.1.5), pour plus d'explications sur les suivis concernant les mesures antérieures. Il précise les étapes et actions à prévoir pour chacun des trois classements obtenus. Ces actions sont surtout centrées sur une approche visant à ne pas dépasser les VLE. Toutefois, elles peuvent être adaptées pour intégrer les niveaux d'actions préventives qui sont aussi recommandés (voir les remarques au bas de la figure 9 et section A.4.1).

B.1.2 « Test de la voix » ou test de communication dans le bruit

Un test simple permet d'identifier les travailleurs dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE. Cette méthode n'exige aucun mesurage du bruit et est très facile à réaliser (voir annexe 5, section A : Test de la voix et interprétation des résultats). Elle demande de vérifier quelques

éléments auprès de chaque travailleur en fonction de sa journée type de travail, comme la possibilité de tenir une conversation à 1 mètre (un peu plus que trois pieds ou la distance d'un bras).

Ce test peut être réalisé auprès de chaque travailleur :

- Par l'employeur, des membres du comité de santé et de sécurité ou un travailleur désigné aussi bien que toute personne-ressource en santé-sécurité.
- Lors de la visite exploratoire ou de repérage au cours de laquelle on ne disposerait pas d'instrument pour effectuer des mesures de bruit ponctuelles.
- Idéalement, autant la personne qui réalise le test, mais surtout chaque travailleur interrogé, devrait avoir une bonne audition pour obtenir une appréciation la plus juste possible (pas de perte auditive connue ou de difficulté à entendre dans un milieu non bruyant).
- Pour les travailleurs portant des protecteurs auditifs : leurs réponses au test doivent refléter leurs difficultés à communiquer sans le port de ceux-ci.

Le test permet de répondre à l'obligation d'identification des situations de travail dont l'exposition est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE prévues dans le RSST et le CSTC. Il tient compte, à la fois, de la limite quotidienne de 85 dBA pour 8 heures de travail et de la possibilité que le niveau de pression acoustique de crête maximal dépasse 140 dBC. Le test permet donc une estimation qualitative basée sur deux critères :

- La difficulté de tenir une conversation avec des collègues de travail situés à une distance de 1 mètre, soit un peu plus que la longueur d'un bras, même en criant^A.
- La présence d'événements bruyants importants (événements acoustiques intenses), même s'ils sont de très courte durée comme les bruits impulsionnels ou peu fréquents^B (annexe 5, section A, « test de la voix » : items 1.2 et 1.3).

^A Le fait d'entendre des mots lorsque quelqu'un crie est différent de pouvoir tenir une conversation avec cette personne (il faut comprendre ce que l'on nous dit et être en mesure de communiquer).

^B Ces événements ou opérations bruyantes particulières, même rares, peuvent avoir une influence très grande sur l'exposition des travailleurs. Par exemple l'utilisation d'une soufflette lors du dépeussierage, les chocs métalliques survenant lors de la manipulation d'acier, des alarmes ou un procédé occasionnel peuvent générer des niveaux de bruit très élevés (219). Ainsi, être exposé à un bruit de 115 dBA pendant 30 secondes équivaut au niveau d'exposition quotidienne réglementaire de 85 dBA (voir annexe 2). La liste proposée avec le test de la voix est notamment basée sur l'annexe A de la norme ISO 9612 : 2009 (F) (6).



Assises scientifiques de l'estimation du niveau d'exposition quotidienne au bruit par le test de la voix

De nombreuses études ont documenté les difficultés de communication dans le bruit et elles utilisent la même expression, soit travailler dans un « bruit si intense qu'il est difficile de tenir une conversation à quelques pieds de distance [1 mètre], même en criant... ». Cette expression validée est celle utilisée pour le test de la voix. Des illustrations du niveau de la voix en décibels et des efforts vocaux selon l'environnement sonore, tirées de la littérature scientifique, sont présentées aux figures A-15 et A-16 à l'annexe 5, section C.

Estimer le niveau d'exposition quotidienne à partir de la possibilité de tenir une conversation sur les lieux du travail, à courte distance, est issue d'une étude du US-EPA^A (224). Les constats de ces travaux ont permis de proposer cette approche comme première estimation de l'exposition au bruit autour 85 dBA. La validité de cette approche assez simple a d'ailleurs été confirmée dans une étude plus récente pour estimer rétrospectivement l'exposition au bruit en milieu de travail (225). La question qui est à la base du test a été et est utilisée dans les enquêtes (226–233) pour estimer le nombre de travailleurs exposés au bruit. De plus, elle est recommandée par diverses législations et organisations en SST ailleurs dans le monde (23,32,213,223,234–241) et par la CNESST (182,242). À la base, cette méthode simple repose sur des travaux scientifiques valides et robustes (224,243,244)^B.

À partir des observations et vérifications effectuées dans le milieu de travail, le test de la voix permet de classer les travailleurs ou situations de travail entre trois groupes selon la possibilité que leur exposition au bruit dépasse les VLE : **dépassement certain**; **dépassement possible**; **aucun dépassement ou dépassement peu probable** (voir tableau 4).

Tableau 4 Critères d'interprétation du « test de la voix » jumelés à la présence d'événements bruyants intenses pour estimer le niveau d'exposition quotidienne au bruit

Test de la voix : À QUELLE FRÉQUENCE, dans votre travail, un bruit intense rend difficile de tenir une conversation à un (1) mètre de distance (distance d'un peu plus d'un bras), même en criant	Bruits forts de courte durée	Interprétation de la possibilité de dépassement des VLE	Exemples
	Événements dont le bruit est intense		
...souvent (plus de la moitié du temps)	AVEC ou SANS la présence d'événements...	Dépassement certain	Atelier de produits en métal ou bois Meuleuse-rectifieuse
...parfois ou de temps en temps	AVEC ou SANS la présence d'événements...	Dépassement possible	Atelier d'usinage Perceuse
Jamais^S	AVEC la présence d'événements		
	Aucun	Aucun dépassement ou peu probable	Atelier de montage sans machines bruyantes

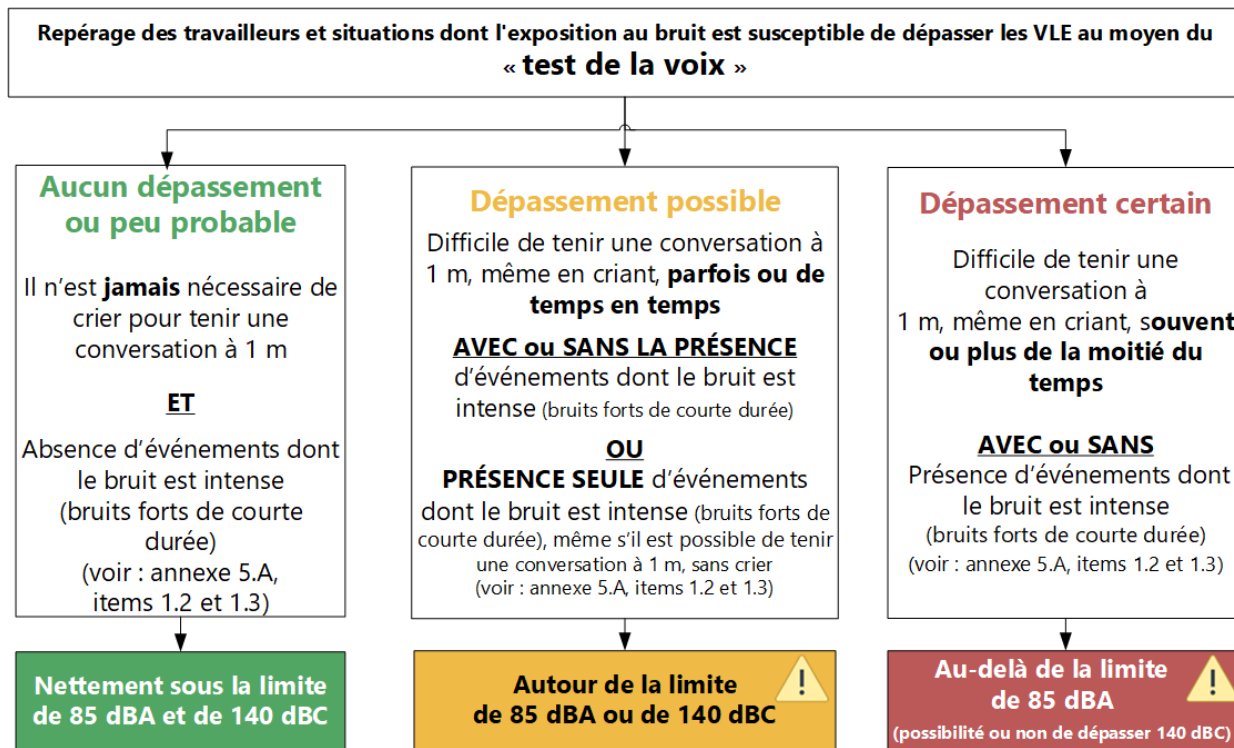
^S « Jamais » : travailler dans un bruit tel qu'on n'a jamais besoin de crier pour tenir une conversation avec des collègues de travail situés à un mètre de distance (distance d'environ un bras). Adapté à partir de Thiéry et Canetto, 2009 (223) et Trottier et coll., 2021 (245).

^A Au cours des années 1970, l'Agence américaine de l'environnement (US-EPA : Environmental Protection Agency) regroupait plusieurs ressources sur le bruit et avait alors demandé la réalisation de plusieurs études.

^B Le test de la voix proposé utilise une question et un critère différents de la description insérée dans le texte réglementaire pour les travailleurs des chantiers de construction (CSTC) (art. 2.21.7, paragr. 2°) lequel sert à préciser les besoins de protection individuelle de l'audition : « il n'est pas possible de converser à voix normale avec une autre personne, c'est-à-dire, sans hausser le ton ou crier, à une distance approximative d'un mètre, soit l'équivalent d'une distance d'environ un bras, l'un de l'autre... ».

Ces critères d'interprétation sont présentés aussi sous une autre forme à la figure 10.

Figure 10 Critères d'interprétation du « test de la voix » ou test de communication dans le bruit, jumelés à la présence d'événements bruyants intenses



Remarque : Selon la question utilisée pour le test de la voix, remplacer les critères d'interprétation présentés qui estiment l'exposition selon les VLE (voix criée) à 85 dBA et 140 dBC pour ceux des niveaux d'actions préventives correspondant à 76 à 85dBA et de 135 dBC et plus. **Consulter la note importante** , plus bas, pour les questions alternatives pour le test.

PENDANT TOUT LE PROCESSUS, BONNES PRATIQUES À APPLIQUER en considérant la hiérarchie des moyens préventifs et jusqu'à ce que l'exposition soit réduite à 85 dBA ou moins et 140 dBC ou moins :

 D'abord, réduire la durée d'exposition
et si nécessaire*, fournir des protecteurs auditifs avec une formation sur leur utilisation appropriée et sur les effets du bruit sur la santé et la sécurité

* « et, si nécessaire » : correspond aux bonnes pratiques basées sur la hiérarchie des moyens préventifs (fig. 2, sect. A.3). Cette pratique pourrait différer du règlement (RSST : art. 136; CSTC : art. 2.21.5) qui prévoit réduire le temps d'exposition ou fournir des protecteurs auditifs.

Pour estimer l'exposition au bruit selon les niveaux d'actions préventives, une question différente de l'approche précédente est à utiliser^A.

La question utilise un critère différent pour la difficulté de tenir une conversation. Ainsi, le fait d'« **élever la voix** » pour tenir une conversation permet d'estimer une **exposition d'environ 78-80 dBA** :

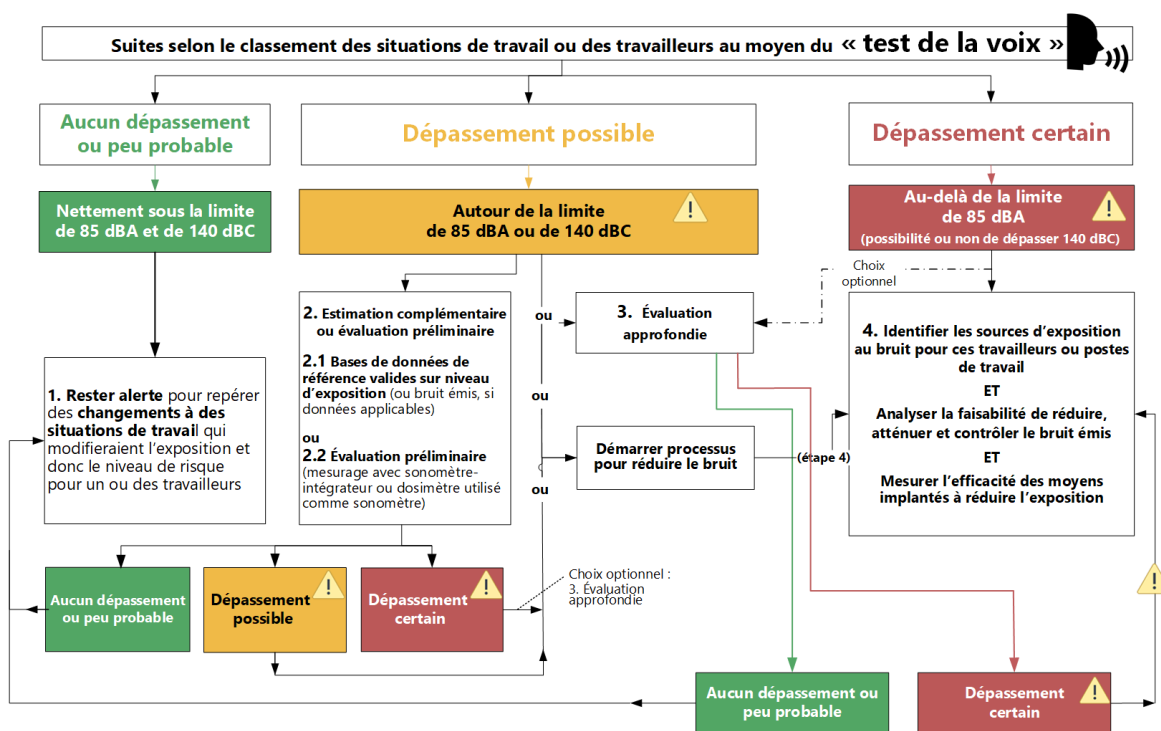
- À quelle fréquence le bruit intense au travail vous oblige d'**élever la voix** pour tenir une conversation à un mètre de distance (un peu plus que la longueur d'un bras)?

Une question intermédiaire a aussi été documentée dans les mêmes études^B selon le critère de « **parler très fort** » pour tenir une conversation, permet d'estimer une **exposition au bruit entre 80 et 85 dBA** :

- À quelle fréquence le bruit intense au travail vous oblige de **parler très fort** pour tenir une conversation à un mètre de distance (un peu plus que la longueur d'un bras)?

Note : le fait d'entendre des mots lorsque quelqu'un élève la voix ou parle très fort est différent de pouvoir tenir une conversation avec cette personne (il faut comprendre ce que l'on nous dit et être en mesure de communiquer).

Figure 11 Illustration des suites à donner selon le classement des situations de travail au moyen du test de la voix



Remarques : Selon la question utilisée pour le test de la voix, remplacer les critères d'interprétation présentés qui estiment l'exposition selon les VLE (voix criée) à 85 dBA et 140 dBC pour ceux des niveaux d'actions préventives correspondant à 76 à 85 dBA et de 135 dBC et plus.

PENDANT TOUT LE PROCESSUS, BONNES PRATIQUES À APPLIQUER en considérant la hiérarchie des moyens préventifs et jusqu'à ce que l'exposition soit réduite à 85 dBA ou moins et 140 dBC ou moins :

- D'abord, réduire la durée d'exposition
- et si nécessaire***, fournir des protecteurs auditifs avec une formation sur leur utilisation appropriée et sur les effets du bruit sur la santé et la sécurité.

* Remarque : « et, si nécessaire » : correspond aux bonnes pratiques basées sur la hiérarchie des moyens préventifs (fig. 2, section A.3. Cette pratique pourrait différer du règlement (RSST : art. 136; CSTC : art. 2.21.5) qui prévoit réduire le temps d'exposition **ou** fournir des protecteurs auditifs.

^A Les seuils mentionnés réfèrent à l'étude de Miller (1971) (243); voir figure A-16, annexe 5, section C.

^B Voir l'encadré antérieur sur les « Assises scientifiques de l'estimation du niveau d'exposition quotidienne au bruit par le test de la voix » et l'annexe 5, section C.

ENREGISTREMENT ET CONSERVATION DES RÉSULTATS AU « TEST DE LA VOIX »

C'est une bonne pratique qu'une copie de l'ensemble des résultats du « test de la voix » avec la date de cette estimation soit conservée par l'employeur dans son programme de prévention tenu à jour ou dans un registre. Un exemple est fourni au tableau A-7 de l'annexe 5. Ces informations seront utiles pour les suivis, en plus d'indiquer la prise en charge du bruit par l'employeur.

SUIVIS À PRÉVOIR

Consulter le tableau 6 (section B.1.5), pour des explications sur les suivis au test de la voix. Il précise à nouveau les étapes et actions à prévoir pour chacun des trois classements obtenus. Ces actions sont surtout centrées sur une approche visant à ne pas dépasser les VLE. D'ailleurs, l'estimation de l'exposition au bruit au moyen du test de la voix, présentée ici, reste partielle du fait qu'il est moins discriminant pour des niveaux d'exposition inférieurs à 85 dBA. Toutefois, ce test peut être adapté pour intégrer les niveaux d'actions préventives qui sont aussi recommandés (voir section A.4.1). Une question formulée selon des critères différents, comme présentée au bas de la figure 10, permettrait une estimation de ces expositions inférieures à 85 dBA.



Il est aussi possible de choisir une autre démarche comme l'utilisation de bases de données d'exposition au bruit (section B.1.3) ou une évaluation préliminaire (section B.1.4) pour estimer le niveau d'exposition quotidienne au bruit, au lieu d'effectuer le « test de la voix ».

B.1.3 Bases de données sur des niveaux d'exposition au bruit (métiers, tâches) ou d'émission de bruit (outils, équipements, situations de travail)



Note importante sur les bases de données

Pour le Québec, il n'existe aucune base de données ou liste spécifique adaptée au contexte des milieux de travail d'ici contenant des niveaux d'exposition au bruit. Les données de référence provenant d'autres pays, notamment les mesures effectuées dans le cadre d'une application réglementaire différente, peuvent présenter des limites importantes et doivent donc être utilisées avec précaution.

De plus, les bases de données ne fournissent aucune estimation pour le niveau de pression acoustique de crête. D'où l'importance de repérer la présence de bruits intenses et de très courte durée (bruits impulsionnels), comme certains bruits décrits aux items 1.2 et 1.3 du « test de la voix » à l'annexe 5, section A et, dans le cas de la présence de tels bruits, les considérer comme un « dépassement possible ». Par ailleurs, seul un mesurage en dBC permet une appréciation plus juste, tant de la nocivité des bruits identifiés que de la probabilité de dépasser la VLE de 140 dBC ($L_{p,Cpeak}$).

TYPES DE BASES DE DONNÉES

Dans cette section, le terme « bases » de données réfère soit à un ensemble de données organisées et structurées dans une application ou dans un fichier électronique (base de données) ou à des listes ou tableaux de référence parfois subdivisés par secteurs d'activité ou métiers, comme celles publiées par des organismes en SST ou des commissions d'accidents de travail.

Il existe deux types de données groupées dans des « bases » sur le bruit qui répondent à des besoins très différents. Celles sur les **données d'exposition** sont à privilégier pour identifier les situations de travail dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE (ou dont l'exposition peut être

nocive pour l'audition des travailleurs). Celles sur les **données sur le bruit émis** par des outils spécifiques, des machines, des équipements servent principalement à identifier les moins bruyants parmi ceux documentés. Toutefois, elles peuvent avoir une certaine utilité pour estimer l'exposition quotidienne, en l'absence d'autres données, mais à certaines conditions (voir ci-dessous après le tableau 5).

- **Bases avec des niveaux d'exposition des travailleurs au bruit** : tâches, métiers, secteurs d'activités, etc. À titre d'exemples, il y a :
 - Les listes (tableaux) de la Suva (Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents) (246,247);
 - La base de données « Noise JEM » (248,249);
 - La majorité des données de cette base sous-estiment le risque de pertes auditives puisque les mesures sont réalisées avec un facteur de bissection $Q = 5$ dB (p. ex. OSHA, MSHA) et non pas de 3 dB (p. ex. NIOSH)^A.
 - Les listes diffusées par la Commission des accidents du travail de la Colombie-Britannique^B (251,252) et celle du ministère du Travail, de la Formation et du Développement des compétences en Ontario qui fournissent des données pour quelques métiers^C (253);
 - L'annexe 2 de la norme ANSI/ASSE A 10.46-2013 (254) qui fournit des niveaux d'exposition probables pour certains outils utilisés dans le secteur de la construction avec la référence d'où proviennent les données rapportées;
 - Les rapports du NIOSH sur les évaluations de risques pour la santé (*Health Hazard Evaluations* ou *HHE*) (255) qui permettent de repérer les rapports comportant des évaluations de l'exposition au bruit effectuées dans certains secteurs d'activités (voir des exemples de recherche dans les bases de données à l'annexe 6, section A) :
 - Les mesures de bruit dans les HHE réalisées entre 1996 et 2013 ont été groupées dans une base de données (256) intégrée dans un chiffrier Excel téléchargeable. Cette base assemble les résultats de 77 rapports divisés en deux onglets : résultats de dosimétries (plus de 800 mesures) et pour des zones (*area*) de travail (582 mesures) (voir l'annexe 6, section A pour les modalités de recherche dans cette base des données).

^A Cette base, financée par le NIOSH, a notamment utilisé des données provenant d'un fichier Excel élaboré dans le cadre de travaux du laboratoire de la compagnie 3M et de l'université du Michigan : *Noise Navigator* (250). La base « Noise JEM » contient très majoritairement des données produites selon les exigences des organismes américains OSHA (*Occupational Safety & Health Administration*) ou MSHA (*Mine Safety & Health Administration*). Ces données sous-estiment le risque de pertes auditives. En date du 29 octobre 2023, à partir du menu *Overview* et de l'onglet *Summary of data*, cette base contenait 1 071 602 résultats de mesures effectués entre 1963 et 2015. Ces résultats étaient répartis comme suit : 740 908 (OSHA), 318 503 (MSHA) et 12 191 (NIOSH), soit 1,1 %. À noter que seules les données de NIOSH qui peuvent être utilisées.

^B Données pour certains métiers des secteurs suivants : agriculture, atelier de réparation pour automobiles, construction, loisirs (casino, gyms, boîtes de nuit), forêt, municipalités, hôpitaux, papetière, scieries et écoles.

^C Données pour quelques métiers des secteurs de la construction, des mines et de l'agriculture.

Tableau 5 Avantages, limites et inconvénients des bases de données de référence pour estimer le niveau d'exposition quotidienne au bruit

Éléments à considérer	Avantages	Inconvénients, limites
Conditions de mesurage (Validité et représentativité)	Suva (en Suisse) : les « tableaux des niveaux sonores » (données d'exposition) sont faits par leurs acousticiens qui se rendent dans les entreprises et y font le mesurage d'activités « typiques » pour différents domaines d'activités et de professions (257). Rapports HHE du NIOSH : Les données de ces rapports incluent des indications sur les conditions de mesure et l'ampleur du mesurage effectué.	Dans la plupart des cas, absence de précisions sur la méthode et les conditions de mesure (opérations, entretien...).
Comparabilité avec les tâches ou métiers exercés au Québec (Représentativité)	Si elles sont employées avec précaution , c.-à-d. en tenant compte du contexte et de la provenance des données.	Sous-estimation possible de l'exposition (hypothèse) due aux pratiques de travail (outils, tâches ou métiers) qui peuvent différer de la situation québécoise selon le continent ou le pays de provenance des données ou de la base données.
Sous-estimation de l'exposition réelle et des risques pour l'audition (Facteur de bissection du bruit différent Q = 5 dB plutôt que Q = 3 dB exigé par le RSST et CSTC depuis le 16 juin 2023)	Une exposition supérieure à 85 dBA (avec Q = 5 dB) sera aussi supérieure à 85 dBA avec Q = 3 dB et dépassera donc la VLE; « Noise JEM » contient aussi des niveaux d'exposition semblables aux exigences québécoises (critères du NIOSH : facteur de bissection du bruit identique), mais elles ne représentent que 1,1 % des données contenues dans cette base.	« Noise JEM » : la majorité des données américaines disponibles pour le secteur industriel proviennent de mesures réalisées selon les paramètres d'OSHA (facteur de bissection du bruit différent). Des résultats OSHA inférieurs ou équivalents à 85 dBA pourraient dépasser la VLE réglementaire (> 85 dBA) ^a . « Noise JEM » (154) : contient très majoritairement des données qui ne correspondent pas aux normes internationales pour évaluer le risque pour l'audition, ni aux exigences réglementaires québécoises (facteur de bissection différent).
Maturité, ancienneté des données et leur représentativité	Tableaux de niveaux d'exposition produits de la Suva sont évolutifs et donc mis à jour (257); « Noise JEM » : permet de sélectionner des données selon une période (la plus récente actuellement étant 2015); Des données, même anciennes (p. ex. d'au plus 10 ans) peuvent être utilisées. L'important est qu'elles soient représentatives de la situation qu'on cherche à évaluer.	Des données anciennes (p. ex. « Noise JEM » contient des mesures remontant à 1963) qui ne peuvent être utilisées pour des situations actuelles. Pour certaines données, aucune date de réalisation des mesures n'est fournie (p. ex. données des commissions des accidents du travail). Absence de la date où les mesures de référence ont été effectuées et manque d'informations sur les méthodes et conditions de mesure.

^a Rappel : il n'existe aucune table de conversion qui permet de transposer des résultats de mesures faites selon un facteur de bissection (Q) de 5 dB (L_{OSHA}) en résultats correspondant avec un facteur de bissection (Q) de 3 dB. Ceci est aussi confirmé dans la norme CSA Z107.56-F13, 2014 (annexe D.1 de cette norme) qui indique que seule l'utilisation d'un instrument qui mesure, à la fois, selon les deux réglages permet d'obtenir ces informations (8). **Cependant, un résultat d'exposition supérieur à 85 dBA/8 h, basé sur une mesure selon un facteur de bissection (Q) de 5 dB, dépasse aussi cette valeur lorsqu'un facteur de bissection (Q) de 3 dB est utilisé (> 85 dBA/8 h).**

Tableau 5 Avantages, limites et inconvénients des bases de données de référence pour estimer le niveau d'exposition quotidienne au bruit (suite)

Éléments à considérer	Avantages	Inconvénients, Limites
Biais possibles dans les données d'exposition		Certains résultats ont été produits suite à des demandes ciblées des milieux de travail. Des données peuvent concerner les pires situations, sans que cela ne soit mentionné.
Utilité pour les entreprises	Suva (Suisse) : selon leur expérience, la disponibilité d'une base de données nationales, sous forme de tableaux groupant des niveaux d'exposition au bruit, aide les petites et moyennes entreprises à estimer l'exposition de leurs employés de manière très efficace. Cela leur permet de diriger leurs efforts sur les mesures de prévention plutôt que sur la mesure du bruit (247). Utilité seulement indicative – et non pas une « certitude » -des bases citées dans cette section pour estimer l'exposition en l'absence de mesurage. Lorsqu'un accès restreint à des services d'hygiène du travail limite la réalisation d'études de bruit, les bases de données sont une option à considérer (258).	

- **Bases avec des niveaux de bruit émis par des** outils, machines ou équipements, etc. La plus connue parmi ces bases est celle sur le bruit des outils élaborée par l'institut américain en santé et sécurité du travail, le NIOSH^A (259,260). La Nouvelle-Zélande a aussi publié une liste pour des outils communément utilisés dans le domaine de la construction (261). Pour sa part, l'organisme en SST de la Colombie-Britannique (251,252) et l'Ontario (253) publient des documents qui contiennent des données sur le bruit de certains équipements. Enfin, l'Union européenne dispose d'une base sur les émissions de bruit des équipements utilisés à l'extérieur^B (construction, services publics, entretien paysager...) (262).
 - Données très difficilement utilisables pour estimer l'exposition des travailleurs;
 - **SAUF** le fait d'utiliser régulièrement des outils bruyants (> 85 dBA) peut être une indication d'une « exposition certaine » au bruit.
 - Données utiles pour identifier des sources de bruit;
 - Certaines bases de données ont été conçues afin de repérer et choisir les outils les moins bruyants;
 - Les données sur le niveau de bruit émis sont plus universelles, du fait que les fabricants distribuent leurs produits dans un très grand nombre de pays. Cependant, les niveaux de bruit des outils et machines peuvent varier entre l'Europe et l'Amérique du Nord. Cela peut être le cas des données de la base sur les émissions de bruit des équipements utilisés à l'extérieur, en raison des normes

^A La Power Tools Database créée par des chercheurs du NIOSH contient les outils disponibles dans les magasins de détail ou par achat en ligne en 2011.

^B La Noise emissions for outdoor equipment – Database est un outil en ligne servant à gérer le traitement des déclarations de conformité, en relation avec la directive 2000/14/CE sur les émissions sonores de ces équipements.

applicables selon le continent, comme les directives européennes sur le bruit des équipements et outils utilisés à l'extérieur (263,264) ou le bruit des machines (265)^A.

Les critères d'interprétation des résultats d'exposition obtenus à l'aide des bases de données se présentent comme suit (figure 12).



Précisions - Figure 12 qui suit :

Pour les situations de travail avec un « dépassement possible », le niveau de 82 dBA est utilisé pour tenir compte de l'incertitude des mesures^B.

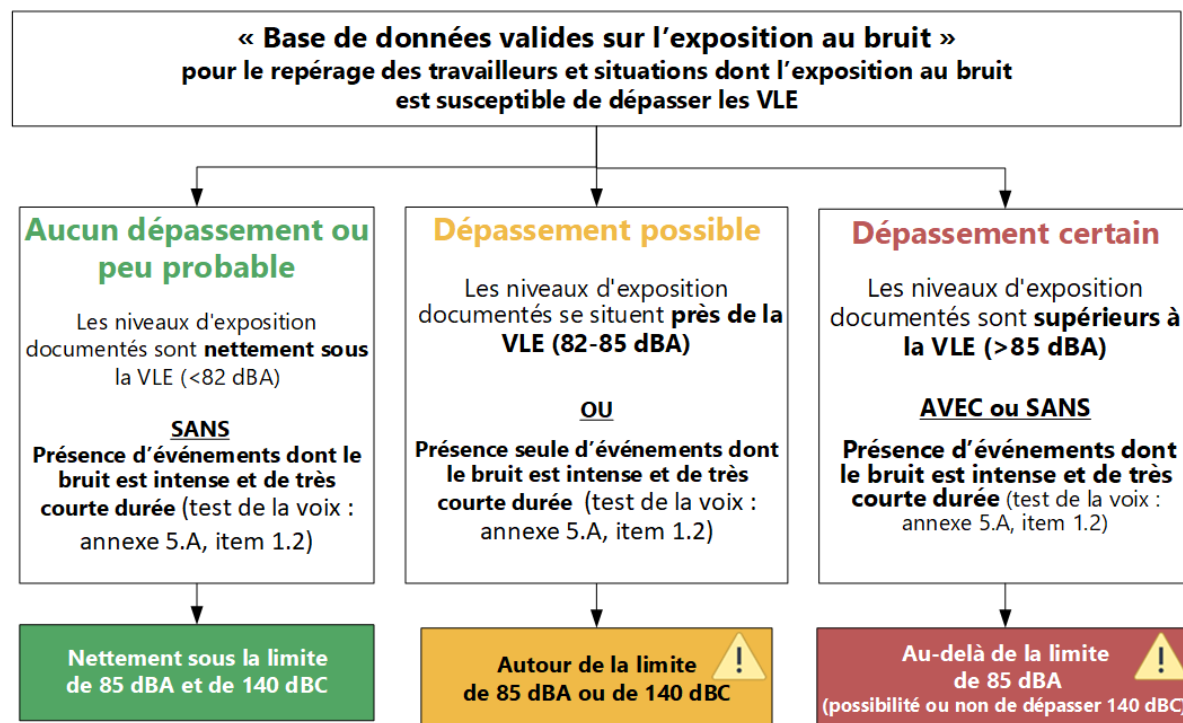
Aucune base de données ne fournit d'informations pour estimer le niveau de pression acoustique de crête, incluant les rapports *Health Hazard Evaluations* (HHE) du NIOSH^C (voir annexe 6, section A). Et, en l'absence de résultats pour le $L_{p,Cpeakmax}$, il y aura lieu de repérer la présence de bruits intenses et de très courte durée (bruits impulsionnels), comme certains bruits décrits à l'item 1.2 du « test de la voix » (annexe 5, section A) et, dans le cas de la présence de tels bruits, les considérer « dépassement possible ».

^A Ces directives sont présentées sommairement aux pages 97-101 du « Guide de bonnes pratiques à caractère non contraignant pour la mise en œuvre de la directive 2003/10/CE (bruit sur le lieu de travail) » (211).

^B Les niveaux de 82 dBA (219,223,234), et éventuellement de 137 dBC (210) pour le niveau de pression acoustique de crête, sont utilisés pour tenir compte de l'incertitude (marge d'erreur) de la mesure. Un résultat proche à 3 dBA près d'une limite réglementaire, provenant d'une estimation par base de données ou d'une évaluation préliminaire, imposerait de garantir le non dépassement d'une VLE par des mesures d'exposition précises (223,234). Par conséquent, un tel facteur de 3 dB (A ou C selon le cas) n'est pas appliqué lorsqu'une évaluation approfondie est réalisée, comme pour les mesures antérieures du niveau d'exposition au bruit ou du niveau de pression acoustique de crête (voir sections B.1.1 et C).

^C Dans les rapports HHE, les données d'exposition relatives au niveau de pression acoustique de crête sont exprimées en dB selon l'indicateur *peak noise level* et ne devant pas dépasser selon les recommandations du NIOSH, 140 dB_{peak}. Ces mesures, n'ayant pas été réalisées avec la pondération C, ne sont pas comparables avec la VLE du Québec et avec les normes applicables pour mesurer les bruits impulsionnels.

Figure 12 Critères d'interprétation des bases de données sur l'exposition au bruit



Remarques : - Le diagramme utilise comme critères d'interprétation les VLE à 85 dBA et 140 dBC. De manière préventive, les niveaux d'actions à considérer sont de 76 à 85 dBA et de 135 dBC et plus.
 - Autant pour les critères des VLE que pour les niveaux d'actions préventives, il faut soustraire 3 dBA et 3 dBC pour considérer l'incertitude de la mesure.
 - En général, lorsque le $L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$ est $\leq 82-85$ dBA, il est rare ou moins probable d'observer des niveaux de pression acoustique de crête supérieurs à 137-140 dBC (réf.: 215 et 234) (et consultation d'experts).

PENDANT TOUT LE PROCESSUS, BONNES PRATIQUES en considérant la hiérarchie des moyens préventifs et jusqu'à ce que l'exposition soit réduite à 85 dBA ou moins et à 140 dBC ou moins :

D'abord, réduire la durée d'exposition
et, si nécessaire*, fournir des protecteurs auditifs et une formation sur leur utilisation appropriée et sur les effets du bruit sur la santé et la sécurité

* « et, si nécessaire » : correspond aux bonnes pratiques, basées sur la hiérarchie des moyens préventifs (fig. 2, sect. A.3). Cette pratique pourrait différer du règlement (RSST : art. 136 et CSTC : art. 2.21.5) qui prévoit réduire le temps d'exposition **ou** fournir des protecteurs auditifs.

SUIVIS À PRÉVOIR

Consulter le tableau 6 (section B.1.5), pour plus d'explications sur les suivis recommandés pour les bases de données. Il précise les étapes et actions à prévoir pour chacun des trois classements obtenus. Ces actions sont surtout centrées sur une approche visant à ne pas dépasser les VLE. Toutefois, elles peuvent être adaptées pour intégrer les niveaux d'actions préventives qui sont aussi recommandés (voir les remarques au bas de la figure 12 et la section A.4.1).

B.1.4 Évaluation préliminaire

Une évaluation préliminaire est un autre moyen qui permet d'identifier les travailleurs ou situations de travail dont l'exposition est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE. Dans le RSPSAT, elle vise à identifier les travailleurs susceptibles d'être exposés au-delà des niveaux d'actions préventives ce qui, selon les pratiques, peut justifier de procéder à une évaluation approfondie (219).

L'évaluation préliminaire comprend des mesures ponctuelles de bruit (*spots checks*) réalisées dans une zone de travail particulière en notant le niveau de pression acoustique continu équivalent ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$) aux endroits mesurés; s'il y a lieu, cela comprendra aussi des niveaux de pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeak}$). L'évaluation préliminaire est réalisée à l'aide d'un sonomètre intégrateur ou d'un dosimètre utilisé comme sonomètre intégrateur (voir section B.2), satisfaisant aux normes dans le domaine et minimalement aux exigences des instruments de classe 2. Toutes les « règles » d'utilisation de l'instrument (étalonnage, paramétrage, position de mesure, etc.) doivent être appliquées (voir sections C.3.2 et C.3.3).



Applications sur téléphones intelligents (Important consulter aussi la section B.3.1)

En général, les applications de mesure de bruit pour des téléphones intelligents sont peu exactes, peu précises et elles ne peuvent se substituer à des instruments de mesure de bruit comme le sonomètre intégrateur ou le dosimètre.

Pour l'étape de l'évaluation préliminaire, il existe quelques applications qui sont plus précises, et uniquement sur plateforme iOS, mais à condition d'y brancher un microphone externe qui doit être étalonné avec une source sonore d'étalonnage. De plus, les réglages (*settings*) des applications doivent sélectionner seulement « ISO »^A. Comme pour un instrument de mesure, toutes les « règles » d'utilisation (étalonnage, paramétrage, position de mesure, etc.) sont à appliquer (voir sections C.3.2 et C.3.3).

Sans toutes ces conditions, il faut considérer que les applications peuvent montrer des écarts importants (marge d'erreur) pouvant aller jusqu'à ± 10 dBA (234).

Dans le contexte du respect des limites réglementaires, le mesurage permet d'estimer si le niveau d'exposition est inférieur ou non à 82 dBA^B. Ce niveau peut être aussi être adapté selon les niveaux d'actions préventives. Lors des mesures, il faut aussi s'attarder au type de bruit (p. ex. les bruits impulsionnels) et à la durée d'exposition. Des mesures complémentaires du niveau de pression acoustique de crête en dBC sont parfois nécessaires lorsqu'il y a un doute que le $L_{p,Cpeakmax}$ puisse dépasser la VLE de 140 dBC (entre 137-140 dBC, en raison de l'erreur de mesure).

^A Le réglage « NIOSH » sur l'application « NIOSH SLM » ne traite que les niveaux sonores ≥ 80 dBA; le seuil d'intégration est donc supérieur à ce qui est recommandé (voir section C.3.2).

^B Les niveaux de 82 dBA (219,223,234), et éventuellement de 137 dBC (210) pour le niveau de pression acoustique de crête, sont utilisés pour tenir compte de l'incertitude (marge d'erreur) de la mesure. Un résultat proche à 3 dBA près d'une limite réglementaire, provenant d'une estimation par base de données ou d'une évaluation préliminaire, imposerait de garantir le non dépassement d'une VLE par des mesures d'exposition précises (223,234). Par conséquent, un tel facteur de 3 dB (A ou C selon le cas) n'est pas appliqué lorsqu'une évaluation approfondie est réalisée, comme pour les mesures antérieures du niveau d'exposition au bruit ou du niveau de pression acoustique de crête (voir sections B.1.1 et C).

Il faut aussi s'informer des événements acoustiques rares et intenses (annexe 5, section A), « test de la voix » : items 1.2 et 1.3) afin que de prendre en compte leur niveau de pression acoustique continu équivalent ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$) et leur durée estimée^A. L'insertion de ces données dans la « calculette » proposée par la CNESST^B, ou chiffriers (« calculettes ») d'autres organisations, aidera à préciser l'impact sur l'exposition des travailleurs concernés (voir section suivante, la section C.3.6.2 et un exemple d'utilisation à l'annexe 7).



Lors de l'évaluation préliminaire, les exigences d'arrondissement des résultats, prévues dans les normes de mesure et présentées à la section C.3.6.2 et l'annexe 7, ne s'appliquent pas.

Au cours de l'évaluation préliminaire, les mesures de bruit sont complétées en notant par exemple :

- Les mesures de contrôle du bruit déjà en place^C.
- Les informations qui n'auraient pas été recueillies lors de la visite exploratoire ou de repérage initial : localiser les sources de bruit sur un croquis et noter l'aménagement des lieux (revêtement des plafonds et des murs, type de plancher, emplacement des postes de travail) (266).

Outils complémentaires à l'évaluation préliminaire : chiffriers (« calculettes »)

Des chiffriers (« calculettes ») permettent de combiner plus facilement plusieurs résultats de mesure pour calculer le niveau d'exposition quotidienne au bruit. Ils sont aussi très utiles dans le cadre de l'évaluation préliminaire pour estimer ce niveau d'exposition quotidienne. L'utilisation de ces outils pré suppose :

- Un découpage des tâches ou des activités de travail d'un ou de plusieurs travailleurs dont l'exposition est similaire.
- La durée de chacune des tâches ou activités ainsi que le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$).

L'ensemble des niveaux mesurés ne pouvant être additionnés directement, ces outils viennent faciliter le travail d'intégrer toutes ces informations pour obtenir le niveau d'exposition quotidienne des travailleurs au bruit. Et, comme mentionnée précédemment, dans le cadre d'une évaluation préliminaire, son utilisation permet d'estimer un niveau d'exposition. Dans le RSPSAT, l'outil de calcul intégré dans le module hygiène du SISAT peut être utilisé.

Un autre intérêt de plusieurs de ces outils est qu'ils permettent d'identifier les tâches ou activités ayant une contribution importante dans l'exposition quotidienne du ou des travailleurs concernés. C'est notamment le cas des chiffriers (« calculettes ») proposés par l'Institut National de Recherche et de

^A Ces événements ou opérations bruyantes particulières, même rares, peuvent avoir une influence très grande sur l'exposition des travailleurs. Par exemple l'utilisation d'une soufflette lors du dépoussiérage, les chocs métalliques survenant lors de la manipulation d'acier, des alarmes ou un procédé occasionnel peuvent générer des niveaux de bruit très élevés (219). Ainsi, être exposé à un bruit de 115 dBA pendant 30 secondes équivaut au niveau d'exposition quotidienne réglementaire de 85 dBA (voir annexe 2). La liste proposée avec le test de la voix est notamment basée sur l'annexe A de la norme ISO 9612 : 2009 (F) (6).

^B Bien que cette calculette ait été prévue explicitement pour répondre à l'exigence réglementaire pour le calcul de la réduction de la durée d'exposition (RSST : art. 137, paragr. 2^o; CSTC : art. 2.21.6, paragr. 2^o), elle pourrait aussi servir au calcul du niveau d'exposition au bruit puisqu'elle intègre les formules présentées aux articles 131 (RSST) et 2.21.2 (CSTC).

^C Si de telles mesures sont en place, cela permet d'en vérifier l'efficacité lors du mesurage – même préliminaire. Il arrive parfois que des moyens de réduction et de correction soient retirés, mal installés, modifiés, brisés ou incomplets ce qui affecte évidemment leur efficacité. Ceci montre l'importance de les noter au cours de cette étape.

Sécurité (INRS) (267) et, par la Suva^A (Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents) (268), présentés ci-dessous^B.



OUTILS DE CALCUL

Note : des explications et des exemples d'utilisation sont présentés à l'annexe 7

Dans le cadre d'une évaluation préliminaire, l'utilisation d'un outil de calcul permet l'estimation d'un niveau d'exposition

« Calculatrice » en ligne

Au Québec, la CNESST propose une « calculatrice » (269) pour la réduction du temps d'exposition quotidienne au bruit des travailleurs en permettant de faire des simulations de l'impact d'une telle réduction sur le niveau d'exposition (RSST : art. 137; CSTC : art. 2.21.6). On peut aussi intégrer directement les résultats de mesures du bruit effectués pour différentes tâches et durées d'exposition au cours d'une journée de travail. Elle peut permettre ainsi de calculer le niveau d'exposition pour une journée entière ($L_{EX,8h}$, $L_{EX,8h}$) à partir des différentes tâches qui composent la journée de travail. La « calculatrice » est accessible en ligne :

<https://servicesenligne.cnesst.gouv.qc.ca/prevention/calculatrice-bruit/index.aspx> [adresse consultée le 26 août 2024].

Chiffriers (« calculatrices ») à télécharger

Au Royaume-Uni, l'organisme en santé et sécurité du travail, le *Health & Safety Executive* (HSE) rend disponible un chiffrier (en anglais), format Excel (270), qui permet de calculer le niveau d'exposition quotidienne en plus d'intégrer la méthode des points d'exposition. Elle permet aussi de calculer un niveau d'exposition hebdomadaire ($L_{EX,40h}$ ou $L_{EX,40h}$). Ce chiffrier est directement accessible et peut être téléchargé à partir de cette adresse au moment de la publication du guide : <https://www.hse.gov.uk/noise/assets/docs/noise-exp-calc.xlsm> (adresse consultée le 26 août 2024).

En Suisse, la Suva dispose aussi d'un chiffrier, format Excel (268). Cet outil permet de calculer le niveau d'exposition quotidienne, hebdomadaire ($L_{EX,40h}$ ou $L_{EX,40h}$) ou annuelle ($L_{EX,2000h}$ ou $L_{EX,2000h}$). Il peut être téléchargé à partir de cette adresse : <https://www.suva.ch/fr-ch/download/outils-et-test/calcul-des-niveaux-de-pression-acoustique-et-d-exposition-au-bruit/standard-variante> (adresse consultée le 26 août 2024).

En France, l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) a également développé le même genre d'outil, en format Excel (267), pour calculer le niveau d'exposition quotidienne. Cet outil peut aussi être téléchargé : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil23> (adresse consultée le 26 août 2024).

Pour sa part, le site de l'INRS propose aussi une calculatrice qui permet notamment d'effectuer les calculs de l'incertitude prévus dans la norme ISO 9612 :2009(F) (271) : <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil24> (adresse consultée le 26 août 2024).

En Ontario, les Centres de santé des travailleurs de l'Ontario disposent aussi d'un chiffrier, en format Excel, téléchargeable à partir de cette adresse : https://www.ohcow.on.ca/edit/files/general_handouts/noisecalculator.xls (adresse consultée le 26 août 2024).

^A Suva : en allemand, *Schweizerische Unfallversicherungsanstalt*. L'outil de calcul de la Suva présente la contribution au moyen d'un indicateur visuel (affichage de bâtonnets selon l'importance de la contribution) et non pas selon une proportion relative dans l'exposition globale comme le fait le chiffrier de l'INRS.

^B Les outils de calcul du HSE et des Centres de santé des travailleurs de l'Ontario ne sont pas mentionnés ici, car ils ne présentent pas de calcul de la contribution relative dans le niveau d'exposition global, comme c'est le cas pour le chiffrier proposé par l'INRS. Les outils de ces deux organisations affichent le résultat partiel de chaque tâche (niveau d'exposition 8 h ou le pourcentage par rapport à une VLE de 85 dBA) permettant toutefois une certaine comparaison de leur contribution à l'exposition globale.

Outil complémentaire à l'évaluation préliminaire : la méthode des points d'exposition

Principalement utilisée en Europe^A, la méthode des points d'exposition permet de synthétiser les résultats de mesure simplement dans le cadre d'une démarche systématique. Son objectif est de produire une estimation du niveau d'exposition quotidienne en divisant une journée de travail typique en plusieurs périodes regroupant les tâches et en considérant l'exécution de travaux particuliers. « Elle fournit un résultat sans requérir les calculs complexes de la méthode normalisée » (Thiéry et coll., p. 30) (223). Elle peut aussi permettre d'identifier les tâches qui contribuent le plus à l'exposition au bruit, ce qui est utile pour faire les recommandations préventives appropriées.

Malgré la simplification des calculs, l'utilisation des tableaux de pointage selon les résultats de chaque découpage de la journée reste plus complexe que le recours à un des chiffriers (« calculettes ») comme présenté précédemment dans cette section.

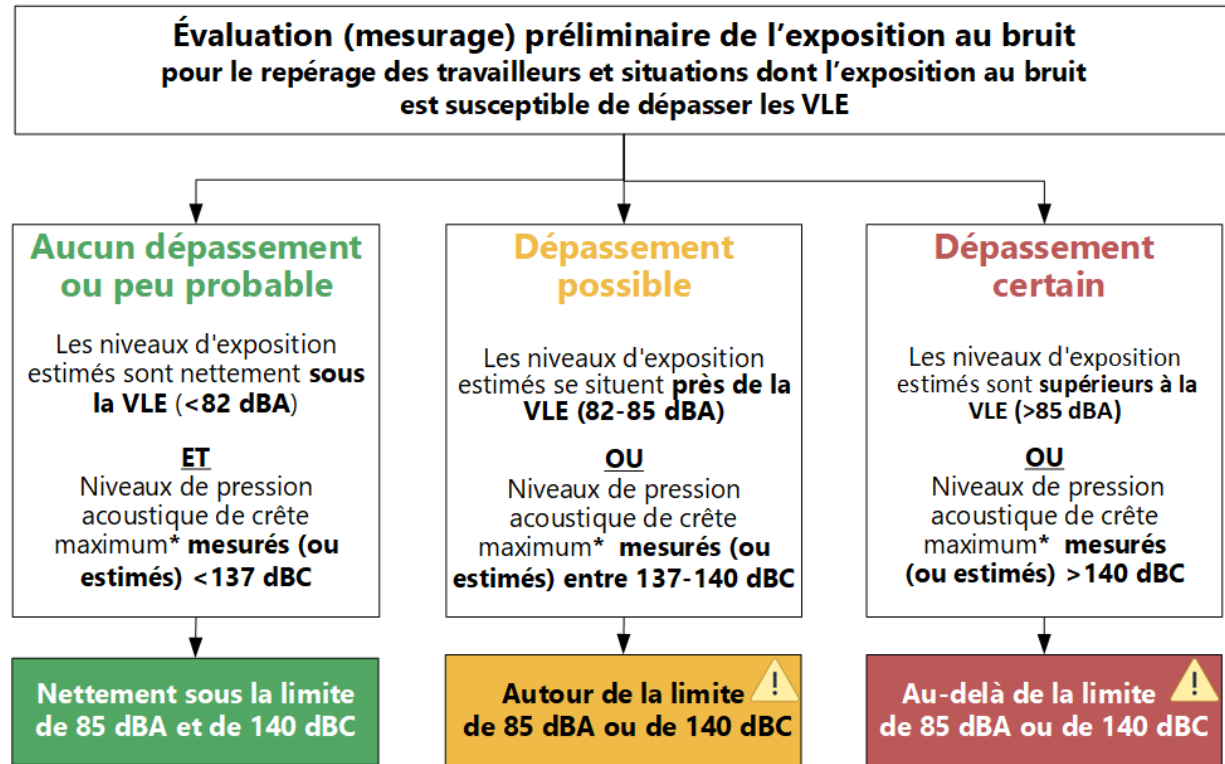


OUTIL La méthode des points d'exposition est détaillée à l'annexe 8 pour les personnes qui n'auraient pas accès à un chiffrier ou « calculette ».

Les critères d'interprétation des résultats d'exposition obtenus à l'aide d'une évaluation préliminaire se présentent comme suit (figure 13).

^A Cette méthode a initialement été proposée au Royaume-Uni par le HSE (245). Elle a été entre autres reprise et recommandée par l'INRS (France).

Figure 13 Critères d'interprétation de l'évaluation préliminaire



* Des niveaux de pression acoustique de crête maximum pourraient être estimés à partir de l'expérience du technicien en hygiène du travail ou de l'hygiéniste du travail.

Remarques : - Le diagramme utilise comme critères d'interprétation les VLE à 85 dBA et 140 dBC. De manière préventive, les niveaux d'actions à considérer sont de 76 à 85 dBA et de 135 dBC et plus.
- Autant pour les critères des VLE que pour les niveaux d'actions préventives, il faut soustraire 3 dBA et 3 dBC pour considérer l'incertitude de la mesure.
- En général, lorsque le $L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$ est $\leq 82-85$ dBA, il est rare ou moins probable d'observer des niveaux de pression acoustique de crête supérieurs à 137-140 dBC (réf. : 215 et 234) (et consultation d'experts).

PENDANT TOUT LE PROCESSUS, BONNES PRATIQUES À APPLIQUER en considérant la hiérarchie des moyens préventifs et jusqu'à ce que l'exposition soit réduite à 85 dBA ou moins et à 140 dBC ou moins :

D'abord, réduire la durée d'exposition

et, si nécessaire**, fournir des protecteurs auditifs et une formation sur leur utilisation appropriée et les effets du bruit sur la santé et la sécurité

** « et, si nécessaire » : correspond aux bonnes pratiques, basées sur la hiérarchie des moyens préventifs (fig. 2, sect. A.3). Cette pratique pourrait différer du règlement (RSST : art. 136 et CSTC : art. 2.21.5) qui prévoit de réduire le temps d'exposition ou de fournir des protecteurs auditifs.

Cette évaluation, à partir de mesures ponctuelles, peut aussi permettre l'identification des situations ou des lieux de travail les plus bruyants (241). Encore une fois, la consultation des travailleurs est importante pour documenter ces éléments. Les résultats de ces mesures et les échanges avec le personnel en place pourraient permettre de suggérer des moyens préventifs simples pour réduire le bruit et l'exposition au bruit. Les résultats pourront aussi être utiles pour établir la stratégie d'échantillonnage, si une évaluation approfondie (voir section C) est réalisée ultérieurement (221).

SUIVIS À PRÉVOIR

Consulter le tableau 6 présenté à la suite (section B.1.5), pour plus d'explications sur les suivis à l'évaluation préliminaire. Il précise les étapes et actions à prévoir pour chacun des trois classements obtenus. Ces actions sont surtout centrées sur une approche visant à ne pas dépasser les VLE. Toutefois, elles peuvent être adaptées pour intégrer les niveaux d'actions préventives qui sont aussi recommandés (voir les remarques au bas de la figure 13 et la section A.4.1).

B.1.5 Résumé des suivis selon le classement obtenu

Tableau 6 Suivis à prévoir en fonction du classement obtenu à partir des divers outils ou moyens utilisés

Classement obtenu selon les outils ou moyens...	OUTILS OU MOYENS UTILISÉS			
	Notes : Les cellules colorées correspondent au classement des situations de travail en fonction du dépassement ou non des VLE. Toutefois, cette approche peut être adaptée pour intégrer les niveaux d'actions préventives qui sont aussi recommandés (voir section A.4.1). La numérotation des suivis, utilisée dans ce tableau, réfère à la figure 11.			
	Mesures antérieures des niveaux d'exposition au bruit et niveaux de pression acoustique de crête	Test de la voix	Bases de données d'exposition	Évaluation préliminaire
Pour les situations... « Aucun dépassement des VLE ou peu probable »	1) Rester alerte sur le bruit en repérant les modifications dans des situations de travail, comme de nouvelles sources sonores, qui pourraient faire en sorte d'augmenter l'exposition des travailleurs au bruit. Le cas échéant, identifier les moyens préventifs (réduction et correction) qui pourraient permettre d'atténuer, contrôler le bruit émis afin de réduire et corriger l'exposition des travailleurs au bruit.			

Tableau 6 Suivis à prévoir en fonction du classement obtenu à partir des divers outils ou moyens utilisés (suite)

Classement obtenu selon les outils ou moyens...	OUTILS OU MOYENS UTILISÉS			
	Notes : Les cellules colorées correspondent au classement des situations de travail en fonction du dépassement ou non des VLE. Toutefois, cette approche peut être adaptée pour intégrer les niveaux d'actions préventives qui sont aussi recommandés (voir section A.4.1). La numérotation des suivis, utilisée dans ce tableau, réfère à la figure 11.			
	Mesures antérieures des niveaux d'exposition au bruit et niveaux de pression acoustique de crête	Test de la voix	Bases de données d'exposition	Évaluation préliminaire
Pour les situations ... « Dépassement possible des VLE »	Il est possible de mieux préciser l'exposition des travailleurs au bruit pour ces situations, notamment dans le cas où des activités de réduction et de correction de l'exposition ne sont pas débutées. 3) Évaluation approfondie optionnelle: une telle évaluation peut être à considérer (voir section C.1), même si on peut démarrer directement le processus de réduction et de correction du bruit. Elle permet, entre autres, de mieux préciser l'exposition, et de quantifier l'efficacité réelle des moyens de réduction une fois implantés.			
	3) Effectuer ou voir à ce que soit réalisée une évaluation approfondie (section C) seulement en l'absence du niveau de pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeak}$) dans les mesures antérieures, pour les situations répondant aux deux critères suivants : - Mesures antérieures des niveaux d'exposition ≤ 85 dBA*; - ET, présence d'événements de très courte durée dont le bruit est intense, selon l'item 1.2 du « test de la voix » (annexe 5, section A). * Note : en général, lorsque le $L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8hest} \leq 85$ dBA, il est rare ou moins probable d'observer des niveaux de pression acoustique de crête supérieurs à 140 dBC (215,234) (et consultation d'experts). Selon le résultat alors obtenu, inférieur ou égal à 140 dBC (aucun dépassement des VLE ou peu probable) ou supérieur à 140 dBC (dépassement certain), utiliser ce tableau pour adapter le suivi en fonction du nouveau classement obtenu. PENDANT TOUT LE PROCESSUS (voir au bas de ce tableau), considérer les bonnes pratiques.	VOIR DESCRIPTION DÉTAILLÉE (section B.1.2, figure 11- Dépassement possible). 2) Estimation complémentaire ou évaluation préliminaire 2.1) Estimer l'exposition à l'aide des bases de données d'exposition de qualité (section B.1.3) en s'assurant qu'elles sont représentatives de la situation de travail (p. ex. : nature du travail et tâches effectuées). Référer à la figure 12 et selon le résultat obtenu (aucun dépassement des VLE ou peu probable, ou dépassement possible ou dépassement certain), utiliser ce tableau pour adapter le suivi en fonction du nouveau classement obtenu. OU 2.2) Effectuer une évaluation préliminaire à l'aide d'un sonomètre-intégrateur ou d'un dosimètre utilisé comme sonomètre intégrateur (section B.1.4). Référer à la figure 13 et selon le résultat alors obtenu (aucun dépassement des VLE ou peu probable, ou dépassement possible ou dépassement certain), utiliser ce tableau pour adapter le suivi en fonction du nouveau classement obtenu.		Dans le cas de l'évaluation préliminaire, seuls les suivis # 3 ou # 4 s'appliquent.

Tableau 6 Suivis à prévoir en fonction du classement obtenu à partir des divers outils ou moyens utilisés (suite)

Classement obtenu selon les outils ou moyens...	OUTILS OU MOYENS UTILISÉS			
	Notes : Les cellules colorées correspondent au classement des situations de travail en fonction du dépassement ou non des VLE. Toutefois, cette approche peut être adaptée pour intégrer les niveaux d'actions préventives qui sont aussi recommandés (voir section A.4.1). La numérotation des suivis, utilisée dans ce tableau, réfère à la figure 11.			
	Mesures antérieures des niveaux d'exposition au bruit et niveaux de pression acoustique de crête	Test de la voix	Bases de données d'exposition	Évaluation préliminaire
Pour les situations... « Dépassement possible des VLE » (Suite)		OU 3) Effectuer ou voir à ce que soit réalisée une évaluation approfondie (section C) pour mesurer ou préciser le niveau d'exposition quotidienne au bruit ou le niveau de pression acoustique de crête. Selon le résultat alors obtenu (aucun dépassement des VLE ou peu probable , ou dépassement certain), utiliser ce tableau pour adapter le suivi en fonction du nouveau classement obtenu. OU (À privilégier, si possible) Passer directement au suivi « 4) Démarrer le processus de réduction et de correction » de leur exposition au bruit autre que de fournir des protecteurs auditifs pour l'ensemble de ces postes; voir les guides produits par la CNESST (25,182,183) et ceux d'autres organismes (184–202). Voir plus bas le suivi « 4) Démarrer le processus de réduction et correction ». PENDANT TOUT LE PROCESSUS (voir au bas de ce tableau), considérer les bonnes pratiques .		
Pour les situations... « Dépassement certain » des VLE	Passer directement au suivi 4	3) Effectuer ou voir à ce que soit réalisée une évaluation approfondie pour préciser le niveau d'exposition quotidienne au bruit ou le niveau de pression acoustique de crête. Selon le résultat alors obtenu (aucun dépassement des VLE ou peu probable , ou dépassement certain), utiliser ce tableau pour adapter le suivi en fonction du nouveau classement obtenu. OU : à privilégier, si possible, passer directement au suivi 4.		
		4) Démarrer le processus de réduction et de correction de leur exposition au bruit (ci-après), autre que de fournir des protecteurs auditifs pour l'ensemble de ces postes; voir les guides produits par CNESST (25,182,183) et ceux d'autres organismes (184–202). PENDANT TOUT LE PROCESSUS (voir au bas de ce tableau), considérer les bonnes pratiques .		
		4) Démarrer le processus de réduction et de correction - Identifier les sources d'exposition au bruit les plus contributives pour ces travailleurs ou postes de travail. Si une analyse de leur contribution relative est nécessaire, un mesurage est alors réalisé suivi d'une analyse de leur contribution en tenant compte du niveau de bruit, de la durée et du nombre de travailleurs exposés (voir section D). - ET identifier les moyens préventifs (réduction et correction) qui pourraient permettre de réduire et de corriger l'exposition au bruit; voir les guides produits par la CNESST (25,182,183) et ceux d'autres organismes (184–202). - C'est une bonne pratique de mesurer l'exposition selon l'évolution de mise en place des moyens de réduction de l'exposition au bruit pour vérifier leur effet (efficacité) sur le niveau d'exposition ou le niveau de pression acoustique de crête (voir section D.2).		

Tableau 6 Suivis à prévoir en fonction du classement obtenu à partir des divers outils ou moyens utilisés (suite)

Classement obtenu selon les outils ou moyens...	OUTILS OU MOYENS UTILISÉS			
	Notes : Les cellules colorées correspondent au classement des situations de travail en fonction du dépassement ou non des VLE. Toutefois, cette approche peut être adaptée pour intégrer les niveaux d'actions préventives qui sont aussi recommandés (voir section A.4.1). La numérotation des suivis, utilisée dans ce tableau, réfère à la figure 11.			
	Mesures antérieures des niveaux d'exposition au bruit et niveaux de pression acoustique de crête	Test de la voix	Bases de données d'exposition	Évaluation préliminaire
PENDANT TOUT LE PROCESSUS, BONNES PRATIQUES À APPLIQUER en considérant la hiérarchie des moyens préventifs jusqu'à ce que l'exposition soit réduite à 85 dBA ou moins et à 140 dBC ou moins.				
« Dépassement possible »	D'abord, réduire la durée d'exposition des travailleurs au bruit en utilisant : • Soit les indications sur les niveaux et durées d'exposition présentées dans le règlement (RSST : art. 137, paragr. 1^o et CSTC : art. 2.21.6, paragr. 1^o) et dont le tableau a été adapté à l'annexe 2^a. • Soit, pour les situations de travail avec plus d'une tâche ou activité susceptible de dépasser les VLE au cours d'une journée de travail, utiliser la calcullette publiée par la CNESST sur son site Internet (RSST : art. 137, paragr. 2^o; CSTC : art. 2.21.6, paragr. 2^o). • Soit, en dehors d'une application réglementaire, aussi un des chiffriers (« calculettes ») développés par d'autres organisations. ET, si nécessaire • Fournir aux travailleurs des protecteurs auditifs, pour lesquels ils ont reçu une formation sur une utilisation appropriée et sur les effets du bruit sur la santé et la sécurité. REMARQUE : la mention « si nécessaire » ci-dessus correspond aux bonnes pratiques basées sur la hiérarchie des moyens préventifs (voir figure 2, section A.3). Cette pratique pourrait différer du règlement (RSST : art. 136 et CSTC : art. 2.21.5) qui prévoit soit de réduire le temps d'exposition ou de fournir des protecteurs auditifs.			
« Dépassement certain »				

^a Dans le cas où un employeur choisirait de diminuer le temps d'exposition dans le bruit, si un travailleur atteint la VLE après 2,5 heures lorsqu'il est exposé à 90 dBA ($L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h} = 85$ dBA), il devrait être exposé à moins de 75 dBA pendant le reste de son quart de travail pour ne pas dépasser la valeur limite d'exposition (voir annexe 2, tableau A-3).



Globalement, les suivis proposés dans ce guide sont principalement basés sur les niveaux d'exposition quotidienne au bruit. Dans certains cas, des précisions sont fournies pour les niveaux de pression acoustique de crête, mais la démarche doit être adaptée à chaque situation.

Lorsqu'un milieu de travail ne dispose pas des ressources ou connaissances pour réaliser une évaluation approfondie, le réseau de santé publique en santé au travail (RSPSAT) ou une association sectorielle paritaire (ASP) peuvent offrir un soutien (section E). Il serait aussi possible de faire appel à sa mutuelle de prévention, à une firme ou un consultant spécialisé dans le domaine du bruit ou de l'acoustique.

B.1.6 Communiquer l'information au milieu de travail

C'est une bonne pratique de faire connaître aux principaux concernés, soit les travailleurs, les résultats provenant des évaluations effectuées à l'aide des divers moyens ou outils utilisés pour identifier les travailleurs ou situations de travail dont l'exposition est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE (mesures antérieures d'exposition, test de la voix, bases de données, ou évaluation préliminaire), tout comme cela se fait pour les évaluations approfondies^A (voir section C.3.7.2). La communication peut notamment prendre la forme d'une diffusion ou d'un affichage sur les lieux de travail dès que les résultats sont disponibles.

B.1.7 Conservation des résultats relatifs à l'identification

Comme bonne pratique, il est recommandé de conserver une copie de tous les résultats obtenus lors de l'ensemble de la démarche d'identification des travailleurs ou des situations de travail dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE (mesures antérieures d'exposition, test de la voix, bases de données, ou évaluation préliminaire). C'est une indication que le bruit a été pris en considération dans l'établissement en plus d'être utile pour les suivis.

- Un modèle adaptable de présentation des résultats selon les outils ou moyens utilisés est disponible dans les annexes : test de la voix (voir tableau A-7, annexe 5); mesures antérieures valides ou à partir d'une évaluation préliminaire ou d'estimation avec des bases de données (voir annexe 12, section B : tableaux A-15 et A-16).

Tel que préconisé par la norme CSA Z1007:F22 sur la gestion du programme de prévention de la perte auditive, il est recommandé de conserver tous les résultats minimalement pendant 10 ans (CSA Z1007:F22, art. 11.1 c)^B (157).

^A Dans la réglementation, seuls les rapports relatifs à une évaluation approfondie sont concernés par une obligation d'affichage ou de diffusion (voir section C.3.7.2).

^B Article « **11.1 Registres du milieu de travail**. L'organisation doit conserver des registres en milieu de travail (...). Ces registres devraient être conservés pendant au moins dix ans et comprendre ce qui suit : (...) c) les résultats en matière d'exposition au bruit et les mesures effectuées dans les zones; (...) » (p. 71) (157). CSA Z1007:F22. Gestion du programme de prévention de la perte auditive (PPPA). © 2022, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>.

Sur le plan réglementaire, les informations à conserver, à la suite de l'identification des situations de travail dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE, sont précisées dans l'encadré n° 6 qui suit en fonction des exigences pour les établissements (RSST) et les chantiers de construction (CSTC) :

ENCADRÉ n° 6 – Conservation des informations sur les situations de travail dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser les VLE

141.5. (RSST) [...]

- 1° Les situations de travail à risque de dépassement des valeurs limites d'exposition au bruit et la date à laquelle elles ont été identifiées; [...]
L'employeur doit conserver ces informations durant une période minimale de 10 ans. Il doit de plus les mettre à la disposition de la Commission, des travailleurs et de leurs représentants, du représentant à la prévention, du comité de santé et de sécurité et du médecin responsable qui œuvrent dans son établissement.

2.21.14. (CSTC) [...]

- 1° Les situations de travail à risque de dépasser les valeurs limites d'exposition au bruit identifiées lors de la planification des travaux; [...]
L'employeur doit conserver les rapports de mesurage prévus au premier alinéa durant une période de 10 ans. Il doit conserver les autres informations jusqu'à la fermeture du chantier. Il doit de plus les mettre à la disposition de la Commission, des travailleurs et de leurs représentants, du représentant à la prévention et du comité de santé et de sécurité.



PRÉCISIONS

La LMRSSST (LQ 2021, c. 27) a apporté certaines modifications à la LSST quant aux mécanismes de prévention et de participation des travailleurs dans tous les établissements.

Selon le cas, elle prévoit la désignation d'un représentant en santé et en sécurité (RSS), de l'agent de liaison en santé et en sécurité (ALSS) en plus d'un comité de santé et de sécurité (CSS) lorsque le nombre de travailleurs est d'au moins 20, et la désignation d'un agent de liaison en santé et en sécurité (ALSS) lorsque ce nombre est inférieur à 20.

Et, en référence à l'article 141.5 du RSST, la notion de médecin chargé de la santé au travail remplacera celle de médecin responsable à une date ou aux dates fixées par le gouvernement.

La notion de médecin chargé de la santé au travail ou de médecin responsable ne s'applique pas dans le cas des chantiers de construction.



Une **liste de vérification** des principales étapes à réaliser pour l'identification et le mesurage de l'exposition au bruit est fournie à l'annexe 13. Elle contient aussi des éléments traités un peu plus loin dans le guide.

B.2 Instruments de mesure pour l'évaluation préliminaire ou approfondie

Pour l'évaluation préliminaire, des instruments de mesure, à savoir un sonomètre intégrateur ou un dosimètre, utilisé comme un sonomètre intégrateur, sont nécessaires (voir section B.1.4). Les dosimètres peuvent aussi servir pour l'évaluation approfondie, mais dans ce cas, ils sont portés par les travailleurs pour permettre de mesurer leur exposition au bruit durant le quart de travail (section B.2.2). La section C.3.2 du guide présente les préparatifs nécessaires avant le mesurage (paramétrage des instruments de mesure, vérification du fonctionnement et étalonnage).

Quant aux **applications pour les téléphones intelligents**, elles sont d'une utilité restreinte, comme mentionnée à la section B.1.4. Une section spécifique et une annexe leur sont consacrées (section B.3.1 et annexe 4).



La section C du guide aborde l'évaluation approfondie pour la mesure du niveau d'exposition quotidienne au bruit et du niveau de pression acoustique de crête ainsi que les deux normes dont l'utilisation est prévue dans le cadre d'une application réglementaire, soit l'édition 2014 de la norme CSA Z107.56 (CSA Z107.56-F13, 2014) ou la norme ISO 9612 :2009(F).

Par défaut et à titre de bonne pratique, le guide réfère à l'édition la plus récente de la norme CSA, soit CSA Z107.56 :F18 (C2022).

B.2.1 Sonomètre et sonomètre intégrateur

Le sonomètre et le sonomètre intégrateur sont des instruments portatifs de mesure du bruit qui sont conçus pour être tenus en main^A. Ils comportent un microphone, un système de traitement du signal sonore, sans circuit intégrateur (sonomètre) ou avec (sonomètre intégrateur), et dotés d'un dispositif d'affichage (analogique ou numérique). Ils peuvent inclure des sorties pour transférer des résultats vers d'autres appareils (ordinateurs, imprimantes, etc.).

Il est important de distinguer le « sonomètre » du « sonomètre intégrateur » :

- Le **sonomètre** est un instrument relativement peu dispendieux qui ne donne que la mesure instantanée du bruit (figure 14) Il ne conserve pas les résultats des mesures en continu du bruit. Il peut être difficile de connaître le niveau « moyen » de bruit pendant toute la durée de la mesure. Son usage reste la plupart du temps indicatif. Il est utile seulement si le travail se divise facilement en activités distinctes pendant lesquelles les niveaux sonores sont stables à ± 3 dBA et sans la présence de bruits impulsionnels^B. Les résultats de mesure sont généralement moins précis qu'avec un sonomètre intégrateur.

^A Même si un sonomètre ou un sonomètre intégrateur peuvent être utilisés sur un trépied pour la mesure du bruit ambiant, cette pratique n'est pas à employer pour la mesure de l'exposition des travailleurs.

^B Dans l'édition antérieure CSA Z107.56-F13, 2014, le sonomètre (non intégrateur) peut être utilisé seulement si le travail se divise facilement en activités distinctes pendant lesquelles les niveaux sonores sont uniformes (à ± 3 dBA). Toutefois, malgré la référence à cette norme, le règlement prévoit que c'est le sonomètre intégrateur qui doit être utilisé pour l'évaluation approfondie (RSST : article 139, 2^e al.) (voir section C du présent guide).

- Le **sonomètre intégrateur (ou sonomètre intégrateur-moyenueur)**^A est, de loin, celui qu'il est préférable et qui doit être utilisé en milieu de travail pour la mesure du niveau d'exposition et du niveau de pression acoustique de crête (ISO 9612 :2009(F); art. 12.1) et « ...devrait être utilisé de préférence dans toutes les situations... » (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 4.3, note 3). Mesure de l'exposition au bruit, © 2019, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>.
- L'utilisation d'un sonomètre intégrateur est aussi conseillée pour l'évaluation préliminaire (voir section B.1.4), mais il est aussi utile pour identifier des sources de bruit. C'est un instrument qui intègre, dans un résultat, les mesures de plusieurs minutes durant lesquelles les niveaux de bruit ont fluctué (figure 15). Il est conçu pour la mesure du niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, sur une période de temps « t » donné ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$). Il est aussi l'instrument à privilégier pour préciser les niveaux de pression acoustique de crête en présence de bruits impulsionnels. Certains sonomètres intégrateurs permettent aussi des analyses fréquentielles et des enregistrements de signaux sonores pour une écoute et une gestion ultérieure (section D.1.2).

Figure 14 Sonomètre et sonomètre intégrateur



Sonomètre bon marché

Sonomètre intégrateur

Sources : Grainger Canada ([site Web](#)) et Brüel & Kjær (fiche technique B&K 2240) (272).

Figure 15 Divers modèles de sonomètres intégrateurs



50 Sonomètres intégrateurs de précision avec analyse spectrale et enregistrement sonore

Source : Suva, 2018) (273).

^A Dénomination utilisée par la norme CEI 61672 et ISO 9612 : 2009 (F).

Les sonomètres intégrateurs utilisés doivent satisfaire aux normes dans le domaine et minimalement aux exigences des instruments de classe 2. Toutefois, la norme ISO 9612 :2009(F) recommande davantage des instruments de classe 1 (art. 5.1). La section B.2.3 et l'annexe 9 donnent plus de précisions sur ces normes.

B.2.2 Dosimètre^A

- Le **dosimètre** est un instrument portatif (figure 16), conçu pour être porté par les travailleurs, permettant de mesurer leur exposition au bruit durant leur travail. Son fonctionnement est assez similaire à celui du sonomètre.
- Il peut aussi être utilisé comme sonomètre intégrateur lors de l'évaluation préliminaire.
- Il enregistre des données d'exposition pendant toute la période pendant laquelle il est utilisé.
- Il permet de mesurer plus facilement l'exposition des travailleurs qui doivent se déplacer d'une zone de travail à l'autre et qui se trouvent soumis à diverses sources de bruit (ex. : chantiers de construction) ou lorsque les tâches ou les durées d'exposition fluctuent, c.-à-d. qu'elles sont moins prévisibles ou difficiles à découper distinctement. Cet instrument tient compte de l'organisation du travail et combine les différents bruits reçus à tous les emplacements pouvant être occupés par un travailleur (26).
- Il est l'instrument de mesure à utiliser en cas d'espace restreint ou de difficulté à faire des mesures sans interférer avec des tâches du travailleur.

Figure 16 Dosimètres avec le fil lié au microphone - Modèles Spark 706RC de Larson Davis et Quest Q-400 de TSI



Source : Wikipedia Commons; C. Kardous (NIOSH); https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Noise_Dosimeters_01.jpg.

^A En France, cet instrument est désigné sous le nom d'exposimètre.

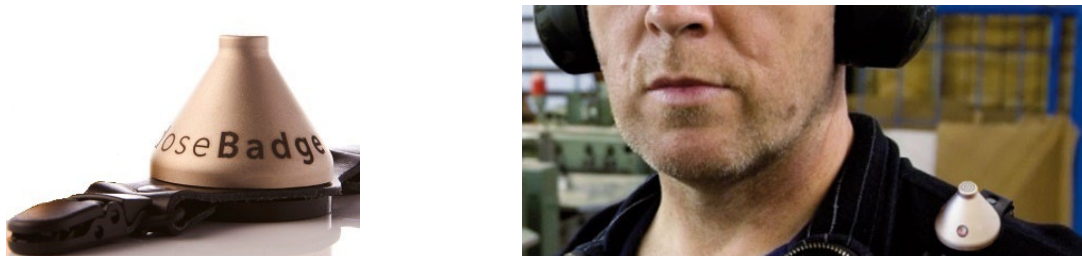
À noter que des progrès technologiques ont permis de développer, au cours des dernières années, des instruments beaucoup plus petits et plus performants. La plupart des dosimètres pèsent maintenant 450 gr ou moins et ils peuvent enregistrer des données sur plusieurs canaux de mesures pendant des périodes prolongées (176).

Tout comme pour les sonomètres intégrateurs, les dosimètres utilisés doivent satisfaire aux normes dans le domaine de l'acoustique et de la mesure du bruit et minimalement aux exigences des instruments de classe 2. Toutefois, la norme ISO 9612 :2009(F) recommande davantage des instruments de classe 1. Voir aussi la section B.2.3 et l'annexe 9.

À propos des dosimètres de type « badge »

Des fabricants proposent des dosimètres-badges (figure 17) permettant d'évaluer des expositions quotidiennes contrairement aux moniteurs personnels de bruit qui ne sont pas des instruments de mesure (section B.3.2). La plupart de ces dosimètres-badges ont une gamme dynamique suffisante (plage de mesure) (60 à 140 dB) et répondent aux deux normes de mesurage ISO et CSA (274). Plusieurs de ces instruments disposent maintenant d'afficheurs et, comme pour les dosimètres standards, les données accumulées sont téléchargeables pour les fins de calculs et d'analyses. Dans ces conditions, ces dosimètres peuvent être utilisés pour l'évaluation approfondie^A, pourvu qu'ils soient paramétrables (voir tableau 13 à la section C.3.2) et qu'ils répondent aux normes prescrites, minimalement pour les exigences des instruments de classe 2. Toutefois, la norme ISO 9612 :2009(F) recommande davantage des instruments de classe 1 (art. 5.1) (section B.2.3 et annexe 9).

Figure 17 Dosimètre-badge installé sur un travailleur



Source des images : OHS Magazine (droite; image modifiée) et Cirrus Research^B.

B.2.3 Normes des instruments

Selon les bonnes pratiques, le sonomètre intégrateur et le dosimètre de bruit doivent correspondre aux instruments recommandés dans les normes CSA Z107.56 :F18 (C2022) ou ISO 9612 :2009(F). Dans le cadre d'une application réglementaire, pour une évaluation approfondie (voir section C), ils doivent être conformes aux prescriptions des normes CSA Z107.56-F13, 2014 ou ISO 9612 :2009(F) (RSST : art. 139, 2^e al.; CSTC : art. 2.21.8, 2^e al.)^C.

^A Leur utilisation comme sonomètre dans le cadre d'une évaluation préliminaire reste à être précisée.

^B OHS Magazine : <https://www.ioshmagazine.com/2022/09/06/monitoring-noise-work-cirrus-research> et Cirrus Research : <https://www.cirrusresearch.co.uk/products/dosebadge-noise-dosimeter/> (octobre 2023).

^C Les instruments de mesure utilisés dans le cadre d'une évaluation approfondie visant à répondre aux exigences du RSST et du CSTC doivent satisfaire aux exigences des normes prévues dans ces deux règlements.

Ces instruments de mesure ainsi que les sources sonores étalons doivent répondre aux performances et caractéristiques spécifiées dans les normes techniques internationales déterminées par la Commission électrotechnique internationale (CEI)/*International Electrotechnical Commission* (IEC) ou l'*American National Standards Institute* (ANSI/ASA). Les exigences techniques pour les instruments de mesure et sources sonores étalons associées aux trois normes citées dans ce guide sont présentées à l'annexe 9.

B.2.4 Synthèse sur l'utilisation des instruments de mesure du bruit

Quelques éléments traités précédemment permettent de comparer l'utilité et les limites des deux types d'instruments (tableau 7).

Tableau 7 Résumé de l'utilisation et des limites des instruments de mesure du bruit

Type d'instruments de mesure	Utilisation	Limites
Sonomètre intégrateur	- Tous les types de bruit. Convient pour des temps d'échantillonnage courts (p. ex. événements répétitifs ou cycliques). - Instrument à privilégier lorsque le niveau de pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeak}$) doit être mesuré en présence de bruits impulsionnels. - Très utile lorsque le travail se divise facilement en activités distinctes. - Très utile pour déterminer la contribution des activités à l'exposition des travailleurs. - Peut être très utile pour l'identification des sources de bruit.	- Difficile à utiliser lorsque le travailleur doit se déplacer, rendant le suivi plus complexe ou délicat ou lorsqu'un mesurage de longue durée est nécessaire. - La mesure du niveau de pression acoustique de crête peut excéder la capacité de l'instrument. - Mesurage plus difficile lorsque le travail est imprévisible et couvre plusieurs zones.
Dosimètre	- Tous les types de bruit. - Lorsque lorsqu'un travailleur se déplace ou lorsque les tâches et durées d'exposition fluctuent dans le temps et l'espace, que le rythme de travail a un caractère non prévisible, que le travail ne peut être facilement divisé en activité distinctes, et qu'une plus longue durée de mesurage est nécessaire.	- Il est essentiel d'observer les activités (tâches) effectuées par les travailleurs concernés par le mesurage, même si parfois cela reste difficile de le faire. - La mesure du niveau de pression acoustique de crête peut excéder la capacité de l'instrument. - Câble du microphone peut froter occasionnant des bruits parasites ou des artéfacts.

Source : adapté de WorksafeBC (2007), p. 10 (275) et de la norme CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 4.3, tableau 1 (8).

B.3 Téléphones intelligents et indicateurs des niveaux de bruit : utilisation et limites

B.3.1 Applications de mesure pour téléphones intelligents

Plusieurs applications ont été développées pour les téléphones intelligents (ou tablettes) afin d'estimer le niveau de bruit. Certaines ont été conçues pour le bruit en milieu de travail.

Une recension de la littérature a été réalisée pour situer, avec le plus de justesse possible, l'utilisation, l'exactitude et la précision de ces applications dans ou par les milieux de travail. Les principaux constats

indiquent que ces applications et les plateformes (iOS ou Android) utilisées par les téléphones sont davantage des outils de sensibilisation et d'information lorsqu'elles ne répondent pas aux conditions de l'encadré n° 7. À noter que cette recension ne couvre pas les applications pour les montres intelligentes.

La présente section résume les points principaux relevés dans les études recensées alors que des informations détaillées et les références scientifiques se retrouvent à l'annexe 4.

ENCADRÉ n° 7 – Ce qu'il faut retenir à propos des applications de mesure du bruit



- En santé au travail, ces applications sont davantage un outil de sensibilisation.
- Les applications pour téléphones, utilisant la plateforme iOS, sont plus exactes et plus précises que celles développées pour les appareils Android (276).
- Aucune application, utilisant le microphone interne du téléphone ou un microphone externe, ne rencontre les exigences de mesurage du bruit établies dans les normes en acoustique ou dans la réglementation québécoise en milieu de travail^A.
- Pour une évaluation préliminaire (section B.1.4), la littérature montre, au moment de la rédaction de ce guide, qu'un téléphone pourrait être utilisé sous cinq conditions qui peuvent être difficiles à respecter en pratique :
 - Téléphone utilisant la plateforme iOS;
 - Choisir une des applications de qualité évaluées par le NIOSH^B;
 - Sélectionner comme paramètre de mesurage « ISO » dans les réglages (*settings*) de l'application;
 - Microphone externe branché au téléphone (figure 18);
 - Microphone étalonné préférentiellement avec une source sonore d'étalonnage conforme aux normes instrumentales : amélioration de l'exactitude et de la précision des mesures effectuées lesquelles pourraient se comparer à des instruments de mesure du bruit^C.
- Comme pour un instrument de mesure du bruit, toutes les « règles » d'utilisation (étalonnage, paramétrage, position de mesure, etc.) sont à appliquer (sections C.3.2 et C.3.3).
- Pour toute application utilisée avec un microphone interne, il faut considérer que des variations soient possibles jusqu'à ± 10 dBA^D dans les mesures effectuées. Ainsi, toute mesure, à ± 10 dBA près de la VLE (75 dBA et plus) (234) ou des niveaux d'actions préventives, doit être validée avec un sonomètre intégrateur ou un dosimètre.

Consulter aussi l'annexe 4 sur les constats des études.

^A Cela inclut l'application de mesure développée par le NIOSH pour les téléphones, malgré la suggestion faite par OSHA (236). De plus, la norme CSA Z107.56 :F18 (C2022) précise que « Certains ordinateurs spécialisés munis de microphones externes pourraient peut-être satisfaire à l'exigence de classe 2, mais la plupart des applis de téléphones intelligents ne sont pas en mesure de satisfaire à cette norme » (art. 4.1.2, note; CSA Z107.56 :F18 (C2022). Mesure de l'exposition au bruit, © 2019, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>).

^B Parmi les applications testées par le NIOSH (277), quatre ont montré des différences moyennes de ± 2 dB avec un instrument de mesure utilisé comme référence : « NoiSee », « SPLnFFT », « SoundMeter », et « iSPL Pro ».

^C Malgré le faible écart entre les instruments de classe 2 et certaines applications de mesure du bruit pour téléphones intelligents, les auteurs de l'étude indiquent qu'il est peu probable que celles-ci remplacent les instruments professionnels ou soient conformes aux normes ANSI ou CEI applicables dans un proche avenir (277).

^D Les écarts entre deux mesures sont présentés avec la pondération fréquentielle A (dBA) pour éviter toute confusion quant à la pondération qui s'applique, même si par convention ils sont présentés sans pondération (ex. : $\pm$ dB) dans le texte des normes ou des articles.



« NIOSH
SLM »



Disponible sur plateforme iOS seulement, cette application réalisée pour le NIOSH (278–280) est postérieure aux tests effectués par les chercheurs de cet institut. Elle n'est donc pas mentionnée dans leurs publications scientifiques. Il faut toutefois noter que « NIOSH SLM » a été développée par la même équipe qu'une des quatre applications^A (répéter manuellement la NBP : parmi les applications testées...) ayant montré des différences moyennes de ± 2 dB avec un instrument de mesure du bruit.

Par contre, le réglage « NIOSH » dans cette application ne traite que les niveaux sonores ≥ 80 dBA; le seuil d'intégration est donc supérieur à ce qui est recommandé (section C.3.2).

Figure 18 Téléphone intelligent iPhone avec un microphone externe et l'application *NoiSee*



Source : INSPQ avec l'écran de l'application *NoiSee* (EA Lab).

Le tableau suivant (tableau 8) présente sommairement les principaux constats tirés des études publiées à propos de l'utilisation des applications de mesure pour les téléphones intelligents et de leur exactitude et précision.

^A Parmi les applications testées par le NIOSH (277), quatre ont montré des différences moyennes de ± 2 dB avec un instrument de mesure utilisé comme référence : « NoiSee », « SPLnFFT », « SoundMeter », et « iSPL Pro ».

Tableau 8 Résumé des limites (désavantages) et avantages des applications de mesure de bruit pour téléphones intelligents

Facteurs	Limites, désavantages	Avantages ou conditions
Variations selon le téléphone intelligent et les applications	• Importantes variations entre les appareils des fabricants et les applications développées. • Influence de l'âge du téléphone (mesures plus exactes sur les appareils récents). • Impossible d'appliquer un facteur de correction.	• Applications pour les téléphones utilisant la plateforme iOS (Apple) sont plus exactes et plus précises (fiables) que celles développées pour les appareils Android (selon une évaluation de 192 applications).
Avec microphone interne^a (Celui intégré au téléphone)	• L'écran protecteur du téléphone doit toujours être enlevé pour dégager le microphone interne. • Résultats très variables de niveaux de bruit pour lesquels on doit considérer une marge d'erreur pouvant aller jusqu'à ± 10 dBA (raison : les microphones internes ne peuvent être étalonnés). • Exactitude et précision des mesures inconnues pour la grande majorité des combinaisons téléphone/application.	• Les résultats fournis sont approximatifs. • Toute mesure à ± 10 dBA près de la VLE (75 dBA et plus) ou des niveaux d'actions préventives doit être validée avec un sonomètre intégrateur ou un dosimètre.
Paramétrage : ajustement du menu avant de mesurer (<i>settings</i>)	• Ne jamais mesurer avec un paramétrage en mode « OSHA » car sous-estime l'exposition au bruit et donc le risque.	• Seules les applications avec un paramétrage en mode « ISO » sont recommandées. Ce réglage permet d'utiliser le bon facteur de bissection, soit $Q = 3$ dB et sans seuil d'intégration (ou inférieur à 10 dBA sous la valeur de référence)^b (voir section C.3.2).
Comparaison des résultats de mesure dans un même établissement	• Reste limitée, du fait que la qualité des microphones et des applications est très variable, ce qui pourrait remettre en question les écarts de bruit mesurés. • Risque de variations importantes subsiste : par exemple, un tél./appli/micro ne mesure pas bien les basses fréquences, à cause de la qualité des composantes, peut affecter les comparaisons. • Une possible marge d'erreur jusqu'à ± 10 dBA doit être prise en compte.	• Toujours utiliser le même téléphone.
Avec microphone EXTERNE de qualité avec étalonnage de la chaîne de mesure (tél./appli/micro.)	• Niveaux d'exactitude et de précision restent à clarifier par plus d'études.	• Meilleure exactitude. • Pourrait s'approcher de la performance d'un sonomètre intégrateur de classe 2 à la condition que l'application et le microphone externe aient été étalonnés avec une source sonore d'étalonnage conforme aux normes instrumentales. • Certaines applications contiennent des procédures d'étalonnage.

^a Le microphone interne des téléphones ne doit pas être utilisé pour effectuer des mesures de bruit exactes [« ...generally the internal microphone should not be relied on to make accurate noise measurements »] (Roberts, 2016) (281).

^b Le réglage « NIOSH » sur l'application « NIOSH SLM » ne traite que les niveaux sonores ≥ 80 dBA; le seuil d'intégration est donc supérieur à ce qui est recommandé (voir section C.3.2).

Tableau 8 Résumé des limites (désavantages) et avantages des applications de mesure de bruit pour téléphones intelligents (suite)

Facteurs	Limites, désavantages	Avantages ou conditions
Utilité réelle	- Les téléphones/appli ne peuvent pas être utilisés pour déterminer avec exactitude l'exposition des travailleurs au bruit. - Les applications ne répondent pas aux exigences de mesurage du bruit établies dans les normes en acoustique ou dans la réglementation québécoise en milieu de travail (évaluation approfondie).	- Outil de sensibilisation. - Sous certaines conditions, elles peuvent être utilisées pour l'évaluation préliminaire.

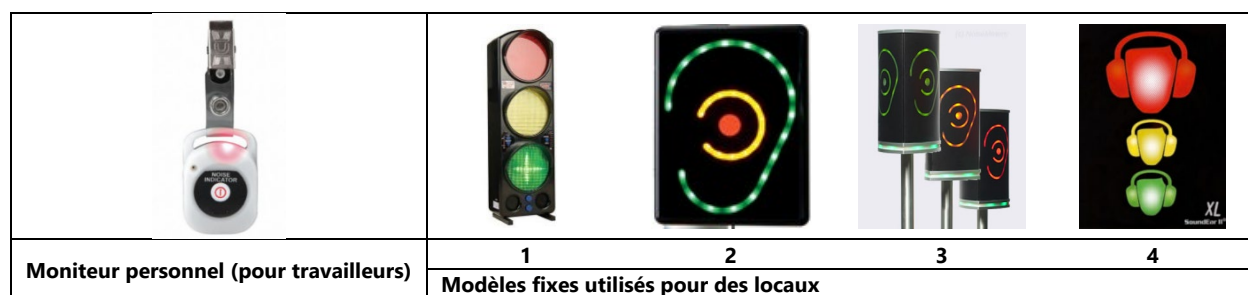
Note : consulter l'annexe 4 pour des informations détaillées et les références des études recensées.

B.3.2 Moniteurs et Indicateurs de niveaux sonores (*noise indicators*)

Cette section vise à distinguer ce type d'outils des instruments de mesure, notamment parce que le guide et la réglementation s'adressent à tous les milieux de travail (garderies, écoles, bureaux, hôpitaux...).

Il existe deux types d'indicateurs de niveaux sonores : les moniteurs personnels ou portatifs, et les indicateurs fixes pour des locaux (salles de classe, bureaux, poste d'infirmières, etc.) (figure 19).

Figure 19 Exemples d'indicateurs de bruit



Source : brochure 3M (282).

Sources :

(1) : page Internet de Acoustical Surfaces Inc. (283).

(2-4) : pages Internet de NoiseMeters Inc (NoiseMeters Canada) (284).

Les **moniteurs personnels** de bruit (*noise indicators level*) ont été conçus pour **sensibiliser** les travailleurs à repérer une situation où une protection auditive devrait être utilisée. Il s'agit d'un petit appareil de type badge, rechargeable, porté par les travailleurs. Il affiche un signal lumineux (voyant rouge) lorsque le niveau de bruit pourrait être dangereux pour l'audition. Ils sont utilisés pour augmenter le port des protecteurs auditifs, mais l'effet sur la hausse et la durée d'utilisation sur de longues périodes reste à préciser. En effet, une étude (285) a montré que l'utilisation d'un moniteur personnel a amélioré le port des protecteurs auditifs, mais sans préciser si cet effet perdure dans le temps. Les travailleurs qui ont utilisé un moniteur avaient aussi reçu une formation sur la prévention de la perte auditive causée par le bruit au travail comprenant des contenus spécifiques basés sur un modèle de promotion de la santé. L'étude rapporte un changement dans l'utilisation accrue et plus durable des protecteurs auditifs chez les travailleurs qui ont utilisé un moniteur de bruit. Cependant, les résultats ne permettent pas de préciser

pendant combien de temps un moniteur de bruit doit être porté par un travailleur pour obtenir l'effet souhaité ni sur une réutilisation assurant un usage accru des protecteurs (285)^A.

À retenir :

- Les moniteurs personnels ne peuvent pas être utilisés pour estimer le niveau d'exposition quotidienne au bruit d'un travailleur.
- Ils ne fournissent qu'une indication visuelle du niveau de bruit (non quantifié ou chiffré).
- Ce sont des outils de sensibilisation.
- Ils ne sont pas approuvés pour la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit.
- Il existe un seul fabricant de ce produit qui n'est ni homologué ni certifié et pour lequel aucune norme de référence n'est applicable.
- Ils doivent être étalonnés auprès d'un fournisseur recommandé.

Quant aux **indicateurs fixes**, ils sont utilisés pour susciter une autorégulation des niveaux de bruit de la part des usagers de certains locaux sensibles (salles de classe, postes/bureaux des infirmières sur les étages de soins en milieu hospitalier, etc.). Ils informent ces usagers (étudiants, travailleurs, visiteurs) du dépassement ou du respect du niveau de bruit souhaité au moyen d'un signal lumineux de couleur (vert, jaune ou rouge). La plupart de ces appareils ont été conçus pour un usage intérieur et pas nécessairement dans des locaux industriels, car certains portent la mention de ne pas les utiliser en atmosphère avec risque d'explosion. Et, bien que certains modèles d'indicateurs fixes répondent aux normes techniques des instruments de mesure^B, ceux-ci ne sont pas utilisés pour l'évaluation de l'exposition des travailleurs au bruit.

À retenir :

- Les **indicateurs de bruit fixes** sont principalement des outils de sensibilisation et leur utilisation ne vise pas à préciser l'exposition des travailleurs au bruit en milieu de travail.

^A L'étude randomisée a été effectuée auprès de 176 travailleurs répartis sur huit chantiers de construction. Avant l'intervention, les protecteurs étaient utilisés en moyenne 34,5 % du temps avec une augmentation significative de 12,1 % après l'intervention et de 7,5 % deux mois après la fin des interventions. L'augmentation la plus élevée a été notée dans le groupe ayant aussi eu des interventions de suivi (*toolbox*). L'hypothèse des chercheurs était que l'utilisation de moniteurs de bruit augmente les croyances des travailleurs en leur capacité à reconnaître plus facilement les niveaux de bruit dangereux et d'agir en conséquence. Ce suivi en continu du bruit par le travailleur pourrait être un incitatif à agir (concept présent dans les modèles de promotion de la santé) et à contribuer à un changement de comportement.

^B Des indicateurs de certaines compagnies (286) répondent aux normes CEI 61672-2 (2002) Classe 2 et ANSI S1.4 Classe 2 précisées à l'annexe 9.

C Deuxième étape : l'évaluation approfondie

L'évaluation approfondie fait appel à des connaissances et informations qui permettent d'appliquer la meilleure stratégie d'échantillonnage, peu importe si le mesurage prévu ne concerne que quelques situations de travail, quelques travailleurs ou tous ceux d'un établissement ou d'un chantier de construction.



La présente section vise à favoriser la compréhension des activités effectuées par les personnes déjà habilitées à effectuer des mesures de l'exposition des travailleurs au bruit et qui possèdent une maîtrise des normes de mesurage à appliquer.

Quant aux personnes « peu ou non formées » pour effectuer de telles mesures, elles doivent être supervisées par des personnes ayant une formation en hygiène du travail, en acoustique ou qui maîtrisent les règles de l'art en matière de mesure de l'exposition des travailleurs au bruit. Dans ces situations, la responsabilité des mesurages relève de la personne qui en supervise la réalisation.

Cette section contient des précisions sur les normes applicables, les instruments de mesure, la planification et la stratégie d'échantillonnage, le traitement des données, la réalisation d'un rapport avec ses recommandations ainsi que l'évaluation périodique des niveaux d'exposition et des niveaux de pression acoustique de crête.

C.1 Évaluation approfondie

Toute évaluation de l'exposition des travailleurs au bruit doit s'appuyer sur une approche graduée. Ainsi, très souvent, ce sont les résultats de l'évaluation préliminaire (section B.1.4), fournissant une estimation du niveau d'exposition quotidienne et du niveau de pression acoustique de crête, qui détermineront le besoin, ou non, de recourir à une évaluation approfondie. L'évaluation préliminaire permettra d'identifier les travailleurs et les situations de travail dont le dépassement des VLE est possible ou certain ou bien des niveaux d'actions préventives (section B.1.4).



Mesurer ou ne pas mesurer, telle est la question!

Comme présenté précédemment, lorsque le classement obtenu à l'étape d'identification est un « dépassement possible » ou « certain » des VLE (ou des niveaux d'actions préventives) l'évaluation approfondie est optionnelle. En effet, dans ces deux cas, lorsque possible, démarrer le processus de réduction et de correction est à privilégier (section B.1.5). Pour certaines situations, l'évaluation approfondie pourrait permettre une quantification plus exacte de l'exposition comme pour celles dont les niveaux d'exposition ou le travail exécuté varient ou encore lorsque les niveaux d'exposition estimés se situent près des VLE ou des niveaux d'actions préventives retenus. Elle peut aussi être utile – sans être toujours nécessaire – en vue d'implanter des moyens préventifs de réduction et de correction et d'en vérifier l'efficacité (mesures avant-après). L'évaluation approfondie permet aussi de répondre aux exigences réglementaires prévues aux articles 134, 138, 139 du RSST et 2.21.8 du CSTC, lorsqu'une évaluation approfondie est réalisée selon l'article 2.21.7 (encadré n° 8).

ENCADRÉ n° 8 - Mesures de l'exposition au bruit dans la réglementation

ÉTABLISSEMENTS

134, 2^e alinéa (RSST)

Il [L'employeur] doit alors, dans l'année qui suit ce changement, mesurer le niveau d'exposition quotidienne au bruit et celui de la pression acoustique de crête, conformément à la sous-section 4, ou débiter la mise en œuvre d'un moyen raisonnable...

138. (RSST) L'employeur doit mesurer, conformément à la présente sous-section, le niveau d'exposition quotidienne au bruit et celui de la pression acoustique de crête lorsque :

1° aucun moyen raisonnable ne peut être mis en œuvre;

(...)

4. 3^e alinéa (Décret 781-2021)

(...) Aux fins du présent article, le résultat d'un mesurage effectué dans les deux ans qui précèdent l'entrée en vigueur du présent règlement, le cas échéant, peut être utilisé aux fins de l'obligation de mesurage prévue à l'article 138 si les conditions suivantes sont respectées :

1° le mesurage a été effectué conformément aux obligations du présent règlement;

2° depuis ce mesurage, aucun changement n'est survenu dans la situation de travail visée par celui-ci.

139. (RSST) Le mesurage du niveau d'exposition quotidienne au bruit et celui de la pression acoustique de crête doivent être effectués en considérant les recommandations contenues dans la norme Acoustique – Détermination de l'exposition au bruit en milieu de travail – Méthode d'expertise, ISO 9612:2009, ou dans la norme Mesure de l'exposition au bruit, CSA Z107.56-13, 2014.

(...)

SECTEUR DE LA CONSTRUCTION (Note : dans le CSTC, l'évaluation approfondie est évoquée à l'article 2.21.7 pour statuer sur l'obligation du port de protecteurs auditifs).

2.21.7 (CSTC). Le port des protecteurs auditifs est obligatoire lorsque :

1° le niveau de bruit auquel est exposé un travailleur excède les valeurs limites d'exposition, selon une évaluation effectuée par un mesurage réalisé conformément à l'article 2.21.8 ou à l'aide d'un sonomètre intégrateur de type I ou de type II ou d'un dosimètre de type II. (...)

2.21.8 (CSTC) Le mesurage du niveau d'exposition quotidienne au bruit et celui de la pression acoustique de crête doivent être effectués en considérant les recommandations contenues dans la norme Acoustique – Détermination de l'exposition au bruit en milieu de travail – Méthode d'expertise, ISO 9612:2009, ou dans la norme Mesure de l'exposition au bruit, CSA Z107.56-13, 2014.

(...)

L'évaluation approfondie peut donc répondre à divers besoins :

- Pour un dépassement « POSSIBLE » de la VLE constaté lors des étapes précédentes (p. ex. niveaux près des limites réglementaires, tels que des résultats de l'évaluation préliminaire entre 82 et 85 dBA) :
 - Déterminer le niveau d'exposition au bruit et le niveau de pression acoustique de crête afin d'obtenir un portrait plus exact de l'exposition pour les travailleurs concernés.
- Pour préciser le niveau d'exposition au bruit et le niveau de pression acoustique de crête pour des situations de travail et des travailleurs qui dépassent les VLE (« dépassement certain ») à l'étape précédente d'identification.
- Pour quantifier l'exposition des travailleurs susceptibles d'être exposés au-delà des niveaux d'actions préventives.

- Pour recommander des moyens de prévention pertinents et adaptés au milieu^A ou pour compléter et valider la sélection de ces moyens.
- Pour disposer de résultats de mesures de niveaux d'exposition au bruit et de niveaux de pression acoustique de crête AVANT d'effectuer des changements.
- Dans le cas du secteur de la construction, bien que non obligatoire, elle peut :
 - Contribuer à identifier, lors de la planification et de la réalisation de travaux, les situations susceptibles de dépasser les VLE (art. 2.21.4) en vue de mettre en œuvre des moyens de réduction du bruit par un employeur ou un responsable de chantier;
 - Servir à déterminer les situations de travail où le port de la protection auditive est obligatoire (art. 2.21.7) (encadré n° 8).
- Pour compléter et valider, s'il y a lieu, la sélection des protecteurs auditifs adaptés aux travailleurs et à la situation de travail (RSST : art. 141 et CSTC : art. 2.21.10).
 - Si la mesure amène une meilleure connaissance des tâches et besoins des travailleurs, elle sera alors très utile pour la sélection des protecteurs.
- Afin de valider, en termes de diminution du nombre de décibels, l'efficacité des modifications visant à réduire et corriger l'exposition des travailleurs (niveau d'exposition quotidienne et niveau de pression acoustique de crête) une fois implantées. Ceci réfère à des mesures d'exposition prises APRÈS les modifications comparées à celles réalisées AVANT (voir section D.2) (219).

C.2 Mesurage

L'évolution technique des instruments de mesure permet maintenant une plus grande flexibilité et une plus grande durée d'échantillonnage.

Dans un contexte d'évaluation approfondie, le technicien ou l'hygiéniste du travail, aussi bien que l'ingénieur en acoustique ou l'audiologiste ainsi que le médecin en santé au travail doivent s'assurer que les mesures réalisées sont fidèles aux conditions de travail et environnementales habituelles, en portant une attention à la durée d'échantillonnage, aux sources de bruit ainsi qu'aux sous-groupes de travailleurs potentiellement exposés. Les normes relatives à la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit en milieu de travail doivent être appliquées et tenir compte des variations dans les mesures ainsi que des facteurs qui les expliquent (6,8,9,245).

^A « Les résultats des mesurages effectués conformément à la présente norme internationale [ISO 9612] peuvent fournir des informations utiles lors de la définition des priorités en matière de moyens de réduction du bruit ». (ISO 9612 : 2009 (F), p. 1) (6).

C.2.2 Qui peut mesurer? Les personnes habilitées à faire le mesurage et leurs compétences

La compétence des personnes qui réalisent des mesures de bruit importe en raison des multiples composantes qui sont à maîtriser : méthode et stratégies d'échantillonnage, validité et représentativité des mesures, analyse des résultats, rédaction d'un rapport, etc^A. Au Québec, les articles 140 du RSST et 2.21.9 du CSTC (encadré n° 9) précisent les personnes qui peuvent réaliser les mesures du niveau d'exposition quotidienne au bruit et du niveau de pression acoustique de crête.

ENCADRÉ n° 9 – Personnes qui peuvent réaliser les mesures d'exposition

Art. 140 (RSST) et 2.21.9 (CSTC) Le mesurage du niveau d'exposition quotidienne au bruit et celui de la pression acoustique de crête doit être fait par l'une des personnes suivantes :

- 1° un professionnel ou un technicien ayant une formation en hygiène du travail ou une formation spécialisée en acoustique;
- 2° une autre personne qui maîtrise les règles de l'art relatives au mesurage du bruit.

Le présent article n'a pas pour effet d'empêcher l'employeur de désigner une personne pour assister la personne visée au premier alinéa, dans la mesure où cette dernière conserve l'entière responsabilité du mesurage prévu à la présente sous-section.

Les **compétences de base** dont doivent généralement disposer les personnes habilitées à mesurer l'exposition des travailleurs au bruit sont : d'être familières avec l'utilisation adéquate des instruments de mesure, d'en connaître les limites et de savoir réaliser une évaluation des niveaux d'exposition quotidienne et de pression acoustique de crête. Cela suppose qu'elles doivent notamment s'assurer de la vérification des instruments, de leur étalonnage sur le terrain, de sélectionner les paramètres de mesure appropriés et leurs réglages.

Au-delà de ces premières exigences, toute personne qui effectue l'évaluation de l'exposition des travailleurs au bruit devrait (211) :

- Connaître le travail exécuté par les travailleurs et les procédés.
- Comprendre le but des mesures et les informations requises pour évaluer l'exposition.
- Et avoir des connaissances de base en acoustique; sur les actions à mettre en place selon les situations (niveaux d'actions préventives, dépassement des VLE, moyens préventifs de réduction et de correction, comment instaurer un programme de contrôle du bruit) (213).

De plus, une personne compétente sera capable de traiter et d'analyser les données des mesures d'exposition au bruit, de rédiger un rapport, de communiquer et d'expliquer les résultats au milieu de travail (203).

^A Le bruit et sa mesure, comme d'autres facteurs de risque en SST sont parfois complexes et nécessitent des ressources externes. D'ailleurs, à titre de bonne pratique générale, lorsqu'un établissement ne dispose pas de ressources suffisantes en prévention ou promotion, la législation européenne indique qu'il doit faire appel à des « compétences extérieures » (personnes ou services) (Directive 89/391/CEE : art. 7.3) (287). Le *Health and Safety Executive* (HSE) rappelle aussi l'importance de la compétence de la personne qui réalise des mesures d'exposition des travailleurs et sa capacité à fournir des indications sur le contrôle du bruit (213).

Le résumé suivant donne des exemples des habiletés, des compétences et connaissances nécessaires pour réaliser un mesurage selon les règles de l'art :

- Connaître les spécifications, caractéristiques et limites des instruments de mesure afin de les utiliser correctement.
- Connaître les informations nécessaires et les méthodes à utiliser pour déterminer le niveau d'exposition au bruit et le niveau de pression acoustique de crête en milieu de travail.
- Repérer les conditions normales, représentatives du fonctionnement de chaque département ou secteur du milieu de travail.
- Connaître et maîtriser les éléments relatifs à la méthode et aux stratégies d'échantillonnage, pour des mesures valides et représentatives.
- Connaître les exigences légales.
- Connaître et utiliser une des normes applicables (voir section C.2.2) : CSA Z107.56 :F18 (C2022) (8); dans le cas d'un mesurage effectué dans le cadre d'une application réglementaire, ISO 9612 :2009(F) (6) ou CSA Z107.56-F13, 2014 (9).
- Savoir colliger les résultats des mesures aux fins de l'évaluation de l'exposition au bruit ainsi que la contribution des diverses sources de bruit à cette exposition.
- Extraire, transférer et bien enregistrer les résultats des mesures sous forme numérique.
- Savoir juger de la validité des résultats de mesures du bruit, notamment afin d'éliminer les artéfacts inclus dans les résultats de mesure.
- Repérer et colliger les événements bruyants très intenses.
- Procéder aux calculs nécessaires, présenter et interpréter les résultats des niveaux d'exposition au bruit et des niveaux de pression acoustique de crête dans un rapport.
- Être en mesure d'expliquer le mesurage et les données recueillies aux personnes sur le lieu de travail.
- À partir des résultats de mesures de l'exposition, fournir des conseils de base ou faire appel à une personne plus spécialisée en matière de contrôle du bruit.
- Vérifier si la sélection des protecteurs auditifs réalisée lors des étapes antérieures est toujours adéquate, en tenant compte des besoins du travailleur pour l'écoute, la communication et la localisation (bruits industriels, alarmes, parole) (177).



Un professionnel, ou une personne qui maîtrise les compétences et règles de l'art, conserve l'entière responsabilité du mesurage de l'exposition au bruit, même si une personne est formée pour l'assister.

C.2.3 Quelles normes utiliser pour le mesurage?

Dans les pages qui suivent, les mentions ISO et CSA réfèrent aux éditions les plus récentes au moment de la publication de ce guide, soit ISO 9612 :2009(F) et CSA Z107.56 :F18 (C2022), puisque c'est une bonne pratique recommandée de référer aux éditions les plus à jour.

Toutefois, toute utilisation dans le cadre d'une application réglementaire doit considérer les deux normes spécifiques prévues pour la mesure du niveau d'exposition quotidienne et du niveau de pression acoustique de crête des travailleurs québécois : ISO 9612 :2009(F) et CSA Z107.56-F13, 2014, bien que cette dernière ne soit pas l'édition la plus récente (RSST : art. 139; CSTC : art. 2.21.8) [encadré n° 10]. En dehors d'une application réglementaire, les modifications introduites par CSA Z107.56 :F18 (C2022) sont recommandées.

À souligner : lorsque les informations tirées de la plus récente édition publiée en 2018 présentent des écarts avec celle de 2014 prévue dans le règlement, elles sont alors précisées dans une note de bas de page. Ceci facilitera le repérage des adaptations nécessaires pour des mesures réalisées dans un cadre réglementaire.

ENCADRÉ n° 10 - Normes pour réaliser les mesures

139. (RSST) et 2.21.8 (CSTC) Le mesurage du niveau d'exposition quotidienne au bruit et celui de la pression acoustique de crête doivent être effectués **en considérant les recommandations contenues*** dans la norme Acoustique – Détermination de l'exposition au bruit en milieu de travail – Méthode d'expertise, ISO 9612 :2009(F), ou dans la norme Mesure de l'exposition au bruit, CSA Z107.56-F13, 2014 (...).

* Texte accentué en gras par l'auteur.

Pourquoi utiliser des normes?

L'utilisation de normes vise à réaliser des évaluations valides et les plus harmonisées possible de l'exposition des travailleurs au bruit. L'utilisation d'une méthode normalisée ajoute à l'exactitude et à la précision de la mesure du niveau d'exposition au bruit et du niveau de pression acoustique de crête et contribue à l'application réglementaire. À titre d'exemple, la plupart des juridictions réfèrent, dans leur réglementation, à des normes (méthodes normalisées) pour réaliser l'évaluation de l'exposition des travailleurs au bruit (288–291).

En quoi diffèrent les normes ISO et CSA?

À l'exception des exigences concernant le traitement des erreurs et de l'incertitude du mesurage ainsi que des calculs statistiques contenus dans ISO 9612 :2009(F), les deux normes CSA et ISO restent assez semblables (pour plus de précisions, voir tableau comparatif à l'annexe 10, section A). La norme CSA est moins détaillée quant aux approches suggérées (tâche, fonction, journée entière), mais la nécessité de s'assurer de la représentativité des mesures rejoint, en quelque sorte, les mêmes objectifs qu'ISO (encadré n° 11).

Aperçu des pratiques de mesurage dans d'autres pays et en Ontario

Un bref résumé de certaines caractéristiques des pratiques de mesurage ou démarches d'identification appliquées ailleurs dans le monde (Europe, hémisphère austral) et en Ontario est présenté à l'annexe 10, section B. Les pratiques européennes réfèrent principalement à la norme ISO 9612 :2009(F).

Les normes de mesure dans la documentation scientifique

La portée des stratégies préconisées par la norme ISO 9612 :2009(F)^A (mesurage basé sur la tâche, la fonction ou sur une journée entière) ou similaires à celles-ci, a été analysée (voir annexe 10, section C). Relativement peu de publications scientifiques ont étudié les méthodes de mesurage. Le plus souvent, ces publications ont comparé des stratégies de mesurage basées sur la tâche et la journée entière, sans qu'elles ne respectent nécessairement en tout point les stratégies recommandées par ISO 9612 :2009(F). Au final, l'application des stratégies recommandées, selon le type de situation, semble bien adaptée et permet d'obtenir des résultats fiables et représentatifs. Le choix d'une stratégie doit tenir compte du type de milieu et d'activités qui s'y réalisent en plus du temps disponible. À ce titre, par exemple, les recommandations de ISO 9612 ont été les meilleures en termes de gestion de temps en fonction de chaque situation associée aux stratégies. Pour la stratégie par tâches, souvent utilisée pour les travailleurs de la construction, des études montrent l'importance de l'implication et la participation des travailleurs, en plus de l'observation des tâches.

^A Deux études ont analysé l'application des stratégies spécifiques tel que recommandé par ISO.

ENCADRÉ n° 11 - Comparaison de quelques caractéristiques des normes CSA Z107.56 :F18 (C2022) et ISO 9612 :2009(F) pour la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit

Il n'y a pas d'étude spécifique qui permette de comparer le contenu des deux normes. Toutefois, la norme ISO est plus exigeante sur les calculs de l'incertitude et la répétition des mesures. Elle exige plus de validations sur l'exactitude de la mesure. La démarche préconisée par ISO comporte le calcul de l'incertitude du résultat obtenu pour chacune des trois stratégies de mesurage proposées aux fins de déterminer l'exposition au bruit sur un lieu de travail : tâche, fonction (ou métier), journée entière.

Dans la norme CSA, il n'y a pas d'exigences équivalentes sur l'incertitude puisque la « contribution d'incertitude » (art. 6.4.2.1 b et 6.5.3.1)^A réfère à une annexe « Informative »^B (annexe B de la norme). Elle présente des recommandations générales sur l'environnement acoustique, la représentativité et les changements dans l'exposition (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 5.1, 5.2 et 6.2). Plus de précisions sont fournies pour l'utilisation du dosimètre. On indique alors que la « durée de mesure devrait être suffisamment longue pour que le niveau d'exposition au bruit résultant soit représentatif des activités quotidiennes du travailleur et de toutes variations de l'environnement acoustique du lieu de travail. », ce que la norme présente comme étant « En général, la durée [...] quart de travail. » (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.1) (8). Globalement, la norme CSA indique que « Ces méthodes qui peuvent s'appliquer tant à des individus qu'à des groupes sont conçues pour obtenir des résultats qui sont représentatifs de l'exposition au bruit des travailleurs tout en réduisant au minimum le nombre et la durée des mesures du bruit. » (CSA Z107.56 :F18 (C2022). Introduction, 2^e paragr.)^C.

De plus, CSA précise comment l'exposition peut être mesurée ou estimée pour des sources très proches de l'oreille et pouvant même la couvrir (art. 7 et 8), comme les casques de communications (centres d'appel, agences de sécurité, restauration rapide, chantiers, etc.), les protecteurs auditifs avec système de communication ou l'utilisation de casques, écouteurs ou autres (lecteur personnel) pour l'écoute de la musique ou de la radio (CSA, art. 8.1.3)^D. (Voir tableau comparatif à l'annexe 10, section A).

Toutefois, selon des experts consultés (222), une application systématique de la norme ISO 9612 :2009(F), avec les calculs de l'incertitude de la mesure, n'apporte pas de plus-value pour la prévention en plus d'exiger beaucoup de ressources - déjà limitées dans le cas du RSPSAT, mais également dans le secteur privé ou le milieu syndical. Dans le cas du RSPSAT, l'application systématique du calcul de l'incertitude priverait ainsi des milieux de travail de services pour du soutien ou pour d'autres risques si les trois jours d'échantillonnage exigés pour la stratégie de mesurage sur une journée entière étaient systématiquement réalisés^E. Pour les employeurs cela pourrait aussi représenter un trop grand nombre de mesures pour l'objectif recherché et les priverait de ressources financières qui seraient mieux utilisées à la mise en place de solutions préventives pour réduire l'exposition au bruit. Afin de s'assurer que la VLE de 85 dBA ($L_{ex,8hr}$, $L_{EX,8h}$) ne soit pas dépassée, les experts consultés estimaient qu'une application stricte de la norme ISO 9612 :2009(F) ne serait utile que pour les situations de travail dont l'exposition est conforme au RSST, mais se situant près de 85 dBA (80 à 85 dBA). Enfin, selon les experts consultés, c'est le jugement de la

^A Dans CSA Z107.56-F13, 2014, ces articles ne réfèrent pas à la contribution de l'incertitude, concept par ailleurs absent dans cette édition.

^B Dans une norme, une annexe informative ne constitue pas une partie obligatoire à la différence d'une annexe normative. L'annexe informative donne des indications supplémentaires, des recommandations destinées à faciliter la compréhension ou l'utilisation d'un article de la norme. Son application est facultative.

^C Dans CSA Z107.56-F13, 2014, cette même information est présentée dans la Préface, au 3^e paragraphe. (CSA Z107.56-F13, 2014. Mesure de l'exposition au bruit, © 2014, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>).

^D Situations aussi abordées dans ISO 9612 :2009(F) (art. 12.4, dernier paragr.), mais de manière moins précise que CSA.

^E Dans les établissements couverts par le RSPSAT, le calcul de l'incertitude exigeant trois jours de mesurage ne peut être réalistement et économiquement fait. Dans le cas où un établissement voudrait absolument disposer de ce calcul, il pourrait avoir recours à d'autres ressources.

personne responsable qui détermine s'il convient d'appliquer, ou pas, les exigences de la norme concernant l'incertitude de la mesure afin de répondre adéquatement aux objectifs visés par le mesurage (section C.3.1).

C.3 Planification et réalisation du mesurage

C.3.1 Approches de mesurage (stratégie)

Le choix de la stratégie de mesure appropriée est influencé par plusieurs facteurs comme :

- L'objectif poursuivi (119).
- Le temps, l'instrumentation et les ressources disponibles.
- L'environnement de travail (119), en fonction de la complexité de la situation de travail ou de la tâche, la mobilité du travailleur, le nombre de travailleurs concernés (c.-à-d. susceptibles d'être exposés à un bruit dangereux, soit une exposition au bruit qui les rend à risque de développer une perte auditive ou susceptibles de dépasser ou dépasse les VLE).
- La durée réelle de la journée de travail.
- En plus, la stratégie doit satisfaire à des critères de qualité (représentativité, exactitude et précision), tout en étant adaptée à l'objectif poursuivi.

Les informations et les résultats de l'évaluation préliminaire, si réalisée, seront particulièrement utiles pour :

- Définir la stratégie d'échantillonnage.
- Déterminer si l'évaluation sera réalisée individuellement, sur un certain nombre de travailleurs.
- Juger si un travailleur est représentatif d'un groupe de travailleurs ou si des travailleurs effectuant un travail similaire dans un environnement acoustique similaire forment un groupe d'exposition similaire. L'exposition moyenne mesurée à partir des résultats individuels de certains d'entre eux s'appliquera alors à tous les travailleurs du groupe.

C.3.1.1 Approches selon CSA

La norme CSA propose que les travailleurs des zones ciblées fassent l'objet de mesures de l'exposition, soit à l'aide d'un sonomètre intégrateur ou dosimètre, selon la variabilité des tâches (niveau, durée) et le type de bruit (8,245). La variation des tâches et des sources de bruit dans le temps et dans l'espace déterminera le nombre d'échantillonnages (mesures) nécessaires et si ces mesures seront faites sur de courtes périodes de temps, ou si elles seront réalisées en continu.

Rappelons que dans l'édition antérieure CSA Z107.56-F13, 2014, le sonomètre peut être utilisé seulement si le travail se divise facilement en activités distinctes pendant lesquelles les niveaux sonores sont uniformes (± 3 dBA). Toutefois, malgré la référence à cette norme, la réglementation prévoit que le sonomètre intégrateur doit être utilisé en tout temps pour l'évaluation approfondie (RSST : art. 139, 2^e al.; CSTC : art. 2.21.8, 2^e al.). Ce dernier peut être utilisé lorsque le travail se divise facilement en activités distinctes (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 4.3, tableau 1). Il est alors utilisé pour la mesure du niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, sur une période de temps « t » donné ($L_{eq,t}$), et du

niveau de pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeak}$), relatifs à différentes activités. Quant au dosimètre, il est employé pour couvrir toute une journée lorsque le travail et le bruit sont variables.

CSA présente la stratégie d'une manière légèrement différente d'ISO (voir section ISO, ci-dessous) :

- Par travailleur ($L_{eq,t}$).
- Pour un groupe (L_{groupe}).
- Pour une tâche ou une activité particulière ($L_{eq,t}$) et en couvrant l'ensemble des tâches ou activités habituelles exécutées au cours d'une journée; (art. 6.1).

Postes, tâches, métiers ou fonctions ou situations de travail semblables

Dans les établissements ou chantiers, lorsque le nombre de travailleurs est important et que leur situation est relativement semblable, des travailleurs seront sélectionnés au hasard, en nombre suffisant pour s'assurer d'une représentativité parmi le groupe (221).

Une stratégie qui évite d'évaluer l'exposition de chaque travailleur et qui facilite le mesurage est donc de constituer des groupes de travailleurs dont l'exposition présente peu de différences et d'attribuer l'exposition mesurée à l'ensemble des travailleurs que le groupe cherche à représenter (245). Cette stratégie est celle du « groupe d'exposition similaire » (GES)^A. Elle présuppose de vérifier la présence de tâches et d'équipements similaires, la durée du travail, les événements avec un niveau de bruit très élevé, les opérations bruyantes, etc.

« ...Il convient de regrouper ensuite les travailleurs selon leurs métiers ou leurs tâches principales – quand ils sont exposés se façon analogue à des sources de bruit semblables dans un même lieu, des travailleurs constituent un [GES] – et, enfin, de vérifier que tous les travailleurs ont été bien affectés à un groupe d'exposition [et au bon groupe d'exposition]. » (Thiéry et coll., 2009, p. 40) (223).

Les travailleurs doivent donc être impliqués dans la formation de ces groupes (223). Il est aussi important de s'assurer d'une couverture adéquate des diverses variations des niveaux de bruit auxquels les travailleurs du groupe sont exposés. Les modalités quant au nombre de travailleurs devant faire partie de l'échantillon composant un GES ainsi que pour les calculs du niveau d'exposition moyen du groupe sont précisés à l'annexe B-Informative de la norme CSA Z107-56 :F18 (C2022) (art. 6.4.3).

Durée de la période couverte lors de l'utilisation d'un sonomètre intégrateur

L'évaluation de l'exposition d'un seul travailleur ou d'un groupe d'exposition similaire au moyen d'un sonomètre intégrateur doit prendre en compte correctement la durée (art. 6.5.2) et le nombre de mesures (art. 6.5.3).

^A Appellation privilégiée dans le présent guide et équivalente au « groupe d'exposition homogène ». Consulter la définition complète et les précisions dans le glossaire.

Au préalable, le travail effectué doit être divisé en activités distinctes et le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A de chacune ($L_{eq,t}$) doit être mesuré. La durée correspondante de chaque activité de la journée de travail doit être estimée avec une précision d'au moins 25 % ce qui correspond à une incertitude de 1 dBA sur le niveau calculé (art. 6.5.1) :

- S'assurer que la durée de mesure soit suffisamment longue pour que le niveau d'exposition au bruit obtenu représente les activités accomplies par le travailleur.
 - Selon les besoins, la durée s'étendra sur toute l'activité ou une partie de celle-ci ou sur plusieurs répétitions de l'activité;
 - S'assurer que le résultat obtenu est constant à $\pm 0,5$ dBA près (art. 6.5.2). Toutefois, cette différence à $\pm 0,5$ dBA peut être modifiée, selon CSA, et une note doit préciser le changement effectué dans le rapport de mesurage^A;
 - Chaque activité doit être mesurée au moins deux fois, généralement à des moments différents. Les deux premières mesures peuvent suffire à condition de ne pas différer de plus de 2 dBA (art. 6.5.3.1);
 - Un écart de plus de 2 dBA oblige de prendre d'autres mesures selon les indications de l'annexe B-Informative de la norme CSA Z107-56 :F18 (C2022)^B;
 - Toutefois, la norme CSA reste flexible sur cet écart en fonction des besoins. Dans le cas de mesures dont l'objectif est de déterminer le respect de la VLE et qui « sont nettement supérieures » (ou nettement inférieures) à celle-ci, l'écart peut être appliqué avec moins de rigueur (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.5.3.2). Une note à cet effet doit être ajoutée dans le rapport de mesurage (section 9 de la norme CSA Z106.56: F18 (C2022) ^C (CSA Z107.56 :F18 (C2022). Mesure de l'exposition au bruit, © 2019, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>).

Durée de la période couverte lors de l'utilisation d'un dosimètre

La norme CSA précise des éléments semblables dans le cas d'un mesurage sur une journée entière avec un dosimètre :

- Selon CSA, la durée de mesurage doit être suffisamment longue pour être représentative d'une journée quotidienne du travailleur avec ses variations de l'environnement sonore et qui, généralement, couvrira le quart de travail (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.1 et note 1).
- Dans le RSPSAT, l'expérience cumulée par les professionnels et la pratique terrain ont montré que l'échantillonnage **doit couvrir au moins 70 % du quart de travail**^D, en excluant la période du repas et

^A Cette disposition, à l'effet qu'une différence de $\pm 0,5$ dBA peut être modifiée, n'apparaît pas dans l'édition de CSA Z107.56-F13, 2014.

^B L'édition 2014 de la norme CSA Z107.56 ne réfère pas à une annexe, mais dit ceci : « Sinon, d'autres mesures doivent être prises jusqu'à ce que l'écart type de tous les résultats soit d'au plus 2 dB. » (art. 6.5.3.1). Dans cette même édition, l'article 6.5.3.2 mentionne autre chose : « Si les résultats des mesures dépassent les limites indiquées à l'article 6.5.3.1, les activités doivent être redéfinies ou les mesures répétées avec un dosimètre. » (CSA Z107.56-F13, 2014. Mesure de l'exposition au bruit, © 2014, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>).

^C Dans la norme CSA Z107.56-F13, 2014, c'est à l'article 6.5.3.4 qu'il est précisé que l'écart-type spécifié (2 dB) peut ne pas convenir à certaines situations. Cette variation peut être changée, mais une note à cet effet doit absolument être mentionnée dans le rapport (voir la section 9 de cette norme).

^D Mesurer sur 100 % du temps de travail peut engendrer des coûts supplémentaires et des problèmes de disponibilité de ressources.

les pauses dans le calcul de ce pourcentage, sauf si le travailleur reste à son poste toujours en fonction. L'échantillonnage doit inclure au minimum un cycle de travail, c.-à-d. un groupe de tâches bien définies qui sont répétées.

- Bien sûr, il importe de veiller à ce que le bruit durant la période d'échantillonnage soit représentatif de la durée complète du quart de travail.



Il est reconnu, dans les normes CSA et ISO, qu'il peut être difficile de mesurer sur une journée entière de travail, mais malgré tout, le résultat peut être valide à certaines conditions :

- « Pour des raisons pratiques, il peut s'avérer impossible d'effectuer des mesurages sur la journée de travail entière. Dans ce cas, il convient d'effectuer les mesurages sur une partie de la journée aussi importante que possible, couvrant toutes les périodes significatives d'exposition au bruit. » (ISO 9612 :2009(F), art. 11.1).
- « ...La nécessité de disposer de temps en début et en fin de poste pour l'installation et le retrait des instruments et pour l'information des conducteurs, la durée de mesurage est légèrement inférieure à la durée totale du poste. Néanmoins, les mesurages ont une durée suffisante pour couvrir toutes les périodes significatives d'exposition au bruit. » (ISO 9612 :2009(F), annexe F-Informative, section F.4.1).
- « ...À moins de bons motifs pour déroger à cette règle [tout le quart de travail], p. ex. si un travailleur enlève son dosimètre [...] pour s'occuper de charges administratives, a pris sa douche et a enlevé ses vêtements de travail » (art. 6.4.1, note 2^A; CSA Z107.56 :F18 (C2022). Mesure de l'exposition au bruit, © 2019, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>).

- **Si les résultats sont très proches de la VLE pour le niveau d'exposition au bruit ou des niveaux d'actions préventives retenus, une plus grande précision est exigée :**
 - Si le résultat d'une seule mesure présente un écart de 6 dBA ou moins avec la VLE ou les niveaux d'actions préventives retenus, la mesure doit être répétée;
 - Si l'écart entre le résultat des deux mesures est d'au plus de 2 dBA et que leur moyenne arithmétique est supérieure à 2 dBA, de part et d'autre de la valeur de référence (VLE ou niveaux d'actions préventives), le nombre de mesures est suffisant^B. Si ce n'est pas le cas, d'autres mesures doivent être prises selon les indications de l'annexe B-Informative de la norme CSA Z107.56 :F18 (C2022) (art. 6.4.2.1)^C;

^A L'article 6.4.1 est semblable dans les éditions 2018 (C2022) et 2014 de la norme CSA Z107.56-F13, sauf pour le retrait du dosimètre. Dans l'édition 2018, il a été ajouté que, généralement tout le quart de travail est couvert, « ... à moins de bons motifs pour déroger à cette règle, p. ex. si un travailleur enlève son dosimètre avant la fin du quart de travail pour s'occuper de charges administratives, a pris sa douche et a enlevé ses vêtements de travail. » (art. 6.4.1, note 2, CSA Z107.56 :F18 (C2022). Mesure de l'exposition au bruit, © 2019, Association canadienne de normalisation). Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>.

^B « Les variations spécifiées peuvent ne pas convenir à certaines situations. Ces variations peuvent être changées, mais une note à cet effet doit être incluse dans le rapport (voir la section 9 de la norme où le contenu du rapport est traité) » (art. 6.4.2.1, CSA Z107.56 :F18 (C2022). Mesure de l'exposition au bruit, © 2019, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>).

^C La norme CSA Z107.56-F13, 2014, à l'article 6.4.2.1, diffère quelque peu avec une recommandation selon la procédure suivante : « Si un seul résultat de mesure est à 6 dBA près du niveau de pression acoustique de référence, la mesure devrait être répétée. Si les résultats de ces deux mesures diffèrent d'au plus 2 dB, le nombre de mesures est suffisant. Sinon, d'autres mesures doivent être prises jusqu'à ce que l'écart type de toutes les mesures soit inférieur à 3 dB. (...) » (CSA Z107.56-F13, 2014. Mesure de l'exposition au bruit, © 2014, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>).

- Exemples :
 - Un résultat de mesure à 101 dBA, pour un niveau de référence de 85 dBA, ne nécessite pas de mesure supplémentaire;
 - Des résultats de deux mesures à 82 et 84 dBA pour un travailleur exigeant des mesures supplémentaires.
- Répéter le mesurage sur plusieurs jours ou à des moments différents d'une journée permet de tenir compte de la variabilité des tâches ou des activités (234) (CSA, art. 6.4,2.2 et 6.4.2.3).

C.3.1.2 Approches selon ISO

La norme ISO donne des indications plus précises que la norme CSA pour le choix d'une stratégie de mesurage. Elle exige une étape d'analyse du travail alors que cette étape est implicite dans la norme CSA. Pour sa part, ISO 9612 :2009(F) prévoit trois stratégies de mesurage (ISO, art. 8). Le choix est habituellement basé sur le contexte de l'exposition et les hypothèses pour assurer la représentativité des mesures (223). Ces stratégies sont les suivantes (figure 20) :

a) mesurage basé sur la tâche : le travail effectué pendant la journée est analysé et divisé en un certain nombre de tâches représentatives et, pour chaque tâche, des mesurages séparés du niveau de pression acoustique continu équivalent sont effectués.

Le contexte est estimé identique pour les différents travailleurs effectuant la tâche. Avant le mesurage, ce choix exige une analyse plus détaillée du travail avec l'estimation de la durée des tâches. Cette méthode est réservée aux tâches peu nombreuses, faciles à prévoir, réalisées dans un lieu est bien défini et dont les niveaux de bruit fluctuent peu entre les tâches. Cette méthode exige au moins trois mesures d'une durée minimale de 5 minutes par tâche.

La méthode par tâche a l'avantage de réduire le temps de mesurage et de contrôler plus facilement les mesures dans le cas de groupes importants de travailleurs ayant des activités et environnements acoustiques similaires. Par contre, elle peut exiger davantage de temps pour une situation de travail complexe. Elle permet le calcul de la contribution de chaque tâche au niveau d'exposition quotidienne (ISO, art. 9.4) ou l'utilisation d'un chiffrier (« calculette ») pour ce faire (voir section B.1.4 et annexe 7, ex. : aux tableaux A-10 et A-11).

b) mesurage basé sur le métier ou la fonction : un certain nombre d'échantillons aléatoires du niveau de pression acoustique continu équivalent sont prélevés pour des fonctions identifiées. Cette méthode présuppose une situation comparable entre les travailleurs d'un même métier ou fonction, d'une journée à l'autre. Le travail se répète d'une journée à l'autre, mais les tâches et leur durée peuvent fluctuer, quoique les niveaux quotidiens présentent une faible variation. La durée minimale cumulée pour le mesurage dépend du nombre de travailleurs évalués (voir tableau 9).

c) mesurage sur une journée entière : le niveau de pression acoustique est mesuré en continu sur des journées de travail entières à l'aide de dosimètres^A. Cette méthode est utilisée quand le travail n'est pas prévisible. Les mesures journalières devraient être répétées minimalement pendant trois jours (6,223) (encadré ci-dessous). Cette stratégie est accompagnée d'un mesurage ponctuel complémentaire avec un sonomètre intégrateur.

^A Ou exposimètres acoustiques (art. 5.1, NOTE 2; ISO 9612 :2009(F)).

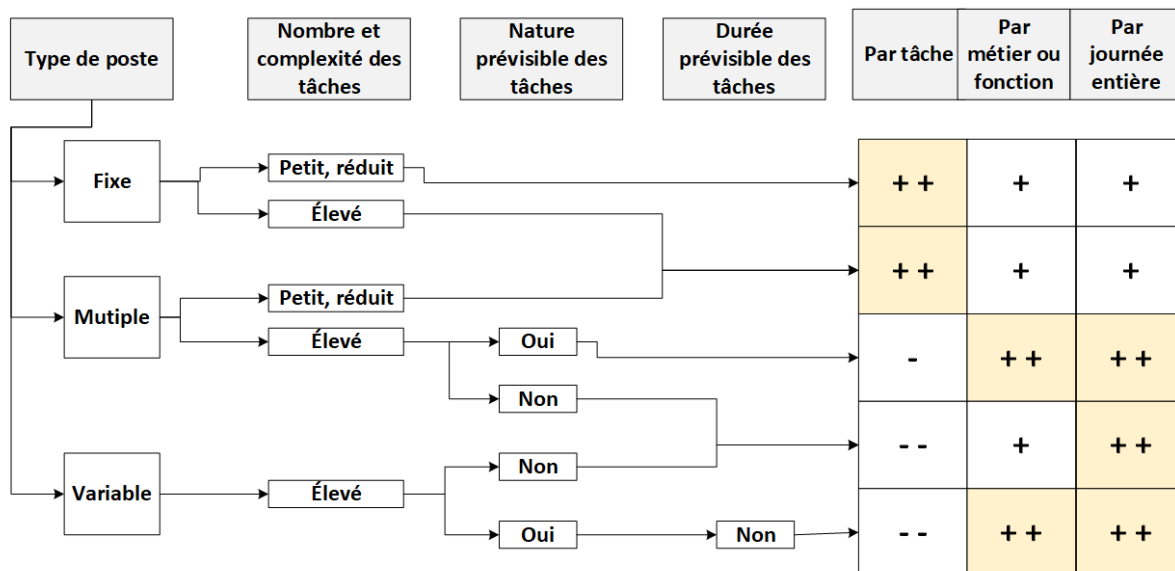
Diverses actions sont à considérer pour compléter un mesurage sur une journée entière et diminuer le risque de fausses contributions au niveau d'exposition mesuré. Celles-ci pourront être réduites en réalisant des mesures ponctuelles complémentaires avec un sonomètre intégrateur, en observant attentivement les travailleurs et en discutant avec eux à la fin de la période d'échantillonnage (ISO 9612 :2009(F), voir note à l'art. 11.1)^A.

La norme ISO 9612 :2009(F) précise que la durée doit être suffisante pour couvrir toutes les « périodes significatives d'exposition au bruit ». Dans les faits, la période de mesurage est inférieure à la durée totale du poste en raison du temps nécessaire pour installer et retirer les instruments et informer les travailleurs (ISO 9612 :2009(F), annexe F-Informative, section F.4.1).



La répétition des mesures sur trois jours est une exigence de la norme ISO 9612. Dans la pratique, le besoin d'effectuer des mesures sur plusieurs journées repose sur le jugement professionnel et la nature du mandat. En général, le mesurage sur une journée reste suffisant lorsqu'on dispose des informations sur le déroulement du travail. Advenant des variations qui nécessitent de prolonger un mesurage au-delà d'une journée, un espacement entre les journées serait à prévoir.

Figure 20 Diagramme selon les recommandations dans la norme ISO 9612 :2009(F) pour choisir la stratégie de mesurages



Source : basé sur la norme ISO 9612 :2009(F); reproduit et adapté de Thiéry et coll. 2009, p. 41 (223).

^A Les normes recommandent de discuter avec les travailleurs et superviseurs pour s'assurer d'un mesurage représentatif [chefs d'équipe et travailleurs : art. 9.2, a), art. 9.3 et art. 11.2, a); ISO 9612 :2009(F); personnel d'expérience ce qui inclut les travailleurs : art. 6.51, a); CSA Z107.56 :F18 (C2022)]. Cet aspect n'est pas abordé dans CSA Z107.56-F13, 2014. Des recommandations similaires sont faites dans le guide de l'INRS (223).

Formation d'un groupe d'exposition similaire (GES)

Regrouper des travailleurs, là où le nombre et l'exposition le justifient, est une méthode qui permet de faciliter le mesurage de l'exposition au bruit. Elle exige que les différences d'exposition à l'intérieur du groupe soient faibles, pour que les résultats des mesures soient semblables (245).

Pour constituer un groupe d'exposition similaire (GES), ISO suggère qu'une consultation soit faite auprès des travailleurs concernés et du contremaître ou chef d'équipe pour établir avec eux *une journée nominale*^A (journée type). Plusieurs aspects sont à prendre en compte pour préciser cette journée (ISO, art. 7.3) : activité principale (ex. production, manutention, entretien et autres), poste occupé, temps de travail (jour, nuit, autres horaires spécifiques), tâches (contenu et durée), variations possibles de chaque tâche, postes de travail les plus bruyants et les principales sources de bruit, organisation du travail, présence d'événements bruyants importants, réunions, pauses, etc.

Comme cette méthode s'applique en particulier aux métiers ou fonctions, ISO recommande des durées de mesurage ajustées à la taille du groupe d'exposition similaire constitué (tableau 9).

Tableau 9 Durée minimale des mesures à appliquer à un groupe d'exposition homogène selon ISO 9612 :2009(F) pour la stratégie par métier ou fonction

Nombre de travailleurs (T) dans le groupe d'exposition homogène*	Durée totale minimale des mesures (heures) à répartir entre les membres du groupe d'exposition homogène*
≤ 5	5 h
$5 < T \leq 15$	$5 \text{ h} + (T - 5) \times 0,5 \text{ h}$
$15 < T \leq 40$	$10 \text{ h} + (T - 15) \times 0,25 \text{ h}$
$T > 40$	17 h ou diviser le groupe

* Rappel : ISO 9612 :2009(F) utilise « groupe d'exposition homogène » plutôt que « similaire » à la différence d'AIHA et qui est utilisé dans le présent guide. Ces termes réfèrent à la même notion.

Source : reproduit de Thiéry et coll., 2009 (INRS), figure 18, p. 42 (223); voir ISO 9612 :2009(F), tableau 1.

Le tableau 10 permet de voir les principales différences entre les stratégies par tâche ou par métier ou fonction alors que le tableau 11 résume les trois stratégies.

^A Journée de travail qui sera visée par la mesure de l'exposition au bruit.

Tableau 10 Différences entre le mesurage par tâche et par métier ou fonction dans la norme ISO 9612 :2009(F)

Stratégie	Différences		
	Plan de mesurage	Durée de mesurage	Groupe d'exposition homogène
Par tâche	Nécessaire d'isoler, de séparer chaque tâche devant être mesurée au cours de la journée de travail.	Durées de mesurage plus courtes que le mesurage basé sur la fonction.	Les groupes d'exposition homogène au bruit peuvent avoir une composition différente de ceux employés pour les mesurages basés sur la fonction (annexe B.2-Informative; art. B.4.2). Exige une meilleure connaissance de la situation de travail que les autres stratégies, afin que toutes les tâches qui contribuent au niveau de bruit et leurs durées respectives soient mises en évidence.
Par métier ou fonction	Plus facile à mettre en œuvre que pour les mesurages basés sur la tâche	Nécessite des durées de mesurage plus longues que le mesurage basé sur la tâche.	Déterminer des groupes d'exposition homogène au bruit est moins long que pour les mesurages basés sur la tâche. N'exige pas une décomposition détaillée de l'activité professionnelle en tâches.

Tableau 11 Résumé comparant les trois stratégies de mesurage dans ISO 9612 :2009(F)

Stratégie	Conditions	Nombre de mesures	Durée de chaque mesure	Répartition du mesurage
Par tâche	Tâches : - peu nombreuses, - prévisibles et - bien localisées.	Minimum 3 mesures par tâche Si les résultats diffèrent de plus de 3 dBA, ajout de 3 mesures.	Pour une tâche inférieure à 5 min, la durée de chaque mesurage doit être égale à la durée de la tâche. Pour une tâche plus longue, la durée de chaque mesurage doit être d'au moins 5 minutes. Pour une tâche où le bruit est cyclique, chaque mesurage doit couvrir la durée d'au moins 3 cycles bien délimités. Si la durée des 3 cycles est moindre que 5 minutes, chaque mesurage doit durer au moins 5 minutes. Durée doit être suffisante pour que le niveau mesuré soit représentatif de l'ensemble de la tâche.	Couvrir les variations du niveau de bruit pour chaque tâche dans le temps, dans l'espace et dans les conditions de travail. Si plusieurs travailleurs sont concernés par une même tâche, répartir les mesures parmi plusieurs travailleurs.
Par métier ou fonction	Travail : - répétitif d'un jour à l'autre; - avec tâches multiples de durée imprévisible.	Minimum de 5 mesures (en relation avec la durée des mesures)	Le produit (durée x nombre de mesures) doit égaler la durée totale suggérée au tableau 9 du présent guide, reproduit de ISO.	Répartir les mesures de manière aléatoire parmi les membres du groupe et parmi la durée de la journée de travail.
Pour une journée entière	Le travail : - non prévisible, - est très varié, - impose beaucoup de déplacements.	Minimum 3 mesures, soit 3 journées complètes. Si les résultats diffèrent de plus de 3 dBA, faire 2 journées complètes supplémentaires.	Une journée de travail complète.	

C.3.2 Préparatifs (préparation) avant le mesurage

Parmi les conditions permettant d'obtenir des mesures de l'exposition des travailleurs au bruit exactes et précises (fiables), il faut d'abord s'assurer que le paramétrage des instruments, leur fonctionnement et étalonnage sont adéquats^A.

De plus, afin que les mesures de bruit en milieu de travail ne soient pas affectées par des facteurs environnementaux, les instruments de mesure doivent être utilisés conformément aux recommandations du fabricant^B afin de respecter la plage de température, les conditions de vent, d'humidité relative, de pression atmosphérique, la présence de poussières, gouttelettes d'eau, champs électriques et magnétiques, etc. Les annexes 15 à 18^C du document de soutien du guide de pratique en hygiène du travail sur le bruit de la Montérégie (219) contiennent des précisions supplémentaires fournies par des manufacturiers et un expert de l'IRSST.

Paramétrage des instruments de mesure

Cette sous-section s'applique autant aux sonomètres intégrateurs qu'aux dosimètres.

Pour obtenir les mesures du niveau d'exposition quotidienne au bruit ($L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$) et du niveau de pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeak}$), il est important que les paramètres d'intérêt des instruments de mesure soient réglés correctement. Comme les instruments offrent plusieurs possibilités de réglages pour un paramètre de mesure donné, ceux-ci doivent être sélectionnés adéquatement.

- À partir du « Protocole sur le paramétrage des instruments de mesure du bruit » (31) du RSPSAT les principaux paramètres et réglages à utiliser pour la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit ont été mis à jour et synthétisés dans deux tableaux (voir tableaux 12 et 13, pages suivantes) avec la collaboration d'un professionnel de l'IRSST et d'hygiénistes du travail du RSPSAT. **Les bonnes pratiques exigent que ces paramètres et leurs réglages soient appliqués par tous ceux qui réalisent des mesures de l'exposition des travailleurs au bruit à l'aide d'un sonomètre intégrateur ou d'un dosimètre. Un tel paramétrage des instruments permet aussi de respecter les normes de mesurage prévues dans la réglementation.**
- Il est requis de toujours vérifier les paramètres et leurs réglages avant d'effectuer des mesures.

	ATTENTION - Les tableaux 1 et 2 du « Protocole sur le paramétrage des instruments de mesure du bruit » (31) produits en 2014 par le RSPSAT, ne doivent plus être utilisés pour le réglage des instruments de mesure (sonomètres et dosimètres), en raison des modifications à la réglementation québécoise sur le bruit au travail.
---	--

^A Il y a lieu de rappeler qu'**étalonnage** (sur le terrain) est le terme à privilégier au lieu de l'anglicisme *calibration*. Cette action diffère de la **vérification périodique** effectuée en laboratoire certifié (292,293) (étalonnage complet) (voir section C.4.1). Ces deux termes sont définis dans le glossaire.

^B Les fabricants des instruments de mesure précisent les conditions (restrictions) d'opération des instruments, notamment pour les facteurs mentionnés qui ont tous une influence sur la propagation du bruit. Par exemple : absence de précipitations, taux d'humidité relative inférieur à 90 %, limite inférieure et supérieure de température, etc.

^C Les annexes sont les suivantes : 15. Vitesse du vent; 16. Sablage au jet, soudure, casque et cagoule; 17. Température extrême et 18. Gouttelettes d'eau.

Les paramètres peuvent être vérifiés et modifiés manuellement, avec les touches de l'instrument, ou à l'aide de logiciels (p. ex. Blaze® pour le dosimètre Larson Davis Spark 706, (annexe 11, section C) ou le G4 LD Utility® pour dosimètre Larson Davis Spartan 730) (294). Ces logiciels peuvent varier selon les marques et modèles d'instruments.

- Enfin, pour toutes les mesures à l'aide d'un **dosimètre**, il est maintenant recommandé de **ne régler aucun seuil d'intégration** afin que tous les niveaux de bruit pouvant contribuer significativement à l'exposition des travailleurs soient tenus en compte dans la mesure^A (30) :
 - Selon la norme CSA, le seuil d'intégration (« niveau-seuil » (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 3.1) ou « niveau de base ») doit être d'au moins 10 dBA sous la valeur de référence (VLE ou niveaux d'actions préventives) (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.4.2^B. Mesure de l'exposition au bruit, © 2019, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>).
 - La limite inférieure de la gamme de mesure sélectionnée dans certains dosimètres est inférieure, mais près de 75 dBA ce qui reste acceptable (10 dBA en bas de la VLE).

^A L'extrait suivant provient d'un avis publié avant l'entrée en vigueur des changements réglementaires. « Quant au seuil d'intégration pour la mesure de l'exposition au bruit, les revues des études québécoises qui ont comparé les deux méthodes de mesure (facteur de bissection $Q = 3$ dB et $Q = 5$ dB) ont montré qu'il peut aussi influencer le résultat de la mesure de l'exposition. D'ailleurs, la norme ISO 1999 (et ISO 9612 :2009(F), puisque conformément à la section 5 de la norme ISO 1999 :2013(E), la mesure de l'exposition au bruit se retrouve maintenant dans cette norme) ne retient pas l'application d'un tel seuil. Ce seuil correspond plutôt à la limite inférieure de la gamme de mesure sélectionnée sur le sonomètre intégrateur ou le dosimètre. Cela fait en sorte que tous les niveaux de bruit pouvant contribuer significativement à l'exposition des travailleurs sont tenus en compte dans la mesure.

(...) Les changements réglementaires, qui entreront en vigueur au Québec à compter du milieu de l'année 2023, tant pour les limites d'exposition que pour la mesure de l'exposition au bruit, utiliseront le principe du doublement du niveau de pression acoustique à chaque 3 dB (principe d'égale énergie) et ne fixeront aucun seuil d'intégration. Ces changements concorderont avec les autres législations canadiennes ou internationales et seront aussi conformes avec les normes dans le domaine. Cela permettra alors de tenir compte de l'énergie réelle de tout type de bruit auquel les travailleurs québécois sont exposés pour mieux identifier et éliminer ou contrôler les risques pour l'audition. » (Martin, Fortier, coll., Adib, 2022, p. 15) (30).

^B Il existe une mention semblable dans la norme CSA Z107.56-F13, 2014, mais à l'article 4.1.2 e).

Tableau 12 Paramètres d'intérêt et leurs réglages pour les divers sonomètres intégrateurs utilisés dans le RSPSAT et par les ASP pour le mesurage du niveau d'exposition et du niveau de pression acoustique de crête

Sonomètres intégrateurs		D'autres sonomètres intégrateurs peuvent répondre aux exigences réglementaires (voir section B.2.3). Les paramètres d'intérêt et les réglages suivants s'appliquent aussi.				
		Brüel & Kjær 2245 	Brüel & Kjær 2240 	Larson Davis 831 	Soft dB Piccolo II 	Larson Davis 821 
Paramètres/Affichage sur l'instrument		L _{Aeq}	L _{Aeq}	L _{Aeq}	L _{eq}	L _{Aeq}
Niveau d' exposition	Facteur de bisection Q (dB)	3 (par défaut)	3 (par défaut)	3 (par défaut)	3 (par défaut)	3 (par défaut)
	Pondération fréquentielle (dB)	A	A (par défaut)	A	A	A
	Méthode d'intégration	Linéaire (par défaut)	Linéaire (par défaut)	Linéaire (par défaut)	Linéaire (par défaut)	Linéaire (par défaut)
	Seuil d'intégration (dB)	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun
	Gain (choix de la gamme de mesure)	Une seule gamme de mesure disponible 22,8-140,9 dBA	Sélectionner la gamme 60-140 dBA	0 dB Ne pas cocher « Gain + 20 dB » à l'onglet SLM pour obtenir la gamme de mesure 28-140 dBA	Sélectionner la gamme H (high) pour obtenir la gamme de mesure 46 dBA-130 dBZpk	Une seule gamme de mesure de 24-140 dBA
	Réponse en fréquence du microphone	½" champ libre ^{a,b}	½" Champ libre ^b Incidence aléatoire (installer le correcteur à incidence aléatoire sur le microphone de champ libre)	½" Champ libre ^b Incidence aléatoire FF-> RI (paramètre CORR.RI dans l'onglet : Préférences – Propriétés du système)	½" Champ libre ^b	½" Champ libre ^b Incidence aléatoire : FF : RI (Paramètre Corrections dans l'onglet étalonnage (Calibration))

Tableau 12 Paramètres d'intérêt et leurs réglages pour les divers sonomètres intégrateurs utilisés dans le RSPSAT et par les ASP pour le mesurage du niveau d'exposition et du niveau de pression acoustique de crête (suite)

Sonomètres intégrateurs		D'autres sonomètres intégrateurs peuvent répondre aux exigences réglementaires (voir section B.2.3). Les paramètres d'intérêt et les réglages suivants s'appliquent aussi.				
		Brüel & Kjær 2245 	Brüel & Kjær 2240 	Larson Davis 831 	Soft dB Piccolo II 	Larson Davis 821 
Paramètres/Affichage sur l'instrument		L_{Cpeak}	L_{Cpeak}	L_{Cpeak}	L_{Cpeak}	L_{Cpeak}
Niveau de pression acoustique de crête	Pondération fréquentielle pour lecture de $L_{p,peak} > 140$ dB	C	C (par défaut)	C	C	C
	Gamme de mesure	143,9 dBC (43,1-143,9)	143 dBC (60-143)	143 dBC (66-143)	130 dBZ (46 dBA-130 dBZ) ^c Non conforme pour mesures de la VLE	143 dBC (50-143)

^a BK 2245 : le logiciel permet de sélectionner la correction nécessaire pour des mesures de qualité selon le type de champ sonore (libre ou diffus) : en milieu de travail, sélectionner champ diffus dans Paramètres de mesure (*measurement settings*) – *Input* – Champ sonore (*sound field*).

^b En milieu de travail, peu importe le microphone, il doit être orienté selon les instructions du fabricant pour obtenir une réponse en fréquence la plus uniforme possible dans un champ acoustique diffus. Pour simplifier le paramétrage, cette pratique peut être appliquée même pour des mesures à l'extérieur (cours d'entreprises, chantiers de construction...) sans qu'elle affecte de manière significative la qualité du mesurage (Communication personnelle avec T. Padois et H. Nélisse, IRSST, octobre 2023).

^c Le Piccolo II est utile seulement pour l'évaluation préliminaire en l'absence de bruits impulsionnels estimés supérieurs à environ 130 dBC (la valeur supérieure de la gamme de mesure est en dBZ). En effet, au-delà de cette valeur, il sera en surcharge (*overload* : niveau sonore trop élevé pour la gamme de mesure du sonomètre intégrateur, correspondant aussi au maximum de la gamme dynamique de l'instrument) et ne pourra afficher de résultats valides. Il ne permet donc pas de mesurer les niveaux de pression acoustique de crête jusqu'à plus de 140 dBC comme requis par le RSST et le CSTC pour identifier un dépassement de la VLE et il pourrait aussi sous-estimer le niveau d'exposition quotidienne au bruit.

Tableau adapté à partir de : Fortier, 2014, p. 7 (30) et documents techniques de Brüel & Kjær (269,291–293), de Larson Davis (294,295,393) ainsi que de Soft dB (296).

Sources des images : Brüel & Kjær 2245 (295) et 2240 (272); Larson Davis 831 (296); Piccolo II (297); Larson Davis 821 (394).

Tableau 13 Paramètres d'intérêt et leurs réglages pour les divers dosimètres utilisés dans le RSPSAT et par les ASP pour le mesurage du niveau d'exposition et du niveau de pression acoustique de crête

Dosimètres <i>D'autres dosimètres peuvent répondre aux exigences réglementaires (voir section B.2.3). Les paramètres d'intérêt et les réglages suivants s'appliquent aussi</i>		Larson Davis Spark 706 	Larson Davis Spartan 730 
Paramètres/Affichage sur l'instrument		L_{Aeq}	L_{Aeq}
Niveaux d'exposition	Facteur de bisection Q (dB)	3 (dose 1)	3 (dosimètre 1 configuration : Canada) ^a
	Pondération fréquentielle (dB)	A	A
	Méthode d'intégration/Pondération temporelle	Exponentielle/lente (S-Slow)(par défaut)	Linéaire (par défaut pour le L_{Aeq})
	Seuil d'intégration (dB)	0 (Désactive le seuil)	Aucun Le seuil est désactivé (disable)
	Gain (choix de la gamme de mesure)	Sélectionner 0 dB (73-143 dBA)	Une seule gamme de mesure disponible 52-140 dBA
	Réponse en fréquence du microphone	3/8" Champ libre ^b (Rencontre toutefois les exigences des normes pour la dosimétrie en incidence aléatoire) ^c	1/4" Champ libre ^b
	Niveau critère pour 8 heures (dBA)	85 (ou niveaux d'actions préventives)	85 ^a
Paramètres/Affichage sur l'instrument		L_{peak} ($L_{crête}$) dBC	L_{Cpeak}
Niveau de pression acoustique de crête	Pondération fréquentielle pour lecture de $L_{p,peak} > 140$ dB	C	C
	Gamme de mesure (dB peak)	146 dBSPL (106-146)	143 dBC (78-143)

^a La configuration Canada est identique à celle ISO, sauf pour le niveau critère de 85 dBA pour 8 heures, au lieu de 87 dBA (ISO).

^b En milieu de travail, peu importe le microphone, il doit être orienté selon les instructions du fabricant pour obtenir une réponse en fréquence la plus uniforme possible dans un champ acoustique diffus. Pour simplifier le paramétrage, cette pratique peut être appliquée même pour des mesures à l'extérieur (cours d'entreprises, chantiers de construction...) sans qu'elle affecte de manière significative la qualité du mesurage (Communication personnelle avec T. Padois et H. Nélisse, IRSST, octobre 2023).

^c Communications avec des professionnels de l'IRSST : Henry Scory en 2013 pour le LD Spark 706, et Thomas Padois en 2023 pour le LD Spartan 730.

Tableau adapté à partir de : Fortier, 2014, p. 7 (31) et documents techniques de Larson Davis (298,299).

Source des images : Larson Davis : Spark 706 (300); Spark730 : (299).

Avant de mesurer (219)

- Vérifier l'état des piles :
 - À noter que des piles faibles en fin de mesurage amènent à s'interroger sur l'exactitude des mesures, d'où l'importance de vérifier l'état des piles de chaque instrument de mesure avant son utilisation (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.4.2).
- Vérifier l'étalonnage de l'instrument de mesure (6,8,9,234,301).

Le comportement des instruments de mesure est susceptible de varier en fonction de diverses conditions d'opération : tension électrique d'alimentation, température, pression atmosphérique, vibrations mécaniques, etc. d'où l'importance des vérifications avant et après les mesures effectuées sur un même site.

- Étalonnage sur le terrain (sur le site de mesure, sur place) :
 - L'étalonnage consiste à installer une source sonore d'étalonnage (figure 21) sur le microphone de l'instrument de mesure (figure 22);
 - Cette vérification permet de s'assurer que les mesures sont exactes;
 - La vérification vise à comparer la valeur mesurée par l'instrument à une valeur de référence. Cela se fait, dans la plupart des cas, à partir d'un signal acoustique de 94 dB à 1 000 Hz produit par la source sonore d'étalonnage au microphone de l'instrument;
 - Dans le cas du sonomètre Brüel & Kjær 2240, il doit être ajusté pour afficher 93,9 dB;
 - Pour le dosimètre Larson Davis, modèle Spark 706, le décalage (*offset*), correspond à la correction interne effectuée par l'instrument de mesure pour ajuster sa lecture au 94 dB produit par la source sonore d'étalonnage (219). Noter la valeur du décalage pour pouvoir comparer avec la nouvelle valeur une fois les mesures de bruit réalisées.
 - Lorsque l'étalonnage est fait dans un local où le bruit est peu élevé (bureau, salle de repos, etc.) avant de se rendre dans un milieu de travail, une fois sur place, vérifier à nouveau que l'étalonnage est encore adéquat^A;
 - La vérification par étalonnage avant et après, permet de s'assurer que l'instrument est stable, qu'il a conservé ses ajustements et que les mesures sont valides. La variation des résultats de l'étalonnage, réalisé avant et après les mesures, ne doit pas dépasser $\pm 0,5$ dB, sinon les mesures de l'exposition au bruit doivent être rejetées;
 - Il n'est pas nécessaire de faire cette vérification avant et après chaque mesure, mais plutôt avant et après chaque série de mesures; par exemple, l'étalonnage peut être quotidien lorsque des mesures sont réalisées sur un même site (ISO 9612 :2009(F), art. 12.2; CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.4.2 et 6.5.4.2);
 - Il est recommandé de **toujours utiliser la même source étalon** pour s'assurer de la stabilité de l'étalonnage^B, avant/après la réalisation d'une série de mesures;

^A Voir normes ISO 9612 :2009(F), article 12,2 (étalonnage sur site de mesurage doit être fait dans un lieu calme) et la norme CSA Z107.56 :F18 (C2022), aux art. 6.4.4.2 et 6.5.4.2.

^B Et réduire les biais inter-sources. Les résultats de l'étalonnage peuvent légèrement différer entre les sources.

- Conseil : chaque instrument devrait avoir sa source sonore d'étalonnage désignée. Par exemple, apposer un ruban à masquer bien en vue sur chacun des instruments avec le numéro de la source sonore d'étalonnage qui lui est attribuée (302);
- À titre d'exemples, des procédures d'étalonnage détaillées pour le sonomètre BK 2240 et pour le dosimètre (Larson Davis Spark 760) sont incluses à l'annexe 11.

Figure 21 Sources sonores pour l'étalonnage des sonomètres et dosimètres



53 Sources sonores étalons et calibres

Source : Suva, 2018 (273).

Figure 22 Sonomètre avec source sonore d'étalonnage branchée au microphone



Source : [Wikipedia Commons](#)

Figure 23 Dosimètre Larson Davis Spark 706 avec source sonore d'étalonnage branchée au microphone



Source : Daniel Boudreault, DSP Chaudière-Appalaches.

- Selon l'instrument, s'assurer que l'écran anti-vent (sonomètre/dosimètre) est installé (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 4.2, « écran pare-vent »^A; ISO 9612 :2009(F), art. 13.3, « boule anti-vent ») :
 - L'écran anti-vent sert à atténuer les turbulences dans les milieux intérieurs et extérieurs pour obtenir des mesures valides. Celui-ci est efficace à la condition que la vitesse du vent ou des déplacements d'air soit inférieure à 16 km/h. L'écran sert aussi à protéger le microphone contre les poussières, le sable, les gouttelettes d'eau et les chocs. L'écran anti-vent limite les frottements sur le microphone pouvant causer des niveaux de pression acoustique de crête élevés.
- Comme abordé au début de cette section, utiliser les instruments de mesure en respectant les paramètres environnementaux recommandés par le fabricant, entre autres, l'humidité relative, la pression atmosphérique et la plage de température. De plus, la présence de poussières, de gouttelettes d'eau et les champs électriques et magnétiques pourraient affecter la mesure du niveau de bruit. (ISO 9612 :2009(F), art. 5.1 - NOTE 3 - et art. 13.3; ainsi que les annexes 15 à 18^B contenues dans le document de soutien du « Guide de pratique en hygiène du travail sur le bruit : identification et évaluation des expositions ») (219).

^A Article 4.2. CSA Z107.56 :F18 (C2022). Mesure de l'exposition au bruit, © 2019, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>.

^B Les annexes sont les suivantes : 15. Vitesse du vent; 16. Sablage au jet, soudure, casque et cagoule; 17. Température extrême et 18. Gouttelettes d'eau.

C.3.3 Échantillonnage avec le sonomètre intégrateur

La mesure de l'exposition des travailleurs au bruit à l'aide d'un sonomètre intégrateur est relativement simple lorsque le travail se divise facilement en activités distinctes, que la durée correspondante de chacune est connue et que le travailleur occupe un poste de travail occasionnant peu ou pas de déplacements.

Pour mesurer avec le sonomètre intégrateur

Selon la norme de référence utilisée (voir aussi la section C.3.1.1 et C.3.1.2), il y a quelques variations à considérer :

- Le paramétrage, l'étalonnage et la vérification des piles de l'instrument doivent être conformes (voir section C.3.2).
- L'écran anti-vent doit toujours être installé sur le microphone des sonomètres avant le mesurage (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 4.2, « écran pare-vent »; ISO 9612 :2009(F), art. 13.3, « boule anti-vent »).
- Le travailleur doit être informé du but de la mesure (7) (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.5.4.1 et annexe A-Informative).
- Valider avec le travailleur le déroulement de la journée et les possibles interruptions (p. ex. pauses, retards appréhendés), s'il s'agit d'une journée « normale », des changements survenus depuis un précédent mesurage, etc. (CSA Z107.56 :F18 (C2022), annexe A - Informative, art. A.3).
- Noter les renseignements concernant le travailleur : nom, numéro matricule, fonction... (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 9.1 c et 9.1 f) ainsi que les instruments et la source sonore d'étalonnage utilisés : marque, modèle, numéro de série ou d'inventaire... (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 9.1 g) (211).

Pendant le mesurage (l'échantillonnage)

- La « position de mesure est dictée par les contraintes pratiques d'encombrement des instruments et par le fait que la présence du corps du travailleur complexifie énormément le champ acoustique proche (réflexions, absorption du torse, diffraction de la tête, etc.) et perturbe considérablement la mesure. » (Bonnet, 2019, p. 17) (303).
- Positionnement du microphone du sonomètre selon CSA :
 - Il est important de savoir que le choix d'un instrument de mesure peut amener une différence dans les résultats des mesures. C'est pourquoi la norme CSA Z107.56 :F18 (C2022) rappelle l'importance de l'emplacement du microphone pendant la réalisation de mesures :
 - « Il existe une différence systématique allant jusqu'à 2 dBA entre les mesures obtenues à l'aide de dosimètres et de sonomètres intégrateurs parce que le microphone du dosimètre est placé près du corps du travailleur. Cette norme ne donne pas de correction, mais essaie plutôt de réduire au minimum pareil effet en spécifiant les emplacements du microphone (sur l'extérieur de l'épaule) (...). » (section 4.3 de la norme, voir note 6^A, CSA Z107.56 :F18 (C2022. Mesure de l'exposition au bruit, © 2019, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>).

^A Section 4.3, note 8 dans l'édition de la norme CSA Z107.56-F13, 2014.

- Pour un travailleur **immobile**, le microphone doit être placé sur l'extérieur de l'épaule ou aussi près que possible de cet endroit et, autant que faire se peut, sans que le travailleur ou des objets ne fassent écran, ou sans nécessiter que le travailleur soit présent (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.5.4.3), (figure 24 à gauche);
- On doit s'assurer que la distance entre le microphone et les sources de bruit voisines est relativement équivalente à celle entre ces sources et la tête du travailleur. Advenant l'impossibilité de respecter ces distances, le rapport de mesurage doit en faire état (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.5.4.4);
- Bien que ce soit seulement précisé pour le dosimètre^A, c'est une bonne pratique de placer le microphone du sonomètre du côté de l'oreille la plus exposée au bruit.
- Pour un travailleur **mobile** : le microphone doit être déplacé en simulant ses activités et ses déplacements, sans qu'il soit nécessaire que le travailleur soit présent (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.5.4.6).
- Positionnement du microphone du sonomètre selon ISO 9612 :2009(F) :
 - **Sans la présence du travailleur** : le microphone du sonomètre doit être placé à la position occupée par la tête du travailleur pendant l'exécution normale de ses tâches (centre de la tête, en ligne avec les yeux) (art. 12.4);
 - **Si travailleur est présent** : le microphone doit être placé au niveau de l'oreille (art. 12.4), dans la « zone auditive » du travailleur présent (figure 24 à droite); soit entre 0,1 m (10 cm ou environ 4") et 0,4 m (40 cm ou environ 16") de l'entrée du conduit auditif externe et du côté de l'oreille la plus exposée au bruit;
 - S'il est impossible de maintenir la distance à moins de 0,4 m (40 cm) (ou pour un travailleur à son poste fixe qui se déplace autour d'une machine), l'utilisation d'un dosimètre est alors recommandée (art. 12.4).

Figure 24 Position du microphone du sonomètre intégrateur à l'oreille la plus exposée pendant le mesurage



Positionnement recommandé par CSA.
Source : WorkSafeBC, 2017, p. 9 (304)



Positionnement recommandé par ISO.
Source : HSE dans CE, 2009, fig. 2.11, p. 48 (146)

^A « Si le travailleur est constamment exposé au bruit d'un côté, cette épaule doit être choisie » (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.4.3). Mesure de l'exposition au bruit, © 2019, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>.

- Pendant la mesure, tenir l'instrument bras tendu pour éviter les réflexions sonores de son propre corps (CE, 2009) (211).
- **Orientation du microphone** : orienter le microphone selon les instructions du fabricant afin d'obtenir une réponse en fréquence la plus uniforme possible pour le type de champ acoustique prépondérant, soit un champ diffus en milieu de travail^A.
 - Dans le cas où un signal tonal est audible, le microphone devrait être déplacé, pendant le mesurage, autour d'une position centrale sur une distance d'un mètre (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.5.4.5).
- S'assurer de tenir compte des événements bruyants rares déjà identifiés lors d'une étape précédente (voir sections B.1.1 - B.1.4) (6,223).
- Mesurer le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A pour calculer éventuellement le niveau d'exposition quotidienne au bruit ainsi que le niveau de pression acoustique de crête pondéré C des bruits impulsionnels élevés (CE, 2009) (211). Dans ce cas, il peut s'agir de martelage du métal, de manipulation d'acier, d'une cloueuse pneumatique, etc.).
- Sur la plupart des sonomètres intégrateurs, ces mesures ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$, $L_{p,Cpeak}$) sont effectuées en simultanée.
- Consulter les sections correspondantes C.3.1.1 ou C.3.1.2 où ont été précisées les stratégies de mesurage selon CSA Z107.56 :F18 (C2022) et ISO 9612 :2009(F).



Toutefois, **pour une situation de travail dont les tâches et les niveaux de bruit sont stables**, des mesures du niveau de la pression acoustique continue équivalent pondéré A ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$) variant entre 5 et 15 minutes suffisent, sur la base du jugement professionnel (222).



La mesure des bruits impulsionnels

Si certains bruits impulsionnels sont réguliers et faciles à repérer (ex. presse à poinçon – *punch press*), beaucoup sont associés à des événements occasionnels ou rares (223). Encore une fois, ils doivent donc faire l'objet d'une attention de la part des responsables des mesures, car leur impact peut être important sur l'exposition. Ces bruits, déjà identifiés avec le milieu de travail, doivent être pris en compte lors de l'évaluation approfondie de l'exposition des travailleurs au bruit.

- Surveillance et observation sont nécessaires :
 - « Le processus de mesurage nécessite une observation et une analyse des conditions d'exposition au bruit permettant le contrôle de la qualité des mesurages. » (ISO 9612 :2009(F), p. 1);
 - Pendant le mesurage, identifier les sources de bruit, prendre en note les conditions d'opération, valider la durée du quart de travail, la durée moyenne des activités, etc. [CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.5.4.7]^B.
- Ne pas inclure les pauses dans les mesures.

^A Pour simplifier le paramétrage, cette pratique peut être appliquée même des mesures à l'extérieur (cours d'entreprises, chantiers de construction...), sans qu'elle affecte de manière significative la qualité du mesurage (Communication personnelle avec T. Padois et H. Nélisse, IRSST, octobre 2023).

^B Il est recommandé d'appliquer la bonne pratique préconisée par CSA Z107.56 :F18 (C2022), notamment parce que la norme CSA Z107.56-F13, 2014 ne précise pas d'identifier les sources de bruit.

- Noter les valeurs obtenues ou les numéros de mesure attribués par le sonomètre (télécharger les données plus tard, si cette option est disponible), ainsi que les observations reliées à la mesure.

Après le mesurage (l'échantillonnage)

- Vérifier à nouveau l'étalonnage du sonomètre :
 - Lorsque l'écart entre la mesure de l'étalonnage avant et après est plus grand que $\pm 0,5$ dB, les résultats peuvent être inexacts et la série de mesurage effectuée doit être rejetée [ISO 9612 :2009(F), art. 12.2; CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.5.4.2], car les résultats peuvent être inexacts. Un écart supérieur à $\pm 0,5$ dB nécessitera donc de nouvelles mesures pour les situations de travail et les travailleurs concernés^A.
- Vérifiez à nouveau le bon état des piles de l'instrument [CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.5.4.2] et celles de sa source sonore d'étalonnage (CE, 2009).
- Bien que la VLE à ne pas dépasser pour le niveau de pression acoustique de crête est de 140 dBC, la présence de niveaux de pression acoustique de crête de 135 dBC et plus (voir les niveaux d'actions préventives; section A.4.1) devrait être documentée. Des correctifs devraient donc être prévus dès que des niveaux de pression acoustique de crête de 135 dBC sont mesurés.
- Il est important de vérifier les tâches et les sources de bruit qui sont à l'origine de ces niveaux de pression acoustique de crête excessifs.

C.3.4 Échantillonnage avec le dosimètre

La dosimétrie peut être utilisée pour mesurer l'exposition de chaque travailleur, d'un « travailleur type » ou d'un travailleur représentatif ou de travailleurs faisant partie d'un GES lorsque leur profil d'exposition varie au cours de la journée de travail, lorsque les niveaux de bruit sont variables. Cela s'applique aussi lorsqu'un travailleur effectue de nombreux déplacements ou qu'il est confronté à de nombreuses situations de travail comme sur les chantiers de construction.



RAPPEL

Se référer aussi aux sections C.3.1.1 ou C.3.1.2 pour d'autres précisions à propos de la stratégie d'échantillonnage à utiliser pour une journée entière selon CSA Z107.56 :F18 (C2022) ou ISO 9612 :2009(F).

^A Il peut survenir des problèmes avec les sources sonores étalon. En cas de doute, si on dispose de plusieurs instruments, on peut vérifier si, avec ces autres instruments, l'écart de $\pm 0,5$ dB est dépassé. Si tel est le cas, vérifier l'étanchéité du collet de la source sonore, notamment pour détecter une distorsion ou une faiblesse du signal audible. Si les lectures des autres instruments sont normales, vérifier l'étalonnage du dosimètre ou du sonomètre fautif avec une autre source sonore d'étalonnage (si disponible). Si les lectures effectuées avec l'autre source sonore d'étalonnage dépassent encore les limites permises, cet instrument doit être retourné dans un laboratoire pour être vérifié et ajusté.

- Le paramétrage, l'étalonnage et la vérification des piles de l'instrument doivent être conformes (voir section C.3.2).
- L'écran anti-vent doit toujours être installé sur le microphone des dosimètres avant le mesurage (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 4.2, « écran pare-vent »; ISO 9612 :2009(F), art. 13.2 et 13.3, « boule anti-vent »).

Informations aux travailleurs faisant l'objet d'un mesurage avec un dosimètre (219)

- Informer le travailleur du but de l'échantillonnage pour s'assurer de sa collaboration, notamment en précisant que [CSA Z107.56 :F18 (C2022), annexe A - Informative de la norme; art. A.4 c, A.4 d et A.4 e] :
 - L'intimité de chaque travailleur est protégée du fait que les dosimètres n'enregistrent que les niveaux de bruit et pas les paroles ou échanges de communication;
 - Toute utilisation d'instruments qui permettraient d'effectuer des enregistrements audios obligerait à obtenir son autorisation^A;
 - Les mesures de bruit ne constituent pas et ne servent pas à une étude sur la productivité.
- Seule l'exposition au bruit sur la journée est cumulée par l'instrument. Également convenir avec le travailleur des éléments suivants :
 - Ne pas manipuler l'instrument;
 - Porter l'Instrument durant toute la durée de l'échantillonnage (ne pas le retirer) (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.4.1; ISO 9612 :2009(F), art. 12.3);
 - Exécuter ses tâches comme à l'habitude (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.4.1);
 - Se limiter aux seules communications nécessaires avec ses collègues.
- Dans ce contexte, la personne assignée à la mesure de l'exposition au bruit doit limiter ses conversations avec les travailleurs pour ne pas influencer le résultat d'exposition.
- Au préalable, s'enquérir si le travailleur, pendant son quart de travail, revêtira ou enlèvera des accessoires, vêtements ou équipements de sécurité afin d'éviter les bruits associés à un choc ou un frottement contre l'écran (« boule ») anti-vent du microphone pouvant fausser les résultats.
- Valider avec le travailleur le déroulement de la journée et les possibles interruptions (p. ex. pauses, retards appréhendés), s'il s'agit d'une journée « normale », des changements survenus depuis un précédent mesurage, etc. (CSA Z105.56 :F18 (C2022), annexe A - Informative, dans cette norme; art. A.3).
- Noter les renseignements sur le travailleur : nom, numéro matricule, fonction... (CSA Z105.56 :F18 (C2022), art. 6.4.4.5 a, art. 9.1 c) et sur les instruments utilisés : marque, modèle, numéro de série ou d'inventaire... (CSA Z105.56 :F18 (C2022), art. 9.1 g, art. 6.4.4.5 h)^B (211).

^A Cette mention est absente de la norme CSA Z107.56-F13, 2014.

^B Dans l'édition 2014 de la norme CSA Z107.56-F13, 2014, cela correspond à l'article 6.4.4.5 g).

Pour mesurer avec le dosimètre

- Installer l'instrument sur le travailleur alors qu'il est en mode fermé ou pause, pour éviter les bruits de frottement. Ce sont des bruits parasites qu'on veut éviter d'intégrer dans les mesures faites par l'instrument [CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.4.3^A; ISO 9612 :2009(F), art. 12.3].
- Fixer le microphone du dosimètre selon CSA Z107.56 :F18 (C2022) (art. 6.4.4.3 et fig. 3) :
 - À l'extérieur de l'épaule du travailleur, ou aussi près que possible de cet endroit^B (219);
 - Installé du côté de l'oreille la plus exposée au bruit;
 - Il doit être orienté vers le haut ou selon les instructions du fabricant afin d'obtenir une réponse en fréquence la plus uniforme possible pour le type de champ acoustique prépondérant, soit un champ diffus en milieu de travail^C;
 - Pour un dosimètre avec câble, le fil du microphone doit être déroulé et fixé (p. ex. avec du ruban adhésif) en s'assurant de ne pas nuire à la sécurité, à l'exécution du travail et aux mouvements du travailleur de manière à ce que le microphone et le câble ne frottent pas sur les vêtements et ne causent pas des niveaux sonores de crête très élevés (fausses contributions). Le boîtier de l'instrument peut être fixé aux vêtements, p. ex. inséré dans une poche (figure 25 à gauche) ou fixé à la ceinture (figure 26) (art. 6.4.4.3), pour éviter qu'il se déplace (275).
- Fixer le microphone du dosimètre selon la norme ISO 9612 :2009(F) (art. 12.3) :
 - La norme ISO ajoute quelques précisions. Au-dessus de l'épaule^B, à une distance d'au moins 0,1 m (10 cm ou environ 4") de l'entrée du conduit auditif externe, du côté de l'oreille la plus exposée et, de préférence, à environ 0,04 m (4 cm ou 1,6") au-dessus de l'épaule;
 - Installer le microphone et le câble, en veillant à éviter les fausses contributions (résultats faussés) en les fixant de façon à éviter tout frottement ou friction, et qu'ils ne soient pas recouverts par les vêtements (art. 12.3).

^A Mention absente à l'article 6.4.4.3 de la norme CSA Z107.56-F13, 2014.

^B Cet emplacement du microphone est le seul conforme aux normes précisées dans le RSST et le CSTC. En conséquence, la pratique de le fixer au collet, comme recommandée dans certains guides d'autres provinces ou d'organismes comme l'ACGIH, ne doit pas être utilisée (176,234).

^C Pour simplifier le paramétrage, cette pratique peut être appliquée même pour des mesures à l'extérieur (cours d'entreprises, chantiers de construction...), sans qu'elle affecte de manière significative la qualité du mesurage (Communication personnelle avec T. Padois et H. Nélisse, IRSST, octobre 2023).

Figure 25 Dosimètre – Position du microphone selon CSA et ISO : dosimètre avec câble et sans fil



Recommandation de CSA (ex. : fil déroulé, boîtier dans une poche).
Source : Worsafe BC, 2007, p. 11 (275).



Recommandation selon ISO.
Source : Larson Davis Spartan 730, manuel, p. 51 (299).

- S'assurer que le montage ne nuise pas à l'exécution du travail, aux mouvements et qu'il ne crée pas de risques pour la sécurité (ISO 9612 :2009(F), art. 12.3; CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.4.3).
- Les informations sur les deux situations ou conditions de mesure particulières décrites dans l'encadré suivant ne sont pas abordées dans les deux éditions 2014 et 2018 de la norme CSA Z107.56 et dans la norme ISO 9612 :2009(F). Sans être des exigences réglementaires, elles apportent toutefois des précisions supplémentaires afin de réaliser des mesures valides en situation de port d'un appareil de protection respiratoire couvrant la tête et les oreilles et l'utilisation d'un dosimètre sans fil.

	Dans le cas du port d'un appareil de protection respiratoire couvrant la tête et les oreilles : le microphone et son câble sont placés à l'extérieur de la cagoule ou du casque, selon les consignes à appliquer (document de soutien au guide de pratique sur le bruit de la Montérégie : annexe 16. Sablage au jet, soudure, casque et cagoule) (219).
	Dans le cas d'un dosimètre sans fil : bien fixer le dosimètre à l'épaule avec les attaches incluses (<i>clothing clips</i>) avec l'instrument (figure 25 à droite) ou encore, dans le cas de vêtements plus épais, employer les attaches de sécurité fournies (<i>safety pins</i>) (299).

Photo du dosimètre : Larson Davis Spartan 730, manuel, page-titre (299).

- Mettre le dosimètre en marche dès que le travailleur débute ses tâches. Verrouiller le clavier du dosimètre. Noter l'heure du début de la mesure (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.4.3; ISO 9612 :2009(F), art. 12.3).

Figure 26 Dosimètre – Position à la ceinture du dosimètre avec câble



Source : Worsafe BC, 2017, p. 7 (304).

Pendant le mesurage (l'échantillonnage)

- Le mesurage doit faire l'objet d'une surveillance sur le lieu de travail, par la personne responsable des mesures^A.



Devant l'impossibilité d'exercer une surveillance étroite, plusieurs actions sont suggérées pour vérifier la validité du mesurage (art. 11.2, ISO) : discussion avec les travailleurs et chefs d'équipe, mesurages ponctuels à l'aide d'un sonomètre intégrateur pour vérifier les niveaux mesurés avec les dosimètres, faire des mesurages de vérification basés sur la tâche et un examen conjoint technicien-travailleur de l'historique de mesurage.

- Observer l'activité permet de rapporter et d'interpréter les variations éventuelles des niveaux mesurés : présence d'événements inhabituels ou non représentatifs : changement de production, bris, arrêt de travail, comportement atypique de certains travailleurs...) (CSA Z107.56 :F18 (C2022), annexe A.3 - Informative) (Williams & Rabinowitz, 2012) (305) (Bonnet 2019) (303);
- Ce type de biais peut aller dans les deux sens : hausser l'exposition ou baisser l'exposition (crainte de ne pas respecter la VLE);
- Dans le cas où le climat de travail est problématique, échantillonner moins de travailleurs en même temps pour faciliter l'observation et pouvoir discuter, s'il y a lieu, avec les travailleurs et leurs superviseurs;
- Dans le cas où un comportement atypique est observé (tentatives délibérées de travailler de manière bruyante), il est recommandé de :
 - 1) Vérifier sur place avec le travailleur s'il est possible de continuer le mesurage.
 - 2) Ou, selon le cas, évaluer la possibilité d'échantillonner un autre travailleur.
 - 3) Ou, continuer le mesurage et vérifier, après le téléchargement des données, si le comportement a eu une influence significative ou pas sur les résultats (6,219) (ISO 9612 :2009(F), art. 11,1 et 13.4, annexe B.5 - Informative) et reprendre le mesurage, le cas échéant; vérifier de temps en temps si l'indicateur de surcharge (*overload*) de l'instrument a été déclenché.

^A Les mesures sans observation directe sont fortement prédisposées aux artéfacts de mesurage (chocs accidentels ou volontaires sur le microphone, cris...). (ISO 9612 :2009(F) annexe B.5 dans cette norme).

- Le phénomène de surcharge ou de saturation de l'instrument est une indication d'un résultat erroné. Il peut survenir dans les ateliers très bruyants, par exemple lors de chocs de pièces de métal (223);
- Investiguer l'origine possible (217), notamment auprès du travailleur pour tenter d'en connaître les causes. Par exemple : artéfact à retirer des résultats ou exposition à considérer (219);
- Selon le cas, recommencer le mesurage.
- Prendre des mesures occasionnelles avec un sonomètre intégrateur pour comparer certains résultats et valider les niveaux de pression acoustique continus équivalents ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$) (ISO 9612 :2009(F), art. 11.1 et 11.2; CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 4.3, note 5^A). Cela peut aussi permettre une meilleure identification des sources dominantes de bruit (niveau-durée).
- Vérifier en cours d'échantillonnage le bon fonctionnement et le bon positionnement des instruments et accessoires tels que microphones, fils, écran (« boule ») anti-vent, enregistrement des données, état des piles (219).
- Noter les observations reliées aux tâches effectuées (219) :
 - Valider l'horaire de travail, incluant pauses et repas;
 - Recueillir des informations complémentaires sur les mesures de réduction en place, les sources de bruit;
 - Présence de sources autres comme une radio en fonction (divertissement) ou utilisation d'un lecteur de musique personnel, de la musique sous des protecteurs auditifs. Toutefois, l'approche peut varier selon la norme ou des pratiques régionales :
 - CSA Z107.56 :F18 (C2022) (art. 8.1.1)^B : cette norme mentionne que la mesure est effectuée alors que la radio reste en fonction :
 - a) si la radio (ou la musique) est une source éloignée du travailleur (fond sonore ambiant), mesurer le niveau de pression acoustique continu équivalent de toutes les sources ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$) à l'aide d'un sonomètre intégrateur ou dosimètre (CSA, art. 8.1.2),
 - b) si la radio demeure en fonction durant l'échantillonnage, certains services de santé au travail évaluent, dans la mesure du possible, sa contribution à l'exposition du travailleur par sonométrie (219).
 - ISO 9612 :2009(F) (art. 13.4) : le bruit d'une source comme les radios doit être jugé pertinent, si l'analyse du travail a montré qu'il fait partie des conditions normales. Néanmoins, si la personne qui effectue le mesurage a de bonnes raisons de penser que cette contribution n'est pas pertinente, la radio peut alors être exclue des conditions de mesurage, sans oublier d'en faire état dans le rapport.
- Noter l'utilisation d'un système de communication (219) :
 - Type « téléphonie mobile »;
 - Type « sous écouteurs ou bouchons d'oreilles » en vérifiant et précisant :
 - La durée totale habituelle des communications dans la journée;

^A Article 4.3, note 7 dans l'édition CSA Z107.56-F13, 2014.

^B Semblable dans CSA Z107.56-F13, 2014, quoique l'écriture des deux articles (8.1.1 et 8.1.2) diffère légèrement.

- Le type de système : monaural (monophonique) ou bilatéral;
- Intégré ou non à un protecteur auditif et, si oui, marque et modèle;
- La présence d'un limiteur de volume et à quel niveau (en décibels).

Après le mesurage

- À la fin des mesures, mettre le dosimètre sur pause avant de le retirer, cela évite des bruits parasites (niveaux de pression acoustique de crête élevés) associés à cette manœuvre. Noter l'heure de la fin du mesurage (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.4.4; ISO 9612 :2009(F), art. 12.3).
- Vérifier l'étalonnage du dosimètre avec une source sonore d'étalonnage suite à la série de mesures (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.4.2) :
 - Si l'écart entre la mesure de l'étalonnage avant et après est plus grand que $\pm 0,5$ dB, les résultats peuvent être inexacts et la série de mesures doit être rejetée (norme ISO 9612 :2009(F), art. 12.2; norme CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.4.2) (6,8). Pour le dosimètre Larson Davis, modèle Spark 706, l'écart de $\pm 0,5$ dB s'applique sur la valeur du décalage (*offset*) notée avant les mesures (voir section C.3.2 : « Avant de mesurer »). Un écart supérieur à $\pm 0,5$ dB nécessitera de nouvelles mesures pour les situations de travail et les travailleurs concernés^A.
- Vérifiez à nouveau le bon état des piles de l'instrument (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.4.2) et celles de sa source sonore d'étalonnage (CE, 2009).
- Il est conseillé de jeter un premier coup d'œil sur les données et valider si les niveaux de pression acoustique continus équivalents pondérés A ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$) et les niveaux de pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeak}$) semblent raisonnables ou déceler de possibles artéfacts ou une contamination des résultats de mesure (306).
 - Pendant la dosimétrie, des niveaux de pression acoustique de crête élevés (> 130 dBC) peuvent facilement être provoqués par des événements d'origine non acoustique (ex. : contact avec le microphone) (234);
 - Lorsqu'un niveau de pression acoustique de crête supérieur à 140 dBC est mesuré par le dosimètre, il est important d'identifier la source de bruit et d'obtenir des précisions ou explications sur la survenue de ce bruit et son occurrence. Le travailleur reste la personne qui peut aider à clarifier les situations possiblement non représentatives, lorsque c'est le cas (234,275);
 - Si possible, faire une mesure de vérification du niveau de pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeak}$) avec un sonomètre intégrateur pour la situation suspectée être à l'origine de cette ou ces valeurs crête;
 - À des fins préventives, il est recommandé de faire cet exercice dès que des niveaux de pression acoustique de crête de 135 dBC sont mesurés. En effet, des correctifs devraient être prévus dès que des niveaux de pression acoustique de crête de 135 dBC sont mesurés (niveaux d'actions préventives (section A.4.1)).

^A Il peut survenir des problèmes avec les sources sonores étalon. En cas de doute, si on dispose de plusieurs instruments, vérifier avec ces autres instruments, si l'écart de $\pm 0,5$ dB est dépassé. Si tel est le cas, vérifier l'étanchéité du collet de la source sonore, notamment pour détecter une distorsion ou une faiblesse du signal audible. Si les lectures des autres instruments sont normales, vérifier l'étalonnage du dosimètre fautif avec une autre source sonore d'étalonnage (si disponible). Si les lectures effectuées avec l'autre source sonore d'étalonnage dépassent encore les limites permises, le dosimètre doit être retourné dans un laboratoire pour être vérifié et ajusté.

C.3.5 Traitement des horaires prolongés ou non conventionnels

C.3.5.1 Horaires non conventionnels ou différents de 40 heures pour une semaine de travail de 5 jours

Plusieurs travailleurs salariés, déclarant être exposés à un niveau de bruit estimé équivalent à 85 dBA ou plus en milieu de travail, ont un horaire de travail qui dépasse huit heures de travail par jour et 40 heures par semaine. Selon les données de l'EQSP 2014-2015 (données non publiées), 33 % des personnes salariées^A ainsi exposées rapportaient un horaire de travail hebdomadaire de 41 heures ou plus^B, soit un peu plus de 91 000 salariés. Et près de 25 000 salariés exposés avaient un horaire de plus de 50 heures.

Des horaires de travail de plus longue durée, non conventionnels ou le recours aux heures supplémentaires sur une base régulière sont une réalité de plus en plus fréquente. Ces horaires de travail sont aussi pris en compte avec le calcul du $L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$ requis par le RSST. Ainsi, une exposition de 83 dBA ($L_{eq,t}$) sur un quart de travail de 12 heures est équivalente à 84,7 dBA, donc 85 dBA ($L_{ex,8h}$, $L_{EX,8h}$)^C.

Les quarts de travail de plus de 12 heures devraient être évités. En effet, selon la norme ISO 1999 :2013(E) (Acoustique - Estimation de la perte auditive induite par le bruit), si la durée d'exposition quotidienne au bruit dépasse 12 heures, il est alors hasardeux d'estimer le risque d'atteinte à l'audition (art. 1, note 4). Cette exposition peut présenter un risque accru de pertes auditives par rapport à une exposition d'une durée de 12 heures ou moins correspondant au même niveau d'exposition quotidienne au bruit ($L_{ex,8h}$, $L_{EX,8h}$) (206). En effet, un horaire de travail supérieur à 12 heures peut laisser moins de temps pour récupérer (repos auditif) entre deux expositions (CSA Z1007:F22, art 5.4.2, c) (157). Dans la situation où le quart de travail dépasserait 12 heures, le niveau d'exposition quotidienne au bruit peut donc conduire à une sous-estimation du risque par rapport à une exposition équivalente pour des horaires de plus courte durée puisque le temps de récupération plus restreint n'est pas pris en compte. De plus, CSA Z1007:F22 (art 5.4.2, b) ajoute que pour les protecteurs auditifs, une durée plus longue d'utilisation peut entraîner un problème de confort (157)^D.

C.3.5.2 Niveaux d'exposition hebdomadaire ou annuelle

La réglementation québécoise fixe une VLE quotidienne à respecter pour le niveau d'exposition au bruit et le niveau de pression acoustique de crête. Mais, pour certains postes de travail dont les tâches peuvent varier au cours d'une semaine, en plus de présenter le niveau d'exposition quotidienne ($L_{ex,8h}$, $L_{EX,8h}$), il est une bonne pratique de procéder à un calcul du niveau d'exposition hebdomadaire pour tenir compte du bruit provenant des activités de travail exécutées au cours d'une semaine^E.

^A Personnes salariées travaillant en moyenne au moins 15 heures par semaine pour l'ensemble de leurs emplois au moment de l'enquête.

^B Parmi les secteurs avec les plus fortes proportions de salariés ainsi exposés et faisant plus de 40 h/semaine : 49 % sont dans le secteur primaire. 43 % dans le secteur de la construction et 39 % dans la fabrication.

^C Pour ce calcul, on peut référer aussi à l'annexe C.4 de la norme CSA Z107.56 :F18 (C2022) et CSA Z107.56-F13, 2014.

^D Parmi les autres facteurs à considérer dans l'ajustement pour les horaires prolongés, la norme CSA Z1007:F22 (157) rappelle (art. 5.4.2, d et e) que les effets nocifs du bruit sont consécutifs à une exposition à des niveaux soutenus ou à des événements dont le niveau de bruit est très élevé.

^E À titre informatif, la directive européenne sur le bruit en milieu de travail (210) permet l'utilisation de niveaux d'exposition quotidienne au bruit pour une semaine nominale de cinq journées de travail de huit heures comme prévu dans la norme ISO 1999 : 2013 (section 3.1) (206).

Ceci est plus représentatif de l'exposition réelle, et donc du risque pour l'audition, car dans ces situations il n'y a pas d'exposition quotidienne : « Dans ce cas, la journée nominale peut être définie à partir des situations de travail sur plusieurs jours, par exemple une semaine » ou plus (ISO 9612 :2009(F), art. 7.3)^A. Et comme précisé dans ISO 9612 :2009(F), ceci est d'autant plus important lorsque les mesurages visent à « estimer le risque à long terme de perte d'audition des travailleurs, la journée nominale choisie doit alors être représentative de l'exposition moyenne sur la période considérée, conformément à ISO 1999. » (ISO 9612 :2009(F), art. 7.3).

Pour ces journées, lorsque la production ou la durée d'exposition diffère, la personne qui effectue les mesures doit référer aux meilleures informations dont elle dispose ou procéder à des mesures complémentaires (nouvel échantillonnage).

Dans le RSPSAT, les niveaux d'exposition hebdomadaire ($L_{ex,40h}$ ou $L_{EX,40h}$) ou d'exposition annuelle ($L_{ex,2000h}$ ou $L_{EX,2000h}$) sont parfois aussi calculés (selon les situations suivantes :

- Hebdomadaire ($L_{ex,40h}$) : lorsque le travail, le poste, les tâches, la production, les équipements, les outils, l'environnement, les durées d'exposition ou l'horaire de travail varient d'une journée à l'autre, de manière prévisible (...) (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.5; 6.5.5 et annexe C.4; ISO 9612 :2009(F), art. 3.3, note 2 et art. 7.3).
- Annuelle ($L_{ex,2000h}$) : pour un emploi saisonnier (p. ex. moins de 6 mois/an) ou si certaines tâches bruyantes sont effectuées occasionnellement ou des périodes particulières durant l'année (ISO 9612 :2009(F), art. 3.3, NOTE 2).

Des chiffriers (« caleulottes ») permettent de calculer un niveau d'exposition hebdomadaire ($L_{ex,40h}$ ou $L_{EX,40h}$), en plus du niveau d'exposition quotidienne. C'est notamment le cas des outils du HSE (270), de la Suva (268) et de celui intégré au module hygiène du SISAT et qui est accessible dans le RSPSAT (section B.1.4). Certains de ces chiffriers offrent la possibilité de calculer un niveau d'exposition annuelle ($L_{ex,2000h}$ ou $L_{EX,2000h}$) comme c'est le cas pour l'outil de la SUVA (268) et celui intégré au SISAT. Quant à la « caleulotte » de la CNESST, elle permet uniquement le calcul du niveau d'exposition quotidienne.



RAPPEL

En résumé : pour certaines situations de travail dont les tâches varient au cours d'une semaine, il est une bonne pratique de présenter à la fois les $L_{ex,8h}$ ($L_{EX,8h}$) **et** les $L_{ex,40h}$ ($L_{EX,40h}$) ou $L_{ex,2000h}$ ($L_{EX,2000h}$). Toutefois, même si les $L_{ex,40h}$ ou $L_{ex,2000h}$ sont conformes à la VLE, il demeure que la réglementation fixe une limite quotidienne et donc c'est le $L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$ qui doit être pris en compte pour la conformité aux VLE.

C.3.6 Traitement des résultats

C.3.6.1 Étapes

- Pour les mesures avec dosimètre, télécharger **systématiquement** les données enregistrées vers un ordinateur.
- Après le téléchargement des données, vérifier la présence de niveaux de bruit très élevés (« pics ») liés à des artefacts ou situations qui incitent à se questionner sur leur origine. Cela peut concerner, non

^A « Le niveau d'exposition au bruit est normalement calculé sur une base quotidienne, mais, dans certaines circonstances, l'utilisation de périodes d'exposition au bruit hebdomadaires, ou plus longues est appropriée » (ISO 9612 :2009(F), art. 3.3), note 2.

seulement le niveau de pression acoustique de crête, mais aussi les niveaux de pression acoustique continus équivalents élevés (p. ex. dosimètre Spark 706, résultat $L_{eq,1minute}$ au-delà de 115 dBA). Il peut s'agir de :

- Pics au début ou à la fin du mesurage : dosimètre en marche lors de son installation ou de son retrait du travailleur;
- Pics survenant peu de temps après le début du mesurage : souvent dus à la non-habitude du port du dosimètre par le travailleur;
- Pics événementiels : pendant les pauses ou dans les toilettes;
- Note : une différence supérieure à 40 dB entre le niveau de pression acoustique de crête et le $L_{eq,1min}$ devrait être une situation à investiguer (234).
- Si des artéfacts ont été identifiés durant la période de mesure et sont facilement repérables sur l'historique temporel des niveaux dans l'échantillon téléchargé à l'ordinateur, exclure leur contribution et refaire le calcul du nouveau $L_{eq,t}$ ($L_{p,A,eqT}$) puis du $L_{ex,8h}$ ($L_{EX,8h}$).
- Pour les périodes de pauses ou de repas, si le travailleur n'est pas à son poste toujours en fonction, leur contribution devrait être retirée. Toutefois, elles pourraient être laissées dans les résultats si le travailleur se trouve en dehors du bruit de l'usine et que la durée totale des pauses et des repas ne dépasse pas 10 % de la durée totale de l'échantillonnage. Par exemple, ce critère est respecté si 30 minutes de pauses ont été échantillonnées sur une durée totale de 340 minutes d'échantillonnage, le dosimètre ayant été mis sur pause durant la période du repas (219).

C.3.6.2 Points à considérer pour le traitement des résultats

Différents points sont à considérer. Parmi ceux-ci, il y a :

- Identifier les $L_{p,Cpeakmax}$.
- Calculer le $L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$ (et, si indiqué, le niveau d'exposition sur une base hebdomadaire ou annuelle)^A (section C.3.5.2) :
 - Selon CSA, utiliser le niveau de pression acoustique continu équivalent ($L_{eq,t}$) arrondi au décibel près (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 9.1 d) (8,219).
 - Selon ISO 9612 :2009(F), utiliser le niveau de pression acoustique continu équivalent ($L_{p,A,eqT}$) arrondi à la première décimale (annexe E - Informative et art. 15 e-3).
- Arrondir le résultat du niveau d'exposition quotidienne $L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$:
 - Selon CSA, arrondir le résultat au décibel près (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 9.1 e) (8,219);
 - Selon ISO 9612 :2009(F), arrondir le résultat à la première décimale (art. 15 e-3).
- Pour faciliter les calculs, utiliser un chiffrier (« calculette ») :
 - Dans le cas où la norme (CSA Z107.56 :F18 (C2022) est utilisée, tous les outils présentés dans la section B.1.4 et l'annexe 7 peuvent être utilisés, incluant la « calculette » de la CNESST, pour autant que les résultats du niveau de pression acoustique continu équivalent ($L_{eq,t}$) soient arrondis au décibel près avant d'utiliser l'un de ces outils. Il importe de faire de même pour le résultat du

^A Les limites d'utilisation présentées de certains chiffriers s'appliquent aussi pour ces niveaux d'exposition hebdomadaire et annuelle, en fonction de la norme de mesure utilisée, ISO ou CSA.

niveau d'exposition quotidienne s'il est arrondi à la première décimale. Dans le RSPSAT, l'outil de calcul intégré dans le module hygiène du SISAT est habituellement celui utilisé.

- Lorsque la norme ISO 9612 :2009(F) est utilisée pour les mesures de l'exposition au bruit, tout en tenant compte des réserves décrites sur le calcul de l'incertitude prévu par celle-ci (section C.2.3), le chiffrier (« calculatrice ISO 9612 ») proposé par l'INRS (271) est un outil en français, répondant aux exigences de cette norme, incluant ce calcul de l'incertitude. Dans le cas où la personne responsable des mesures juge que le calcul de l'incertitude n'est pas nécessaire, alors tous les outils présentés à la section B.1.4 et à l'annexe 7, sauf exception, peuvent être utilisés, incluant la « calculatrice » de la CNESST. Les exceptions concernent les chiffriers du HSE et de la Suva qui arrondissent systématiquement le résultat du niveau d'exposition quotidienne au décibel près et non pas à la première décimale, comme requis par la norme ISO. Dans le RSPSAT, l'outil de calcul intégré dans le module hygiène du SISAT est habituellement celui utilisé.
- Pour un métier ou une fonction donnée (groupe) avec plus d'un résultat de niveaux d'exposition, calculer la moyenne énergétique^A des résultats ($L_{ex,8h}$, $L_{EX,8h}$) comme prévu dans les deux normes (CSA et ISO)^B : arrondie au dBA près (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.3 pour les dosimétries, art. 6.5.5 pour les sonométries, art. 9.1 e, et l'annexe B.3.2-Informative) ou à la première décimale près (ISO 9612 :2009(F), art. 15 e-3) (8,219).
- Dans le cas de plusieurs résultats individuels, c'est aussi un calcul de la moyenne énergétique qui doit être fait (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art 6.4.2.3 et art. 6.5.5);



Selon CSA Z107.56 :F18 (C2022), la moyenne arithmétique est uniquement utilisée pour vérifier si le nombre de mesures réalisées avec un dosimètre est suffisant (art. 6.4.2.1 b).



Attention : les exigences de la norme CSA Z107.56-F13, 2014 diffèrent comme suit :

- Pour des résultats individuels, c'est la **moyenne** énergétique qui doit être calculée (art. 6.4.3 et 6.5.5).
- Pour un groupe (métier ou fonction) avec plus d'un résultat de niveaux d'exposition :
 - À partir de dosimétries, la **moyenne arithmétique** doit être utilisée pour calculer l'exposition au bruit moyenne du groupe (art. 6.4.3; annexe B.3.2-Informative);
 - À partir de mesures sonométriques, la **moyenne énergétique** doit être employée (art. 6.5.5).

- Pour les travailleurs avec un horaire de travail (quart) variable durant la semaine : minimalement le résultat du $L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$ le plus élevé pourrait être présenté, en indiquant que les autres résultats diffèrent. On pourrait présenter aussi le $L_{ex,40h}$ ou $L_{EX,40h}$ (219).
- Si une radio est utilisée comme fond sonore ambiant et est en fonction pendant le mesurage (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 8), il est recommandé d'estimer la contribution de cette radio dans l'exposition quotidienne du travailleur (niveau d'exposition quotidienne au bruit sans et avec la radio) (219).
- Ne pas réduire ou diminuer le niveau d'exposition mesuré (ou calculé) ou le niveau de pression acoustique de crête maximal dans le cas de travailleurs qui portent des protecteurs auditifs (31,219,307).

^A La moyenne énergétique correspond à la moyenne logarithmique.

^B Selon CSA Z107.56 (art. 6.4.3 et son annexe B.3.2-Informative). Dans la norme ISO, c'est la moyenne énergétique qui est utilisée, peu importe la stratégie de mesurage choisie sur la tâche, sur la fonction ou sur une journée entière (art. 9.3, 9.5,10.4, 11.3, 11.4 et annexe F.6.2).



Gestion des piles. Lorsque l'instrument de mesure (sonomètre ou dosimètre) n'est pas utilisé pendant une longue période de temps : retirez les piles pour éviter de les endommager. C'est une bonne pratique de le faire aussi pour la source sonore d'étalonnage (CE, 2009) (211), même si cela n'est pas une exigence des normes ISO 9612 :2009(F) ou CSA Z107.56 :F18 (C2022).

C.3.6.3 Carte sommaire des lieux

Il importe de distinguer les deux types les plus courants de « cartes de bruit », autres que les cartes de modélisation :

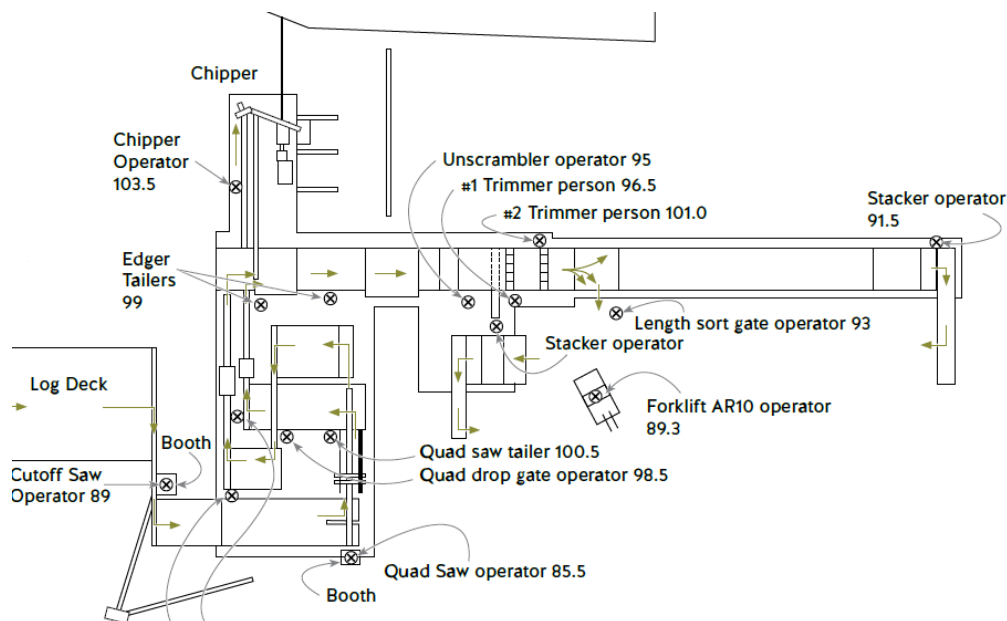
- Plan ou carte sommaire (souvent appelé « carte », « croquis ») : sert à représenter la disposition d'un milieu de travail et les mesures de l'exposition des travailleurs s'y rapportant ou les niveaux de bruit des sources sonores les plus contributives à l'exposition des travailleurs. Ce type est celui le plus utile et est à favoriser.
- « Carte de bruit », « carte sonore » qui présente à l'aide de couleurs des niveaux de bruit ambiant; peu utile pour représenter les niveaux d'exposition des travailleurs et souvent très énergivore.

Plan sommaire, carte sommaire

Pour faciliter la communication avec le milieu de travail, il est très souvent pertinent de réaliser un plan ou carte sommaire (ou croquis) (266) des lieux de travail (usine, département, chantier de construction, édifices, terrain pour les tâches réalisées à l'extérieur, etc.).

Ce plan sommaire sera joint au rapport (section 3.7), dans une annexe, en y précisant pour les travailleurs ou situations de travail évalués, les niveaux d'exposition mesurés ou encore les niveaux de bruit $L_{eq,t}$ ($L_{p,A,eqT}$) pour certaines sources qui semblent être plus contributives à l'exposition des travailleurs au bruit (en portant attention au niveau et à la durée totale d'exposition à cette source de bruit) (figure 27).

Figure 27 Exemple d'un plan ou carte sommaire (croquis) avec niveaux d'exposition au bruit



Source : WorkSafeBC, 2019, p. 14, plan partiel (304).

De tels croquis sont notamment utiles lors de la visite exploratoire ou de repérage, dans le cas où on dispose d'instruments de mesure. Ils peuvent aussi servir d'outil pour aider à établir la stratégie pour l'évaluation approfondie et pour cibler les machines et zones plus bruyantes.

Tableau 14 Avantages et inconvénients de réaliser des « plans ou cartes sommaires » contenant des données relatives à l'exposition des travailleurs au bruit

Utilité	Avantages	Inconvénients/Conditions
Communication	Facilite la communication (223) des résultats du niveau d'exposition quotidienne en fonction du milieu connu par l'employeur et les travailleurs. Associe les niveaux d'exposition avec l'aire de travail de chaque travailleur pour fournir une vue d'ensemble.	Ne doit pas inclure de données sur le bruit ambiant ou de mesures stationnaires (moins représentatives).
Analyse des résultats de mesure de l'exposition	Localise facilement les sources de bruit lorsqu'elles ont été identifiées. Utile comme support d'analyse, notamment dans la localisation des sources les plus bruyantes (223).	« ...son interprétation doit rester dans les limites des hypothèses qui ont conduit à sa construction. » (Thiéry, 2009, p. 21).(223). Ex. : tenir compte de la durée d'exposition à une source et pas seulement du niveau de bruit.
Lors de la visite exploratoire, de l'évaluation préliminaire ou de l'évaluation approfondie (croquis)	Aide à noter les différents résultats des mesures ponctuelles (évaluation préliminaire) ou d'une évaluation approfondie réalisées dans les différentes aires du milieu de travail (308).	
Situer les sources de bruit les plus contributives à l'exposition au bruit	Fournit à l'employeur et au milieu de travail une vue d'ensemble de son site de travail ou de l'établissement.	Les cartes sommaires se différencient toutefois des cartes de modélisation du bruit (voir section D.1.4) lesquelles peuvent faciliter l'identification des sources de bruit et estimer l'impact d'une solution ou d'un moyen considéré pour réduire l'exposition.

« Carte de bruit », « carte sonore »

Les cartes de bruit ou cartes sonores ont aussi des allures de croquis, mais le type de représentation et leur usage les distinguent des plans sommaires. Ce type de carte utilise un code de couleurs afin d'illustrer des niveaux de bruit associés à des zones spécifiques. Il sert aussi à insérer des résultats statiques – le plus souvent des niveaux de bruit ambiant – qui ne tiennent pas compte de la mobilité des travailleurs.

« Habituellement réalisées au moyen de relevés faits avec un sonomètre, [elles] ne tiennent pas compte de la mobilité des travailleurs et ne présentent qu'une situation statique » (Trottier et coll., 2021, p. 223) (156). Ces cartes s'éloignent donc de la représentation des niveaux d'exposition quotidienne au bruit (245) ou, du moins, elles sont mal adaptées pour représenter ces niveaux (223)^A.

^A « (...). Il ne faut donc pas assimiler une "carte de bruit d'un atelier" à une "carte d'exposition au bruit par les travailleurs présents dans cet atelier". Si ce type de représentation est utile comme support de communication ou d'analyse, ne serait-ce que pour localiser les sources les plus bruyantes, son interprétation doit rester dans les limites des hypothèses qui ont conduit à sa construction » (Thiéry, 2009, p. 21) (223).

C.3.7 Rapport de mesurage

Les rapports de mesurage de l'exposition au bruit, effectués dans le cadre de l'évaluation approfondie, permettent de condenser l'information recueillie en plus de montrer de quelle manière cette évaluation a été effectuée. Les données et informations qu'ils contiennent permettent de juger de la qualité et de la fiabilité des résultats de mesurage obtenus et, conséquemment, de leur interprétation et de la comparaison avec les VLE ou avec les niveaux d'actions préventives ainsi que des recommandations formulées.

C.3.7.1 Contenu du rapport

Les deux normes de mesurage (CSA Z107.56 :F18 (C2022) et ISO 9612 :2009(F)) donnent des indications détaillées sur les informations qui doivent (ou peuvent, dans certains cas) être groupées dans un rapport sur l'exposition des travailleurs au bruit :

- CSA Z107.56 :F18 (C2022) : art. 9^A.
- ISO 9612 : 2009(F) : art. 15 (sans considérer les calculs de l'incertitude prévus aux art. 15 d-14 et art. 15 e-4).

Un exemple adaptable de contenus suggérés d'un rapport, élaboré à partir de plusieurs sources (203,218,234,309–311), est fourni à l'annexe 12, section A. Idéalement, un rapport comporte un tableau synthèse pour fournir une vue d'ensemble. À cet égard, l'utilisation de diagrammes en barres peut aussi être un moyen visuel pour présenter les résultats (voir annexe 12, section B, figure A-21). De même, pour faciliter la communication, un croquis ou plan sommaire avec les niveaux d'exposition sera idéalement joint en annexe du rapport (voir section C.3.6.3 pour plus de détails).

Les informations sont regroupées autour des éléments suivants (6,8,223) :

- Un bref résumé des principaux résultats et des recommandations. Il s'avérera utile pour les responsables de l'établissement ou du chantier qui dans plusieurs cas s'intéresseront particulièrement à cette section.
- Informations générales sur l'établissement ou le chantier concerné par la mesure de l'exposition.
- Les objectifs visés par les mesures de bruit.

Les instruments de mesure et sources sonores étalons utilisés (marque, modèle, n° de série ou d'inventaire...) et les accessoires utilisés (écran/« boule » anti-vent...) :

- La date de la dernière vérification périodique des instruments de mesure et le nom du laboratoire^B.
- Les principaux paramètres et leurs réglages.

^A L'article 9 est identique dans les deux éditions de 2018 et 2014 des normes CSA. Toutefois pour l'élément optionnel suivant du rapport (art. 9.2 b), s'il est libellé de la même manière, soit : « b) la moyenne et l'écart type des expositions au bruit d'un groupe, comme décrit à l'annexe B... », il faut noter que l'édition 2018 (C2022) réfère à une **moyenne énergétique** tandis que c'est une **moyenne arithmétique** qui est préconisée dans celle de 2014.

Art. 9.2 b et annexe B – Informative, art. B.3.2. CSA Z107.56 :F18 (C2022). Mesure de l'exposition au bruit, © 2019
Et art. 9.2 b et annexe B – Informative, art. B.3.2. CSA Z107.56-F13, 2014. Mesure de l'exposition au bruit, © 2014, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>.

^B Information souvent possédée par la personne qui s'assure du suivi des instruments.

- Nom de la ou des personnes et de l'organisation (ou entreprise) qui ont réalisé les mesures.
- Les mesurages effectués, la ou les dates de ces mesurages, la durée des quarts de travail, les conditions prévalant au moment des mesures (production, tâches, activités, durée, nombre de travailleurs, équipements et systèmes auxiliaires en fonction, etc.), la stratégie utilisée (et normes de référence), la durée de l'échantillonnage ou le pourcentage du quart de travail échantillonné, les observations effectuées (bruit impulsionnel, chocs sur le microphone...), et composition des groupes d'exposition similaire - le cas échéant.
- Les résultats des mesures associés aux situations de travail concernées : le niveau de pression acoustique continu équivalent ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$) pour chaque travailleur (avec leur nom^A) ou groupe de travailleurs ou tâche mesurée, le niveau d'exposition quotidienne au bruit ($L_{ex,T}$ ou $L_{EX,T}$) et, le cas échéant, hebdomadaire ou annuel, le niveau de pression acoustique de crête maximal mesuré ($L_{p,Cpeak max}$).
- Validité et représentativité des résultats : conditions habituelles de travail ou non, exposition à des sources de bruit qui n'ont pu être considérées, mais qui devraient l'être éventuellement dans un futur échantillonnage.
- Le cas échéant, mentionner que des résultats ou portions de résultats n'ont pas été retenus dans les calculs du niveau d'exposition ou pour le niveau de pression acoustique de crête maximal et les raisons motivant ces choix :
 - Exemples : artéfacts comme des chocs sur le microphone; situations, tâches ou environnement inhabituels; sources de bruit non pertinentes; exposition délibérée, etc. (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 9.1 a et art. 6.4.4.4 et 6.4.4.5) (ISO 9612 :2009(F), art. 15 d-5, 8 et 9).
- Les VLE pour le bruit ne tenant pas compte de l'effet de la protection auditive sur l'exposition, ne pas réduire le niveau d'exposition ou le niveau de pression acoustique de crête dans le cas de travailleurs qui portent des protecteurs auditifs (307)^B.
- Une analyse-synthèse des résultats et une discussion (interprétation) au regard des valeurs limites de référence : soit le dépassement ou non des VLE, ou des niveaux d'actions préventives, le cas échéant.
- Formulation de recommandations (sources, suggestions de moyens de réduction et de correction, analyses complémentaires, protection auditive) (voir la sous-section ci-dessous : « Recommandations à inclure dans le rapport »).
- Et une conclusion, notamment pour faire le point sur les objectifs de l'évaluation et sur la suite en fonction des recommandations émises et des moyens préventifs à appliquer. À noter que la conclusion diffère du résumé.

Le rapport doit aussi considérer les situations suivantes (219) en fonction des exigences précisées dans les normes de mesurage et des bonnes pratiques applicables en la matière :

- Pour les mesurages effectués à l'extérieur, il faut noter les données météorologiques comme la vitesse du vent, la température et l'humidité (ISO 9612 :2009(F), art. 15 d-10).

^A Dans certains cas, cette information pourrait être considérée comme sensible, sinon confidentielle.

^B La norme ISO 9612 :2009(F) confirme à l'article 1 qu'elle « ne s'applique pas au mesurage de l'exposition au bruit de l'oreille lorsqu'elle est munie de protecteurs individuels contre le bruit ».

- Lorsqu'une situation expose davantage une oreille du travailleur, il est important d'indiquer le côté où le microphone de l'instrument de mesure était placé (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 9.1 a; notamment en lien avec l'article 6.4.4.3) (ISO 9162 : 2009(F), art. 12.3 et 15 d-11).
- Dans la partie analyse-discussion des données contenues dans le rapport, les bonnes pratiques nécessitent de mentionner les conditions pouvant augmenter le risque de perte auditive des travailleurs :
 - Dans le cas de niveaux d'expositions de 100 dBA et plus, souligner que des mesures préventives immédiates sont essentielles en raison des risques très importants de pertes auditives (section A.4.1 du guide);
 - Présence d'horaires non conventionnels ou travail en temps supplémentaire sur une base régulière (CSA Z1007:F22, art 5.4.2) (157);
 - Présence d'agents chimiques ototoxiques ou potentialisant les effets du bruit sur l'audition (incluant les vibrations aux mains et aux bras) (annexe 3);
 - Bruits impulsifs $L_{p,Cpeakmax} \geq 135$ dBC (section A.4.1);
 - Utilisation d'un système de communication (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 9.2 a) sous écouteurs ou de communication radio, incluant un téléphone, intégré ou non dans un protecteur auditif, inclure l'information suivante :
 - La durée totale habituelle des communications dans la journée;
 - Le type de système : monaural (monophonique) ou bilatéral;
 - Intégré ou non à un protecteur auditif et, si oui, marque et modèle; la présence d'un limiteur de volume et à quel niveau.
 - Radio en fonction dans l'environnement du travailleur au moment du mesurage (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 9.2 a) avec l'estimation de sa contribution au niveau d'exposition mesuré (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 8; ISO 9612 :2009(F) : art. 13.1 et 13.4);
 - Utilisation d'un lecteur de musique, incluant musique dans les protecteurs auditifs (CSA Z107.56 :F18 (C2022) : art. 8).

Recommandations à inclure dans le rapport

Le contenu des rapports de mesurage, prôné dans les normes ISO 9612 :2009(F) et CSA Z107.56 :F18 (C2022) est principalement axé sur les éléments techniques et les résultats des évaluations. Ces deux normes ne présentent aucune indication relative à des recommandations^A.

Toutefois, les guides de pratique sur la mesure de l'exposition au bruit au travail prévoient l'inclusion de recommandations à l'intention des milieux à qui les rapports sont destinés. Ces guides sont élaborés en tenant compte des normes, de l'expérience et de l'expertise terrain, mais aussi des règles de l'art en la matière. Ainsi, l'inclusion de recommandations dans un rapport d'évaluation de l'exposition des travailleurs (ou rapport d'hygiène du travail) figure notamment dans les manuels québécois d'hygiène du

^A Ces deux normes servent à caractériser l'exposition des travailleurs au bruit. Par ailleurs, la norme sur la gestion du programme de prévention de la perte auditive, CSA Z1007:F22 (art. 6), fait état des moyens pour réduire et corriger l'exposition au bruit (achats d'équipements plus silencieux, hiérarchie des moyens préventifs, les contrôles techniques ou administratifs).

travail (7,218,245) et celui sur le bruit de l'Association américaine en hygiène du travail (AIHA) (306)^A. Leur inclusion est aussi rapportée dans les guides d'organisations en SST au Canada (234)^B, en Australie (312)^C de même que dans celui de l'INRS pour l'application de la norme ISO 9612 :2009(F) dans le contexte de la directive européenne sur le bruit en milieu de travail en France (223). Cette pratique est aussi appliquée dans le cas de rapports de mesures du bruit environnemental^D.

L'édition la plus récente du manuel de l'Association québécoise pour l'hygiène, la santé et la sécurité du travail (AQHSST) précise les règles de l'art sur le contenu type d'un rapport en hygiène du travail, règles qui s'appliquent au bruit (245). Ainsi, les « recommandations [seront] précises et spécifiques, émises en fonction des résultats et de leur interprétation » Ouellet, 2021, p. 751).



« **[La] présentation des recommandations**^E [sera faite] selon la hiérarchie classique des moyens de maîtrise (substitution, élimination, réduction, protection personnelle). » [De plus, il est suggéré de :] « Étayer par les résultats et les observations; Éviter les généralités, les recommandations vagues (par exemple recommander de réduire les expositions); Débuter par les recommandations les plus importantes; Suggérer des exemples et les mettre en annexe; Respecter les champs de compétence; Tenir compte de la faisabilité ». (Ouellet, 2021, p. 751). (245)

Selon l'INRS (223), « ... ces recommandations constituent des conseils ou des suggestions et n'ont pas de caractère impératif. » (Thiéry et Canetto, 2009, p. 36) : « Il est souhaitable de faire..., il est possible de... ». Des exemples de recommandations sont d'ailleurs présentés par les auteurs à partir de quelques cas :

- « La réduction du bruit à ce poste de travail doit être ciblée prioritairement sur la tâche 1... » (p. 59).
- « (...), des mesures complémentaires ponctuelles seront réalisées afin de (...). On examinera aussi les alternatives moins bruyantes à ces modes opératoires. » (p. 61).
- « (...), il est nécessaire que les régleurs portent [des protecteurs auditifs] durant toutes les interventions qu'ils doivent effectuer sur des machines en marche ou à proximité de machines très bruyantes et que des actions de réduction collective du risque soient mises en œuvre. » (p. 63).

Moyens préventifs à considérer dans les recommandations

Pour soutenir le milieu de travail, des recommandations sont présentées dans une section particulière du rapport. Celles-ci peuvent aussi être intégrées dans un tableau synthèse fournissant une vue d'ensemble, comme suggéré précédemment dans cette section. Par exemple, un tel tableau pourrait être subdivisé

^A This type of report would typically include (...) a summary of the findings and any recommendations that would be appropriate (The Noise Manual, 5th edition revised, p. 237).

^B Le *Worksafe BC* précise clairement qu'après avoir effectué les mesures du bruit et calculé les niveaux d'exposition, il est important de présenter les résultats et une série de recommandations. [Traduction libre de : *After you conduct noise measurement and calculate exposure levels, it's important to present the results and a set of recommendations* (p. 44) (234)]. De plus, l'exemple de rapport présenté en page 46 du guide de la *Worksafe BC* contient, pour chaque titre d'emploi dont le niveau d'exposition a été mesuré et calculé, une colonne « Commentaires », suivi d'une précision sur la « Conformité réglementaire oui/non » et enfin une colonne « Recommandations ».

^C Le Code pratique de la Nouvelle-Galles du Sud, similaire à celui des autres territoires australiens, indique comme suit ce qui doit être inclus dans un rapport d'évaluation du bruit : préciser les actions requises : tout contrôle du bruit qui pourrait être mis en œuvre, ou la nécessité d'une étude plus détaillée [Traduction libre de : *What should be included in a noise assessment report? [...]* Action required : Any obvious noise controls that could be implemented, or the need for more detailed noise control study (p. 51).

^D Par exemple, dans des rapports de mesures du bruit concernant des carrières ou le trafic ferroviaire (MELCC, 2020, carrières; OTC, 2022) (313,314).

^E Mis en gras par l'auteur de ce guide.

pour chaque situation de travail, tâche, métier ou fonction mesurés. Ces recommandations pourront donc concerner, entre autres, les moyens préventifs résumés au tableau 15. À titre de référence, l'annexe 12, section C présente une liste de vérification des moyens préventifs pour le bruit (réduction et correction).

Tableau 15 Quelques moyens pouvant être recommandés dans le rapport d'une évaluation de l'exposition des travailleurs au bruit et présentés selon l'ordre de la hiérarchie des moyens préventifs

Quelques moyens préventifs généraux pour limiter l'exposition des travailleurs au bruit
Éliminer ou réduire le bruit à la source (ex. : conception, aménagement d'un établissement; matériaux amortissants, isolateurs de vibrations; mise en place d'un nouveau processus ou modification apportée; politique d'achat à faible bruit; achat, remplacement d'une machine ou d'un équipement par des moins bruyants, son entretien et son maintien en bon état de fonctionnement ou la réalisation de correctifs sur celui-ci; chantiers : planification et la réalisation des travaux en considération l'exposition au bruit).
Limitier la propagation du bruit. Ex. : encoffrement (enceinte insonorisante) d'une machine ou d'un équipement ou insonorisation d'un local ou d'un lieu de travail, relocaliser une source loin des travailleurs, écrans ou rideaux acoustiques...
Isoler un poste de travail pour diminuer l'exposition d'un travailleur, cabine insonorisée.
Réduire la durée d'exposition (ex. : rotation des postes de travail, faire fonctionner une machine ou réaliser des travaux bruyants quand il y a moins de travailleurs).
Protecteurs auditifs : soit comme moyen de dernier recours ou à titre de mesure temporaire dans des situations particulières (mise en œuvre d'un moyen de réduction et de correction ou pendant la période de réparation d'une machine ou équipement).
Éléments concernant les protecteurs auditifs : notamment formation sur les effets du bruit sur la santé et la sécurité, sur l'utilisation des protecteurs auditifs (formation - ex. : individuelle, petits groupes, système d'essai d'ajustement (<i>fit-test</i>)), entretien et hygiène, nécessité de tenir compte – lors de leur sélection – du confort, besoins d'écoute, de communication et de localisation des travailleurs ciblés (177) ainsi que l'affichage des zones d'utilisation.

D'autres types de recommandations seraient à considérer, notamment :

- En présence d'agents chimiques ototoxiques ou potentialisant les effets du bruit ou des vibrations aux mains et aux bras :
 - Réduire l'exposition des travailleurs au bruit de 3 dBA sous les valeurs de référence (VLE ou les niveaux d'actions préventives) (voir annexe 3) (157);
 - Réduire également l'exposition à ces agents chimiques et aux vibrations mains-bras (voir annexe 3) (157).
- Pour les sources dominantes de bruit identifiées et dont les moyens préventifs (réduction et correction) sont connus (219) :
 - Orienter l'entreprise dans le choix de solutions [exemples de réalisations, documentation de référence, guides produits par la CNESST (25,183,182) et d'autres organismes (184–202), etc.] en priorisant les situations de travail correspondant aux expositions les plus importantes et en tenant compte des éléments de faisabilité (solutions existantes);

- Selon le cas, utiliser un outil de démonstration (comme les modèles de réduction du bruit) (315) et de promotion (comme les valises de démonstration des silencieux, soufflettes et pistolets d'air comprimé) (316,317).
- Si les sources de bruit les plus contributives à l'exposition au bruit ne sont pas connues ou restent à documenter par des mesures complémentaires : préciser l'étape à compléter et proposer des informations générales sur les moyens techniques de réduction du bruit (219).
- Le cas échéant, suggérer à l'entreprise de se référer à un ingénieur spécialisé ou une firme en acoustique (219) (voir section E.3.2).
- S'il y a lieu, compléter et valider la sélection des protecteurs auditifs adaptés aux travailleurs et à la situation de travail, en tenant compte notamment des besoins de communication, du confort et du niveau d'exposition (177).

Les recommandations permettront aux établissements ou chantiers de disposer d'une liste préliminaire des moyens à mettre en œuvre pour mieux réduire et corriger l'exposition des travailleurs au bruit dans leur milieu.



À des fins de suivi de la mise en œuvre des moyens préventifs, l'organisme suisse en prévention au travail, la Suva, propose une « Fiche de suivi des moyens à mettre en œuvre » (318) qui est reproduite à l'annexe 12, section D.

C.3.7.2 Affichage du rapport (résultats de mesure d'une évaluation approfondie)

Communiquer l'information aux travailleurs et à l'ensemble du personnel est une étape essentielle. D'ailleurs, il existe des exigences légales concernant l'affichage ou la diffusion des rapports d'une évaluation approfondie. Les articles 141.4 du RSST et 2.21.13 du CSTC [encadré n° 12] précisent l'obligation et les modalités à cet égard (moment et durée). À titre de bonne pratique, l'utilisation de différents moyens de diffusion assurera une bonne accessibilité à cette information.

ENCADRÉ n° 12 - Affichage des rapports de mesurage

141.4. (RSST) L'employeur doit afficher ou autrement diffuser le rapport d'un mesurage effectué en vertu de la sous-section 4*, au plus tard 15 jours après que celui-ci est mis à sa disposition.
Ce rapport doit être facilement accessible aux travailleurs dans un endroit visible, pour une période minimale de 3 mois.
* article 139.

2.21.13. (CSTC) L'employeur doit afficher ou autrement diffuser le rapport d'un mesurage effectué en vertu de l'article 2.21.8 au plus tard 15 jours après que celui-ci est mis à sa disposition.
Ce rapport doit être facilement accessible aux travailleurs dans un endroit visible, jusqu'à la fermeture du chantier ou pour une période de 3 mois, selon la première date.

C.3.7.3 Conservation des rapports des évaluations approfondies par l'établissement ou le chantier

Les rapports consécutifs à une évaluation approfondie^A doivent être conservés par l'employeur. Une exigence réglementaire précise les modalités : ces résultats seront à inclure dans le programme de

^A Mises à part les situations de travail identifiées comme susceptibles de dépasser les VLE (RSST : art. 141.5, paragr. 1^o; CSTC : art 2.21.14, paragr. 1^o) (voir section B.1.7).

prévention ou à défaut, dans un registre (RSST : art. 141.5, paragr. 3^o; CSTC : art. 2.21.14, paragr. 3^o) dont les contenus doivent être maintenus à jour (encadré n° 13). Comme bonne pratique, il est également recommandé de conserver toute information relative au mesurage (p. ex. : factures de contrats relatifs à l'évaluation de l'exposition au bruit).

Pour les **établissements et les chantiers de construction**, cette conservation est prévue pour une durée minimale de 10 ans (encadré n° 13), tout comme la recommandation faite dans la norme sur la gestion du programme de prévention de la perte auditive CSA Z1007:F22 (art. 11.1 c) (157).

Toutefois, la conservation des résultats d'évaluations approfondies sur une plus longue période s'avère souhaitable. D'autres préconisent de les conserver pendant toute la durée d'emploi d'un travailleur pour couvrir une possible demande d'indemnisation (306). Quant à l'ACGIH, la durée de conservation recommandée est de 30 ans, en précisant que ces informations sont à transférer advenant un changement de propriétaire de l'établissement (176).

À noter que les rapports doivent être à la disposition du comité de santé et de sécurité (CSS) et selon le cas, du représentant en santé et en sécurité (RSS), de l'agent de liaison en santé et en sécurité (ALSS), en plus d'être rendus disponibles, sur demande, notamment à la CNESST et au médecin responsable des services de santé de l'établissement (du RSPSAT) ou au médecin chargé de la santé au travail^A (RSST : art.141.5; CSTC : art. 2.21.14^B).

ENCADRÉ n° 13 – Conservation des rapports de mesurage

141.5. (RSST) L'employeur doit inclure et maintenir à jour dans le programme de prévention, ou à défaut dans un registre, les inscriptions et les documents suivants :

[...]

3^o les rapports de mesurage.

L'employeur doit conserver ces informations durant une période minimale de 10 ans. Il doit de plus les mettre à la disposition de la Commission, des travailleurs et de leurs représentants, du représentant à la prévention, du comité de santé et de sécurité et du médecin responsable qui œuvrent dans son établissement ».

2.21.14. (CSTC) L'employeur doit inclure et maintenir à jour dans le programme de prévention, ou à défaut dans un registre, les inscriptions et les documents suivants :

[...]

3^o les rapports de mesurage effectué en vertu de l'article 2.21.8, le cas échéant.

L'employeur doit conserver les rapports de mesurage prévus au premier alinéa durant une période de 10 ans. Il doit conserver les autres informations jusqu'à la fermeture du chantier. Il doit de plus les mettre à la disposition de la Commission, des travailleurs et de leurs représentants, du représentant à la prévention et du comité de santé et de sécurité ».

^A À la date ou aux dates fixées par le gouvernement, la notion de médecin chargé de la santé au travail remplacera celle de médecin responsable.

^B La notion de médecin chargé de la santé au travail ou de médecin responsable ne s'applique pas dans le cas des chantiers de construction.

C.3.8 Évaluation périodique de l'exposition au bruit et des moyens préventifs

Lorsque des moyens de réduction ont été mis en œuvre

Pour les établissements, une fois que la mise en œuvre de moyens de réduction de l'exposition a été complétée, minimalement une évaluation préliminaire devrait être faite. Toutefois, dans le cadre d'une application réglementaire, l'employeur doit mesurer l'exposition au bruit des travailleurs par une évaluation approfondie (art. 138, paragr. 2°). Dans le cas où une évaluation approfondie aurait été réalisée avant l'implantation des moyens de réduction et de correction, la comparaison des mesures avant-après permettra de quantifier la diminution du niveau d'exposition ou du niveau de pression acoustique de crête des travailleurs visés par les modifications. Des précisions sur cette étape sont présentées à la section D.2 du guide.

Pour les situations où les moyens de réduction et de correction mis en œuvre ne permettent pas de respecter les VLE

De plus, la réglementation prévoit qu'une réévaluation des moyens préventifs soit faite après une période de 5 ans, pour les situations de travail où les moyens raisonnables n'ont pas permis de réduire l'exposition au bruit sous les VLE^A (RSST : art. 133) [encadré n° 14].

ENCADRÉ n° 14 - Réévaluation des situations dépassant les VLE aux fins d'application de moyens raisonnables

133. (RSST) L'employeur doit, à tous les 5 ans, **évaluer chaque situation de travail qui présente un dépassement des valeurs limites d'exposition** afin de déterminer les moyens raisonnables qui permettent d'éliminer ou de réduire le bruit à la source, de respecter les valeurs établies à l'article 131 ou, à tout le moins, réduire l'exposition des travailleurs au bruit. [...]



Toutefois, malgré l'absence d'obligation, des experts sont d'avis que les mesures de l'exposition des travailleurs au bruit devraient être renouvelées à chaque 10 ans (222).

Formulée dans le contexte des programmes de santé spécifiques (PSSE), cette recommandation pourrait éventuellement être ajustée en fonction des changements apportés par la LMRSS (LQ 2021, c. 27).

C.4 Instruments de mesure : précisions complémentaires

C.4.1 Vérification périodique des instruments de mesure du bruit en laboratoire certifié ou par le fabricant

Pour s'assurer que les instruments de mesure (sonomètre intégrateur^B, dosimètre, source sonore d'étalonnage) fonctionnent comme prévu, une vérification périodique complète (étalonnage complet) est obligatoire. Cette vérification est effectuée par un laboratoire spécialisé certifié ou par le fabricant de l'instrument.

^A Afin de revoir les moyens préventifs (réduction et correction) permettant de diminuer l'exposition.

^B Incluant le sonomètre intégrateur analyseur de fréquences présenté à la section D.

Figure 28 Vérification périodique des instruments de mesure du bruit en laboratoire ou par le fabricant



Source : Hottinger, Brüel & Kjær (HBK), Calibration Laboratory (image extraite de la vidéo) (319).

- La vérification doit être effectuée selon les recommandations du fabricant. Cependant, cet intervalle ne doit pas dépasser deux ans. (ISO 9612 :2009(F), art. 5.3) (6).
- Dans le cas des instruments et des sources sonores étalon utilisés par le RSPSAT ou par les associations sectorielles paritaires, la vérification est annuelle.
- Cette vérification a pour but de contrôler les performances des instruments au moyen d'une série de tests : plage de fréquences, exactitude, interférences électromagnétiques, etc. tels que prescrits par les normes dans le domaine (annexe 9). Elle vise à s'assurer de la stabilité de l'instrument, de sa sensibilité et de la répétabilité des mesures. Les résultats sont fournis dans un rapport. Cela exige un équipement spécialisé et une expertise particulière. L'IRSST est un des laboratoires certifiés qui effectue ce type de contrôle^A.

C.4.2 Dosimètres intégrés aux protecteurs auditifs : encore en expérimentation (dosimétrie sous le protecteur et intraauriculaire)

Cette section n'est qu'informative et n'est pas une pratique actuellement recommandée

Malgré une application rigoureuse des normes de mesure de l'exposition au bruit et une utilisation adéquate des instruments de mesure, la recherche montre qu'il subsiste une certaine part d'incertitude quant à l'exactitude de la mesure du niveau d'exposition au bruit. Les développements technologiques laissent entrevoir des avancées qui permettront éventuellement de préciser avec encore plus de justesse l'exposition des travailleurs au bruit, notamment lors de l'utilisation de protecteurs auditifs (casque antibruit ou serre-tête, bouchons d'oreilles). Par exemple, des dosimètres sont maintenant intégrés à un bouchon d'oreilles pour mesurer le niveau d'exposition sous celui-ci (321).

^A L'IRSST est l'un des deux laboratoires certifiés au Canada (CLAS : Calibration Laboratory Assessment Service) (320) pour les instruments en acoustique et vibrations.

À noter que l'IRSST dispose d'une page Internet pour ses services de laboratoires [<https://www.irsst.qc.ca/laboratoires/accueil>] et que celle-ci donne accès aux services de « Prêt, étalonnage et réparation » qui permettent de repérer les instruments de mesure disponibles pour la location et les coûts associés.

D'ailleurs, des développements récents montrent qu'il est possible de mesurer l'exposition au bruit des travailleurs autrement qu'en « champ libre ». Par exemple, il existe maintenant des moyens pour mesurer l'exposition soit sous le protecteur auditif ou de façon intraauriculaire afin de mieux estimer l'exposition du travailleur (305,322–324).

Pour les mesures par dosimétrie intraauriculaire (DIA)^A, une étude de l'IRSST (323) avance qu'éventuellement ce type de mesurage pourra s'insérer dans le cadre de mesures terrain pour les travailleurs utilisant des bouchons d'oreille ou des serre-têtes. La méthode DIA est actuellement surtout adaptée aux travailleurs qui effectuent des tâches dans des environnements réverbérants, mais exposés à une faible proportion de bruits impulsionnels^B. Toutefois, au moment de la publication de ce guide, l'instrumentation est encore au stade de prototype tandis que les normes actuelles comme CSA Z106.57 : F18 (C2022) (section 7) ne contiennent que des dispositions ou précisions^C pour gérer les mesures dans l'oreille pour les sources proches de celle-ci. Les recherches doivent se poursuivre afin de mieux comprendre l'influence de certains facteurs sur les mesures par DIA comme les bruits induits par le travailleur (mouvements, paroles) faisant l'objet de ce type de mesurage, les possibles déplacements de l'instrument dans le conduit auditif, l'effet sur la sensibilité auditive de l'occlusion du conduit auditif par l'instrument de mesure ou la transmission par conduction osseuse dans le cas de protecteurs fournissant une grande atténuation.



À retenir pour la dosimétrie sous protecteur et intraauriculaire

- Non recommandée actuellement.
- Rappelons que les VLE définies dans le RSST et le CSTC ne tiennent pas compte de l'atténuation des protecteurs auditifs. Les normes CSA Z107.56-F13, 2014^D et ISO 9612 :2009(F) auxquelles réfèrent le RSST et le CSTC nécessitent d'ailleurs des mesures à des positions bien définies, peu importe que le travailleur porte ou non des protecteurs (voir sections C.3.3 et C.3.4).
- Ce type d'instrument reste peu implémenté.
- Sera principalement utile pour réanalyser l'exposition à partir du port de protecteurs auditifs au plan populationnel.
- Éventuellement, pourrait permettre de faire un suivi en continu de l'exposition (p. ex. informer l'utilisateur lorsque le niveau de bruit excède un certain seuil sous le protecteur ou encore quand le niveau d'exposition quotidienne est dépassé, mais sans encore connaître comment cela sera interprété ou utilisé); résultats téléchargeables par les travailleurs ce qui pourrait avoir une influence sur leur exposition, mais ceci transfère la charge et la responsabilité du contrôle de l'exposition vers les travailleurs alors que l'objectif est principalement de réduire le bruit émis ou sa propagation pour diminuer leur exposition^E.
- Mesurer plus longtemps et chaque jour ne diminue pas forcément le risque de perte auditive, à moins que ce moyen soit utilisé lorsque tous les autres ont été déployés et que la protection auditive est le dernier recours.

^A La mesure est effectuée directement dans le conduit auditif externe.

^B Ces limitations devraient être levées dans le futur avec les travaux de recherche en cours.

^C « (...) la méthode proposée permet seulement d'obtenir des niveaux de bruit individualisés au tympan, bien que les limites d'exposition exprimées dans les différentes normes et réglementations soient généralement référencées en champ libre. » (Nélisse, 2021, p. 73) (323). Il existe tout de même, selon les chercheurs, des approches permettant d'estimer les valeurs « champ libre » à partir des niveaux de bruit au tympan.

^D Tout comme la norme CSA Z107.56 :F18 (C2022).

^E Au-delà des aspects scientifiques et techniques, les chercheurs envisagent la mise sur pied de projets pilotes pour évaluer notamment la manière de rendre cette information utile sans transférer le fardeau aux travailleurs.

D Troisième étape : évaluation de l'efficacité des moyens de réduction et de correction de l'exposition au bruit, incluant la mesure des sources de bruit

D.1 Identifier les sources de bruit les plus contributives à l'exposition

Mesurer la contribution individuelle des outils, des machines et des systèmes auxiliaires en fonction (ventilation, compresseurs et pompes...) permet de hiérarchiser leur importance dans l'exposition quotidienne des travailleurs au bruit (niveaux d'exposition et de pression acoustique de crête).

L'évaluation des sources de bruit est habituellement réalisée en soutien à une démarche de réduction et de correction du bruit démarrée par l'établissement ou le chantier de construction. Elle se fait en deux étapes :

1. Repérer les sources, comme au moment de la visite exploratoire (de repérage) ou de l'évaluation préliminaire. Les sources bruyantes sont habituellement connues des travailleurs et des responsables. Il faut aussi tenir compte de la durée d'exposition à ces diverses sources durant le quart de travail. Par exemple, une machine ou un outil moins bruyant pourrait contribuer davantage au niveau d'exposition, mesuré ou calculé, d'un travailleur qu'une autre source plus bruyante, entre autres si la durée d'exposition à cette dernière source s'avère très limitée dans le temps.
2. À l'emplacement ou aux emplacements normalement occupés par le travailleur, mesurer le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$) des diverses sources de bruit et, selon le cas, celui de la pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeak}$), à l'aide d'un sonomètre intégrateur.

Idéalement, la contribution de chaque source de bruit à l'oreille du travailleur sera à mesurer séparément, en arrêtant toutes les autres sources, mais cela est rarement faisable. Il est aussi possible de mettre hors fonction seulement la source qui semble être la plus contributive à l'exposition du travailleur au bruit. Il est alors possible d'en déduire sa contribution en procédant à la soustraction entre le niveau de bruit global mesuré avec la source en fonction, puis hors fonction (voir l'exemple à l'annexe 1, section 1.3.4).

Un autre moyen est d'évaluer les tâches qui contribuent le plus à l'exposition au bruit lorsqu'un tel mesurage a été effectué selon ISO 9612 :2009(F). En effet, pour la stratégie de mesurage basée sur la tâche, cette norme recommande une méthode de calcul qui permet d'obtenir le niveau d'exposition associé à chacune des tâches. La comparaison des divers résultats permet de départager l'importance relative d'une ou des tâches (sources) et d'identifier celles qui contribuent le plus à l'exposition globale du travailleur (art. 9.4).

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \lg \left(\frac{\bar{T}_m}{T_0} \right) \text{ dB}$$

- $L_{p,A,eqT,m}$ est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A pour la tâche m .
- $\bar{T}_m$ est la durée arithmétique moyenne de la tâche m .
- T_0 est la durée de référence, $T_0 = 8h$.

Il est à noter que la « calculatrice » de la CNESST peut aussi être utilisée de la même manière, soit de calculer le niveau d'exposition pour chaque tâche, et ainsi évaluer la contribution de sources d'une ou de tâches données lorsqu'une évaluation basée sur la tâche a été réalisée par sonométrie.

Le RSPSAT recommande une méthode d'évaluation des sources de bruit qui tient compte des indications précédentes et d'autres pertinentes mentionnées dans la section C. Celle-ci a été précisée pour la démarche provinciale pour le projet 100 dBA^A (325,31) et elle a été réajustée selon les instruments de mesure actuellement disponibles dans le RSPSAT et les ASP (voir tableau 16). Le soutien offert par le RSPSAT à l'ensemble des établissements (et des chantiers) est fondé sur la démarche d'intervention pour réduire l'exposition des travailleurs au bruit dans les scieries et la transformation du bois (325,31). Bien qu'élaborée plus spécifiquement pour ces secteurs d'activités, cette démarche est considérée comme applicable pour les autres établissements dans lesquels le RSPSAT intervient (325).

D.1.1 Mesures avec un sonomètre intégrateur

Mesurage lié aux sources de bruit

- Évaluer les sources de bruit les plus contributives à l'exposition des travailleurs :
 - Effectuer, comme décrit à la section D.1, des mesures sonométriques du niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eq7}$) des diverses sources de bruit et, selon le cas, celui de la pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeak}$) pour identifier et hiérarchiser les sources de bruit dominantes – en termes de niveau et de durée – et noter les conditions prévalentes au moment des mesures (données de référence);
 - « Le sonomètre intégrateur présente un avantage secondaire : il permet de déterminer la contribution de diverses activités et sources de bruit à l'exposition au bruit du travailleur » (art. 4.3, note 2, CSA Z107.56 :F18 (C2022). Mesure de l'exposition au bruit, © 2019, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>).

^A Le projet 100 dBA a été réalisé dans le cadre du plan d'action 2005-2008 du RSPSAT de « Lutte contre le bruit, la surdité professionnelle et leurs conséquences sur la santé et la sécurité ». Il a par la suite donné lieu à une démarche de signalements dans le cadre du plan d'action qui a suivi (2009-2012) et qui s'est poursuivie.

Tableau 16 Paramètres d'intérêt et leurs réglages pour les divers sonomètres intégrateurs ou analyseurs utilisés pour la mesure des sources dans le cadre d'une activité de réduction du bruit

Sonomètres intégrateurs ou analyseurs		Brüel & Kjør 2245 	Brüel & Kjør 2240 	Larson Davis 831 	Larson Davis 821 
Paramètres/Affichage sur l'instrument		L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_{Aeq}
Niveau de pression acoustique ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eq,T}$)	Facteur de bissection Q (dB)	3 (par défaut)	3 (par défaut)	3 (par défaut)	3 (par défaut)
	Pondération fréquentielle (dB)	A	A (par défaut)	A	A
	Méthode d'intégration	Linéaire (par défaut)	Linéaire (par défaut)	Linéaire (par défaut)	Linéaire (par défaut)
	Seuil d'intégration (dB)	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun
	Gain (choix de la gamme de mesure)	Une seule gamme de mesure disponible : 22,8-140,9 dBA	Sélectionner la gamme 60-140 dBA	Ne pas cocher « Gain + 20 dB » à l'onglet SLM pour obtenir la gamme de mesure 28-140 dBA	Une seule gamme de mesure 24-140 dBA
	Réponse en fréquence du microphone	1/2" champ libre ^{a,b}	1/2" Champ libre ^b Incidence aléatoire (installer le correcteur à incidence aléatoire sur le microphone de champ libre)	1/2" Champ libre ^b Incidence aléatoire FF- > RI (Paramètre CORR.RI dans l'onglet : Préférences – Propriétés du système)	1/2" Champ libre ^b Incidence aléatoire FF : RI (Paramètre Corrections dans l'onglet étalonnage (Calibration))
Niveau de pression acoustique de crête	Analyse spectrale	(En option) Non disponible dans le RSPSAT	Non disponible	(En option) Bandes d'octave Pondération fréquentielle A ou Z (onglet OBA) Gamme de l'analyseur : normale (onglet OBA) Disponible dans le RSPSAT	(En option) Bandes d'octave Pondération fréquentielle A, ou Z (onglet Mesures/OBA) Disponible dans le RSPSAT
	L_{peak} Pondération fréquentielle	C	C (par défaut)	C	C
	Gamme de mesure	143,9 dBC (43,1-143,9)	143 dBC (60-143)	143 dBC (66-143)	143 dBC (50-143)

Tableau 16 Paramètres d'intérêt et leurs réglages pour les divers sonomètres intégrateurs ou analyseurs utilisés pour la mesure des sources dans le cadre d'une activité de réduction du bruit (suite)

Sonomètres intégrateurs ou analyseurs	Brüel & Kjær 2245 	Brüel & Kjær 2240 	Larson Davis 831 	Larson Davis 821 
Enregistrement de fichiers sonores	En option	Non disponible	(En option) Onglet son Disponible dans le RSPSAT	Note : option qui devrait être éventuellement disponible (selon vérification par l'IRRSST auprès de LD)
Taux d'échantillonnage	65 536 Hz	---	48 kHz en désactivant le journal d'événements et l'historique temporel	48 kHz
Plage de mesure (d'amplitude)	22,8-140,9 dBA	---	Élevée	1/1 octave: 14-140 dB (1kHz) 1/3 octave: 8-140 dB (1 kHz)

^a BK 2245 : Le logiciel permet de sélectionner la correction nécessaire pour des mesures de qualité selon le type de champ sonore (libre ou diffus) : en milieu de travail, sélectionner champ diffus dans Paramètres de mesure (*measurement settings*) – *Input* – Champ sonore (*sound field*).

^b En milieu de travail, peu importe le microphone, il doit être orienté selon les instructions du fabricant pour obtenir une réponse en fréquence la plus uniforme possible dans un champ acoustique diffus. Pour simplifier le paramétrage, cette pratique peut être appliquée même pour des mesures à l'extérieur (cours d'entreprises, chantiers de construction...), sans qu'elle affecte de manière significative la qualité du mesurage (communication personnelle avec T. Padois et H. Nélisse, IRSST, octobre 2023).

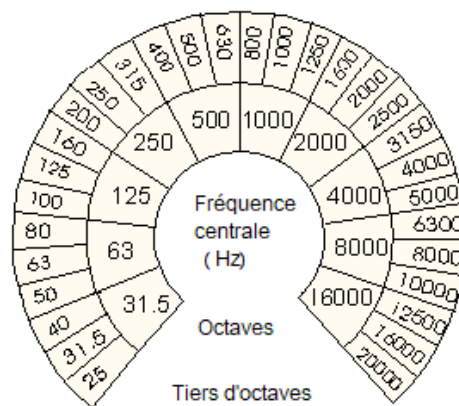
Tableau adapté à partir de : Fortier, 2014, p. 17 (31) et documents techniques de Brüel & Kjær (272,326–328) ainsi que de Larson Davis (296,329,393).

Sources des images : Brüel & Kjær 2245 (295) et 2240 (272) et Larson Davis 831 (296) et 821 (394).

D.1.2 Mesures avec un sonomètre analyseur (ou sonomètre analyseur de fréquences)

Le développement technologique a permis d'ajouter aux sonomètres intégrateurs des capacités informatiques (analyses spectrales intégrées, possibilité de stockage additionnel et de transfert à un ordinateur, etc.) et d'en augmenter l'autonomie. Ainsi, certains sonomètres, appelés sonomètres analyseurs ou « sonomètres analyseurs de fréquences », comportent une fonction d'analyse de fréquences. Le plus souvent ce sont des instruments de classe 1. Ces instruments permettent de réaliser une évaluation plus détaillée du bruit grâce à la mesure du niveau sonore à chaque fréquence (selon les bandes d'octave : 1/3 et 1/1 octave (figure 29) ou en bandes fines). Cette fonction s'ajoute aux autres fonctions des instruments. On parle alors d'analyse fréquentielle ou spectrale.

Figure 29 Bandes de fréquences normalisées selon la fréquence centrale par octave et tiers d'octave



Source : 01dB [Dumas & Lambert] 1996, p. 32. (330).

Certains sonomètres analyseurs de fréquences peuvent être couplés à des modules pour effectuer de l'intensimétrie, soit des mesures visant à mieux déterminer les niveaux de puissance acoustique d'une ou de plusieurs sources sonores et pour la localisation des sources (section D.1.3).

Dans la norme CSA Z107.56 :F18 (C2022)^A quelques articles réfèrent aux analyses spectrales. C'est ainsi qu'elles permettent d'« obtenir des renseignements sur la contribution des diverses sources de bruit à l'ensemble $L_{ex,T}$ pour aider à déterminer les autres sources qui doivent être contrôlées et jusqu'à quel point. **Il est utile, à cette fin, de recueillir des données par bande d'octave ou de tiers d'octave.** (...) » (source : Introduction 3^e parag., item b, p. 10)^B (NDLR : texte accentué par l'auteur). (Source : Introduction 3^e parag., item b, p. 10; CSA Z107.56 :F18 (C2022). Mesure de l'exposition au bruit, © 2019. Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>).

^A Il n'y a pas de mention sur la portée des analyses spectrales dans la norme CSA Z107.56-F13, 2014.

^B Les articles suivants de la norme CSA Z107.56 : F18 (C2022) recommandent aussi de réaliser des analyses spectrales : art. 4.2 note 1; art. 6.3.1 et 6.3.2.

Les analyses spectrales peuvent orienter une activité de réduction et de correction du bruit. En effet, elles permettent de connaître, de manière plus détaillée, les différentes fréquences composant le bruit d'une source dominante ou des composantes de cette source (156). Ces analyses pourront permettre de sélectionner la solution de réduction du bruit qui sera la plus efficace et orienter la conception/montage de celle-ci.



L'**analyse spectrale**, avec d'autres critères, peut aussi servir à des fins de sélection des protecteurs auditifs pour le bruit (177).

Dans le RSPSAT, il y a plusieurs années, les intervenants ont convenu que l'analyse spectrale n'est généralement pas nécessaire pour l'identification et la hiérarchisation des sources de bruit les plus contributives à l'exposition des travailleurs au bruit (331). Dans le cadre du « Protocole sur le paramétrage des instruments de mesure du bruit » produit par le RSPSAT en 2013 (31), la question des analyses spectrales a, à nouveau, été abordée. Deux ingénieurs spécialisés en acoustique, intervenant davantage dans de petites entreprises, ont partagé leurs pratiques en la matière. Ils ont indiqué utiliser surtout le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A ($L_{eq,t}$) d'une source pour proposer des solutions de réduction du bruit adaptées aux problèmes identifiés dans l'entreprise plutôt que de procéder aussi à une analyse spectrale.

Dans le cadre de leurs interventions auprès des milieux de travail, concentrées dans des PME, ces deux ingénieurs expliquent pourquoi les analyses spectrales leur semblent peu appropriées pour les situations de réduction du bruit le plus souvent rencontrées (31) :

- **Dans les plus petites entreprises** : les employeurs sont principalement intéressés à connaître les solutions de réduction du bruit « plus classiques » pouvant efficacement être implantées par leurs propres ressources (enceinte insonorisante, écrans ou enveloppes acoustiques, matériaux amortissants ou silencieux de sortie d'air comprimé). Pour une majorité des situations, des résultats de mesure par bandes d'octave, ou autre, auraient peu d'influence pour la suite des choses.
- **Dans le cas particulier des enceintes insonorisantes** : les données spectrales pourraient ne pas être nécessaires puisque la sélection des matériaux acoustiques dépend rarement du contenu spectral seul. Par exemple, sélectionner un matériau acoustique plus épais, même si plus coûteux à l'achat (4", plutôt que 1" ou 2"), pourrait améliorer la performance acoustique (dans la zone des basses fréquences) et contribuer à la rigidité d'une structure de soutien, évitant possiblement d'investir pour la renforcer.

Toutefois, une analyse spectrale leur est utile dans certaines situations ou des cas bien spécifiques (31). Des analyses spectrales par bandes d'octave et sans pondération fréquentielle (dBZ) sont alors effectuées :

- Pour sélectionner un silencieux pour un système de ventilation basse pression : les caractéristiques acoustiques de ces dispositifs de réduction du bruit sont généralement disponibles seulement par bandes d'octave et sans pondération (dBZ).
- Pour calculer précisément la réduction du bruit attendue pour une ou des solutions potentielles identifiées, à la demande de l'employeur (31). Les spécifications des matériaux acoustiques sont aussi généralement disponibles seulement par bandes d'octave et sans pondération (dBZ).

D'autres consultants spécialisés pourraient toutefois juger qu'une analyse spectrale est nécessaire dans d'autres situations. C'est ainsi que lorsqu'un l'employeur est déjà engagé dans une démarche de réduction du bruit, des analyses spectrales ponctuelles pourraient être réalisées par des ressources en

acoustique pour les situations les plus bruyantes. Dans un contexte de réponse à une demande d'une entreprise, une analyse spectrale pourrait constituer une première appréciation du travail à faire, en fournissant des données pour des pistes de solutions plus facilement applicables et ce, avant l'implication d'un consultant spécialisé qui poursuivra l'intervention.

Une autre situation concerne l'enregistrement de fichiers sonores du sonomètre analyseur pour qu'un consultant spécialisé traite ultérieurement, en laboratoire, les signaux acoustiques des sources de bruit dominantes à réduire (31). La qualité des enregistrements dépend du niveau de bruit dans le milieu de travail et du choix de réglage des paramètres qui peuvent avoir un effet sur la distorsion sonore (voir tableau 16, sonomètres Larson Davis 831 et Brüel & Kjær 2245).

Pour réaliser des analyses spectrales par bandes d'octave (ou tiers d'octave) :

- Régler l'instrument selon le paramétrage recommandé (tableau 16).
- Si des analyses spectrales par bandes (ou tiers) d'octave sont réalisées, sous réserve de ce qui a été dit plus haut, la pondération fréquentielle A est habituellement retenue, puisque le niveau d'exposition au bruit ($L_{ex,8h}$, $L_{EX,8h}$) est mesuré avec cette pondération (31).

Finalement, il est possible d'avoir une bonne estimation du contenu de la ou des sources de bruit dominantes en basses fréquences, sans passer par une analyse spectrale. Un écart de 10 dB ou plus entre des résultats de niveaux mesurés en dBA avec ceux en dBZ ($L_{eq,t}$ et $L_{Zeq,t}$) est un bon indicateur que la distribution spectrale est plus en basses fréquences (117). Toutefois, ce ne sont pas tous les instruments de mesure disponibles dans le RSPSAT ou dans les ASP qui permettent des mesures simultanées avec deux pondérations fréquentielles^A.

D.1.3 Mesures par intensimétrie acoustique et systèmes d'imagerie acoustique

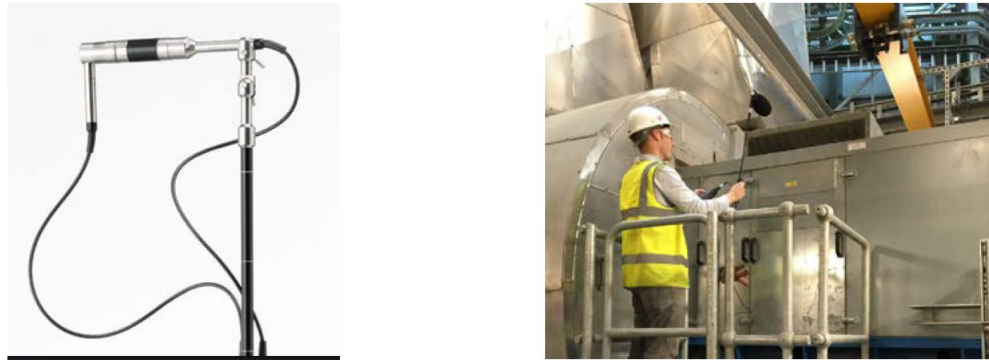
Il existe de nombreuses situations d'environnements bruyants où il est difficile d'identifier, de localiser et de hiérarchiser les sources de bruits (332,333). Dans ces situations, l'utilisation du sonomètre intégrateur à lui seul restreint la mise place de solutions acoustiques au niveau de quelques sources principales. Le recours à des consultants spécialisés sera alors nécessaire pour identifier les sources de bruit et le choix des meilleures solutions de contrôle. Deux types d'approches sont souvent employées pour faire l'identification et la localisation des sources : l'intensimétrie acoustique et les systèmes d'imagerie acoustique.

L'intensimétrie acoustique consiste à faire la mesure de l'intensité acoustique à l'aide d'une sonde intensimétrique qui est composée de deux microphones placés face à face à une certaine distance l'un de l'autre (voir figure 30). Cette sonde peut s'utiliser de manière ponctuelle comme le sonomètre, mais aussi pour numériser par balayage (« scanner ») des surfaces devant des sources de bruit (figure 30). Ces mesures permettent de déterminer, à l'intérieur des surfaces ainsi numérisées, les zones où l'intensité est la plus grande, et donc de savoir d'où provient le bruit. Ces mesures permettent aussi d'obtenir la puissance émise par les sources de bruit. L'intensimétrie acoustique est une des seules méthodes standardisées permettant une évaluation précise de la puissance acoustique de sources. Toutefois, lorsque

^A Par exemple, parmi les instruments disponibles actuellement dans le RSPSAT, les sonomètres Larson Davis modèles LD 831 et LD 824 ainsi que le sonomètre Brüel & Kjær 2250 peuvent réaliser des mesures simultanées. (Source : Service des laboratoires de l'IRSST).

l'environnement est grand et que le nombre de sources est important, l'intensimétrie acoustique peut vite devenir lourde et longue à mettre en œuvre.

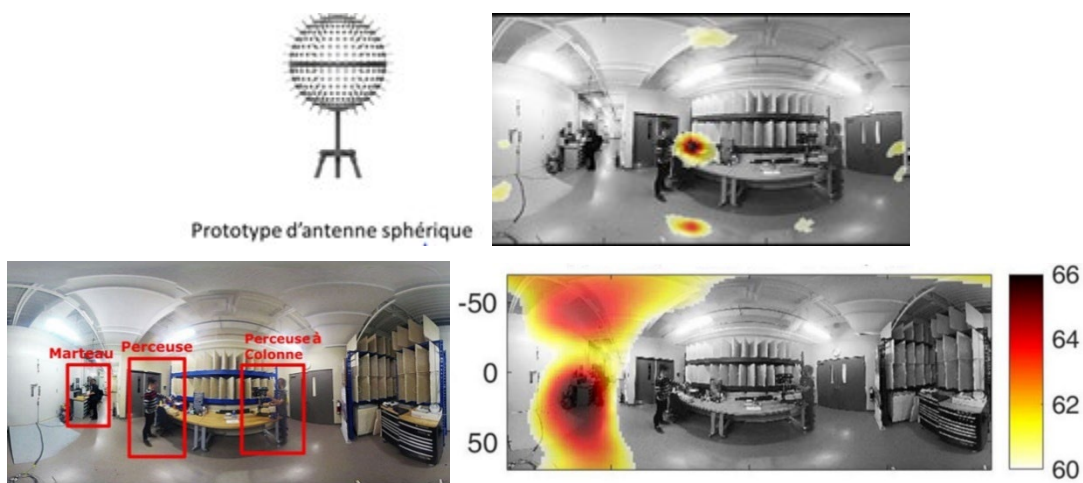
Figure 30 Sonde intensimétrique et son utilisation



Source : IRSST, Hugues Nélisse.

Avec les avancées technologiques en électronique et en informatique, les systèmes d'imagerie acoustique (SIA) gagnent de plus en plus en popularité. Un système d'imagerie acoustique consiste en une antenne, généralement plane ou sphérique, composée de plusieurs microphones, couplée avec une caméra qui permet d'obtenir une cartographie du bruit superposée à une image de l'environnement étudiée. Il devient alors assez facile de localiser les sources de bruit à partir de cette image. L'IRSST est impliquée dans le développement d'un système d'imagerie acoustique sphérique, spécialement adapté pour l'identification de sources en milieu de travail, et doté d'une interface conviviale. Un premier prototype a été développé. Il a été testé en laboratoire dans des conditions contrôlées et en mode réel, dans un atelier avec des outils bruyants dont les spectres d'émission acoustique étaient différents : perceuse, perceuse à colonne et marteau (figure 31).

Figure 31 Exemple d'un prototype d'une caméra acoustique, composée d'une antenne sphérique de microphones (sphère creuse) et d'une caméra optique, utilisée pour une cartographie du bruit dans un atelier



Images : rangée du haut : Padois, 2022 (333), rangée du bas : p. 54 et 59 de IRSST (Padois 2019) (332).

Les systèmes d'intensimétrie et d'imagerie acoustique demandent, pour l'instant, une expertise importante ou encore le recours à des consultants spécialisés. Des travaux sont toutefois en cours pour rendre leur utilisation plus simple via le développement d'interfaces plus conviviales et de procédures de mesures et d'analyse simplifiées. On peut donc s'attendre à voir de plus en plus ce genre de système de mesure dans les milieux de travail dans le futur.

D.1.4 Acoustique prévisionnelle

Cette technique permet de prédire les niveaux de bruit et les réductions de bruit obtenues par des traitements acoustiques dans les locaux industriels ou sur certaines machines (334). Elle est principalement utilisée par des consultants ou firmes spécialisées en acoustique ou dans le domaine de la recherche.

Cette approche simule sur ordinateur la propagation du bruit dans un local, département, atelier, etc. afin de prévoir les niveaux sonores aux différents postes de travail. Elle peut utiliser les niveaux sonores émis (intensité) ou les données de puissance acoustique de chaque machine ou équipement bruyant afin de prédire les possibilités de réduction du bruit (p. ex. les traitements acoustiques à appliquer) et l'effet sur l'exposition des travailleurs concernés. Elle permet aussi de définir la solution d'insonorisation la mieux adaptée au moment de la construction ou d'un réaménagement (335). Les résultats sont illustrés sous forme de cartes de bruit détaillées (figure 32).

Au Québec, le logiciel OUIE 2000^A peut aider à simuler divers traitements acoustiques, à réaliser des cartes de bruit des locaux analysés en milieu de travail et à estimer l'impact sonore de différentes sources de bruit dans les locaux analysés (336). Ce logiciel spécialisé a, par exemple, été employé dans l'étude sur la réduction du bruit dans les centres de la petite enfance (337). Son utilisation sur une base plus large n'a pas été documentée. Quant aux outils existants de modélisation pour des problèmes de bruit impulsionnel, ils sont surtout utilisés par les chercheurs en acoustique (338).

Figure 32 Exemple de cartes de modélisation du bruit produites à partir de simulations

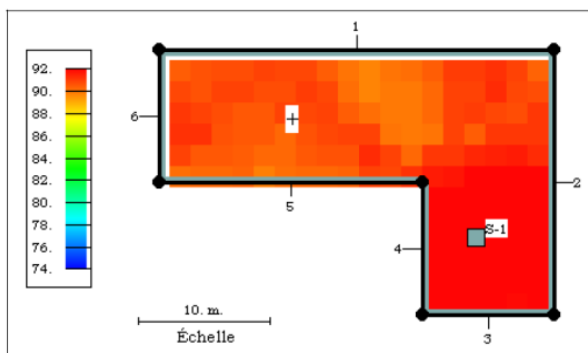


Figure 14 Isophone du cas de référence (ex. : situation d'origine)

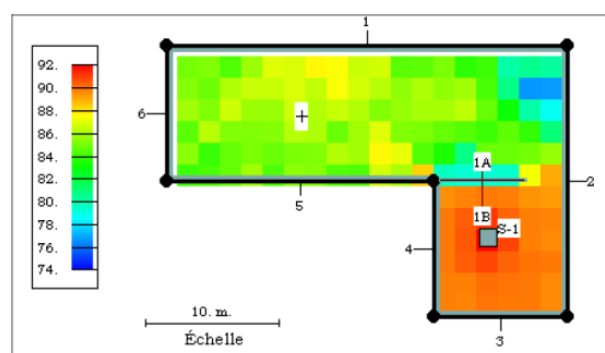


Figure 15 Isophone avec écran absorbant

Source : IRSST, 2001, p. 18 (336).

^A Développé au Québec par Soft dB Inc, ce logiciel aussi dénommé RAP-ONE II (*Room Acoustics Prediction Software*) est considéré comme un logiciel d'acoustique prévisionnelle.

D.2 Mesurer l'efficacité des solutions ou moyens de réduction et de correction implantés

Mesurage lié aux sources de bruit qui ont fait l'objet d'une réduction et d'une correction

- À la suite de l'implantation d'une ou de solutions de réduction du bruit à un poste de travail spécifique :
 - Prévoir des mesures sonométriques de contrôle (voir section D.1);
 - Réaliser ou refaire – lorsqu'une évaluation approfondie a été faite <AVANT> - des mesures du niveau d'exposition quotidienne des travailleurs et du niveau de pression acoustique de crête, selon le cas (ex. : mesures dosimétriques);
 - Une évaluation préliminaire permet une estimation de la nouvelle exposition et de l'efficacité des solutions de réduction et de correction implantées.
- Lorsque des mesures de l'exposition au bruit ont été aussi réalisées avant l'implantation des solutions de réduction et de correction, on parle d'évaluation de type « avant-après ».



ENCADRÉ n° 15 - Évaluation de type « avant-après » - IMPORTANT

Pour procéder à des mesures de type « avant-après », utiliser idéalement le même instrument de mesure (même numéro de série ou d'inventaire IRSST, selon le cas). Les points de mesure (positionnement du microphone à l'emplacement ou aux emplacements du travailleur), « avant-après » correction, doivent être exactement au même endroit et sans autre interférence physique que la correction elle-même (p. ex. lorsqu'il s'agit d'une enceinte insonorisée ou d'un écran). Aussi, tous les autres paramètres dont ceux de la production doivent être égaux (Fortier 2016, p. 19) (219,325).

À noter aussi que mesurer le niveau de pression acoustique continu équivalent ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$), ou le niveau de pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeak}$) associés aux sources de bruit, aux positions normalement occupées par les travailleurs, pendant les modifications ou en cours de réduction, peut aider à guider les changements. Cela exige aussi que les points de mesure (positionnement du microphone) doivent être exactement au même endroit et sans autre interférence physique que la correction envisagée elle-même.

L'efficacité des actions de réduction du bruit, des modifications, des correctifs doit être vérifiée (31). Lorsque des moyens préventifs sont implantés pour réduire et corriger le bruit, afin d'en vérifier les effets (efficacité), il est important d'évaluer l'exposition des travailleurs concernés. Le règlement prévoit qu'une évaluation approfondie est nécessaire (RSST : art. 138, paragr. 2^o et art. 139) une fois la mise en œuvre complétée de tous les moyens. Elle sert à préciser si les modifications et correctifs permettent de respecter les VLE [encadré n° 16]. En dehors d'une application réglementaire, minimalement une évaluation préliminaire doit être réalisée pour estimer l'efficacité des moyens implantés.

ENCADRÉ n° 16 - Évaluation après la mise en place de moyens de réduction et de correction

138. (RSST) L'employeur doit mesurer, conformément à la présente sous-section, le niveau d'exposition quotidienne au bruit et celui de la pression acoustique de crête lorsque :

1° [...]

2° la mise en œuvre de l'ensemble des moyens raisonnables est complétée.

Le mesurage doit être effectué dans les 30 jours de la fin du délai prévu pour l'identification d'un moyen raisonnable ou de la date où la mise en œuvre de celui-ci est complétée, selon le cas.

139. (RSST) Le mesurage du niveau d'exposition quotidienne au bruit et celui de la pression acoustique de crête doivent être effectués **en considérant les recommandations contenues** dans la norme Acoustique – Détermination de l'exposition au bruit en milieu de travail – Méthode d'expertise, ISO 9612:2009(F), ou dans la norme Mesure de l'exposition au bruit, CSA Z107.56-13, 2014. [...].

Pour mesurer les effets (efficacité) des mesures de réduction et de correction, il y a lieu de :

- Mesurer à nouveau le niveau de pression acoustique continu équivalent ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$) et le niveau de pression acoustique de crête, selon le cas ($L_{p,Cpeak}$) associés à cette ou ces sources ciblées par la ou les solutions de réduction du bruit (machine, équipement, procédé, etc.).
- Lorsqu'une évaluation approfondie est réalisée :
 - Les résultats obtenus du niveau d'exposition quotidienne au bruit et du niveau de pression acoustique de crête maximal ($L_{p,Cpeakmax}$), selon le cas, permettront de vérifier si ceux-ci ont diminué en deçà des VLE ou ont atteint les niveaux d'actions préventives;
 - Les résultats d'une évaluation de type avant-après rendront possible la quantification de la réduction de l'exposition consécutive à l'implantation des moyens de réduction et de correction.
- Lorsqu'une évaluation préliminaire est réalisée, une estimation de la nouvelle exposition et de l'efficacité des moyens de réduction et de correction implantés est alors possible.



Aucun critère d'une diminution significative de l'exposition au bruit n'a été recensé dans la littérature scientifique (p. ex. réduction de « x » décibels)^A. Cependant, selon l'expérience des ressources spécialisées consultées, **une réduction significative de l'exposition au bruit pour les $L_{ex,8h}$ ($L_{EX,8h}$) et $L_{p,Cpeakmax}$ serait obtenue lorsque celle-ci sera supérieure à 3 dBA ou 3 dBC^B, soit minimalement supérieure à l'erreur de mesure prise en compte dans les évaluations d'exposition et seulement si les conditions de mesures sont identiques avant et après l'implantation des solutions^C.** (Voir ci-haut dans cette section, l'encadré n° 15 IMPORTANT).

^A La revue Cochrane sur les interventions pour prévenir les effets du bruit sur l'audition (181) fait état de 12 études de cas décrivant 107 interventions qui ont toutes montré l'efficacité d'une réduction des niveaux de bruit ou de l'exposition à l'aide de moyens techniques, mais sans préciser de critère d'une réduction significative. Les cas retenus dans cette revue systématique montraient des réductions variant entre 3 et 30 dBA. Cependant, de meilleures preuves de l'efficacité des moyens ou changements implantés sont nécessaires comparativement à ce qui est actuellement disponible, selon les auteurs de cette étude. Ils soulignent notamment la nécessité d'un suivi à plus long terme pour s'assurer de la pérennité des réductions de l'exposition (Tikka et coll., 2017, p. 42).

^B Une diminution de 3 dBA réduit de moitié l'énergie sonore et une réduction de 3 dBC réduit de moitié le niveau de pression acoustique de crête auxquels sont exposés les travailleurs.

^C À titre d'exemple, une seule réduction inférieure à 3 dBA est rapportée dans le rapport d'évaluation du projet pilote dans les scieries qui visait la réduction de l'exposition des travailleurs dans ces entreprises. Les autres situations décrites dans le rapport dépassent 3,5 dBA (339).



MÊME LES FAIBLES RÉDUCTIONS SONT IMPORTANTES, NOTAMMENT LORSQUE LE NIVEAU D'EXPOSITION EST TRÈS ÉLEVÉ. De plus, dans une démarche de réduction et de correction, la mise en place de plusieurs mesures donnant une faible réduction de l'exposition peut permettre, au final, d'atteindre une réduction appréciable^A.

Mis à part les évaluations de l'exposition (section C.3) ou de type « avant-après » traitées dans la présente section, il est aussi recommandé de s'assurer que les moyens de réduction et de correction implantés demeurent efficaces :

- « ...contrôler sur une base annuelle (...) : les contrôles techniques ou administratifs et les documents de justification des décisions » (art. 11.1 d, CSA Z1007:F22. Gestion du programme de prévention de la perte auditive (PPPA). © 2022, Association canadienne de normalisation) (157); (*"monitored on an annual basis (...) engineering or administrative controls"*) (art. 11.1 d, CSA Z1007:22. Hearing loss prevention program (HLPP) management. © 2022, Canadian Standards Association (340). Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>).
- La durabilité des moyens mis en place a d'ailleurs été rappelée dans l'analyse d'impact déposée lors de la prépublication des modifications réglementaires relatives au bruit : « S'assurer que les moyens de suppression du bruit à la source ou de réduction de l'exposition au bruit demeurent efficaces » (CNESST, 2019, p. 7) (341).
- À part via le mesurage, la qualité d'une solution peut être vérifiée lors d'une inspection visuelle pour constater des déficiences dans son application ou son installation (p. ex. une ouverture, un trou dans une des cloisons d'une enceinte insonorisante, des problèmes d'entretien, etc.). Le principe d'un fonctionnement optimal des machines et équipements est d'ailleurs reconnu comme un aspect important en SST^B.

D.3 Conservation des informations relatives aux moyens préventifs implantés et aux évaluations de leur efficacité

Il est recommandé d'enregistrer et de conserver les informations sur les moyens de réduction et de correction implantés ainsi que les rapports d'évaluation (voir section D.2) précisant si l'exposition des travailleurs au bruit est maintenant en deçà des VLE (176) et atteint idéalement les niveaux d'actions préventives. Cela inclut toutes les dates associées à ces informations (début et fin) et s'applique aux établissements et chantiers de construction.

À noter que ces données comptent parmi les résultats les plus importants à conserver. Il est recommandé de conserver les informations sur les moyens préventifs implantés et les rapports d'évaluation dans le programme de prévention ou dans un registre [encadré n° 17] comme le prévoit la réglementation (RSST : art. 141.5, paragr. 2^o et paragr. 3^o; CSTC : art. 2.21.14, paragr. 2^o et 3^o). Comme bonne pratique, il est également recommandé de conserver toute information relative aux moyens de réduction et de

^A Une disposition du RSST va dans le même sens : « ...l'employeur doit mettre en œuvre tous les moyens raisonnables qu'il a identifiés, même si ceux-ci ne permettent pas de réduire le bruit suffisamment pour respecter les valeurs limites d'exposition. » (Art. 135).

^B « 5. État de fonctionnement des équipements : Tout équipement utilisé ou installé dans un établissement aux fins [...] d'assurer des conditions sonores [...] conformes aux exigences du présent règlement doit toujours être en état de fonctionnement et doit fonctionner de façon optimale pendant les heures d'exploitation de l'établissement de manière à assurer le rendement pour lequel il a été conçu. » (RSST, c. S-2.1, r. 13; art. 5).

correction implantés (p. ex. facture d'achat de matériaux acoustiques ou d'outils reconnus moins bruyants).

Pour les **établissements**, ces informations doivent être conservées pour une période minimale de 10 ans comme prévu dans la réglementation (RSST : art. 141.5). Cela équivaut à la recommandation de la norme CSA Z1007:F22 (art. 11.1 d) (157).

Dans le cas des **chantiers de construction**, la réglementation prévoit que les informations sur les moyens de réduction et de correction soient conservées jusqu'à la fermeture de chaque chantier et que les rapports de mesurage le soient pendant 10 ans (CSTC : art. 2.21.14; voir encadré n° 18). Comme bonne pratique, la norme CSA Z1007:F22 recommande de conserver les informations sur les moyens de réduction et de correction et les rapports de mesurage pendant au moins 10 ans (CSA Z1007:F22, art. 11.1 d) (157).



Les informations et rapports doivent être à la disposition du comité de santé et de sécurité (CSS) et, selon le cas, du représentant en santé et en sécurité (RSS), de l'agent de liaison en santé et en sécurité (ALSS), en plus d'être rendus disponibles, sur demande, notamment à la CNESST et au médecin responsable des services de santé de l'établissement (du RSPSAT) ou au médecin chargé de la santé au travail^A (RSST : art.141.5; CSTC : art. 2.21.14^B).

ENCADRÉ n° 17 – Conservation des informations sur les moyens préventifs appliqués et sur le mesurage associé

141.5. (RSST) « L'employeur doit inclure et maintenir à jour dans le programme de prévention, ou à défaut dans un registre, les inscriptions et les documents suivants :

[...]

2° les moyens raisonnables réalisés et la date du début et de la fin de leur mise en œuvre;

3° les rapports de mesurage.

L'employeur doit conserver ces informations durant une période minimale de 10 ans. Il doit de plus les mettre à la disposition de la Commission, des travailleurs et de leurs représentants, du représentant à la prévention, du comité de santé et de sécurité et du médecin responsable qui œuvrent dans son établissement. ».

2.21.14. (CSTC) « L'employeur doit inclure et maintenir à jour dans le programme de prévention, ou à défaut dans un registre, les inscriptions et les documents suivants :

[...]

2° les moyens raisonnables mis en œuvre;

3° les rapports de mesurage effectué en vertu de l'article 2.21.8, le cas échéant.

L'employeur doit conserver les rapports de mesurage prévus au premier alinéa durant une période de 10 ans. Il doit conserver les autres informations jusqu'à la fermeture du chantier. Il doit de plus les mettre à la disposition de la Commission, des travailleurs et de leurs représentants, du représentant à la prévention et du comité de santé et de sécurité. ».

^A À la date ou aux dates fixées par le gouvernement, la notion de médecin chargé de la santé au travail remplacera celle de médecin responsable.

^B La notion de médecin chargé de la santé au travail ou de médecin responsable ne s'applique pas dans le cas des chantiers de construction.

Ces données viendront s'ajouter aux résultats de l'identification des situations susceptibles de dépasser les VLE (voir section B.1.7) et aux rapports de mesurage (voir section C.3.7.3).



L'annexe 13 contient une **liste de vérification** des principales étapes à réaliser pour l'identification et le mesurage de l'exposition au bruit.

E Ressources à l'intention des milieux de travail

Cette section présente une vue d'ensemble du rôle de certaines ressources :

- Rôle des travailleurs et de leurs représentants.
- Rôle de l'employeur.
- Soutien externe :
 - Organismes reconnus par la LSST : CNESST, RSPSAT, ASP, etc.;
 - Autres organismes ou entreprises impliqués en santé-sécurité : mutuelles de prévention, consultants, associations syndicales, associations patronales, etc.).

E.1 Responsabilités dans l'identification et la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit

Tableau 17 Résumé des étapes d'identification et de mesure de l'exposition selon les activités possibles et les ressources potentielles (voir sections B et C)

Étapes	Responsable	Activités possibles	Notes	Ressources
Identification des situations de travail susceptibles de dépasser ou dépassant les VLE (ou les niveaux d'actions préventives)	Employeur	• Former ou désigner une ressource pour l'identification des situations de travail. • Données d'exposition antérieures (si admissibles). • Test de la voix. • Base de données de référence. • Évaluation préliminaire.	Une évaluation approfondie n'est pas nécessaire à la suite de l'identification en privilégiant l'étape des moyens pour réduire et corriger le bruit et l'exposition des travailleurs.	Comité de santé et de sécurité (CSS). Représentant en santé-sécurité (RSS). Agent de liaison en santé et en sécurité (ALSS). Équipes de santé au travail du RSPSAT ou du personnel de votre ASP.
	Travailleurs Contremaîtres Chefs d'équipe	• Participer au « test de la voix ».		CSS, RSS ou ALSS
Identification des principales sources de bruit	Employeur	• Collecter les connaissances du milieu de travail possédées par le personnel de l'établissement. • Évaluation préliminaire. • Bases de données sur les émissions de bruit des outils, machines ou équipements.		CSS, RSS ou ALSS

Tableau 17 Résumé des étapes d'identification et de mesure de l'exposition selon les activités possibles et les ressources potentielles (voir sections B et C) (suite)

Étapes	Responsable	Activités possibles	Notes	Ressources
Évaluation de l'exposition au bruit	Employeur	- Mesurer ou faire effectuer l'évaluation de l'exposition au bruit (niveaux d'exposition quotidienne et de pression acoustique de crête), en considérant les normes, par les personnes désignées à l'aide d'un sonomètre intégrateur ou d'un dosimètre. - Suivre les consignes présentées dans ce guide. - Se faire accompagner au besoin par des ressources externes comme celles du RSPSAT, d'une ASP ou d'une mutuelle de prévention ou recourir aux services de consultants offrant un tel service.	L'utilisation d'instruments de mesure récents permet aux entreprises de réaliser des mesures de bruit et d'exercer une surveillance et un contrôle efficace du bruit dans leur milieu, à la condition de maîtriser les règles de l'art dans le domaine et qui sont fournies dans le présent guide.	Location auprès de l'IRSST, de firmes de location de matériel en SST (outils, instruments de mesure). Emprunt (valider les possibilités auprès des équipes de santé au travail du RSPSAT ou du personnel de votre ASP).
Identification des solutions de réduction du bruit	Employeur	- Identification des principales sources de bruit. - Identification des solutions de réduction du bruit en lien avec le CSS, le RSS, l'ALSS et les travailleurs concernés. - Validation par des spécialistes au besoin.		CSS, RSS ou ALSS Équipes de santé au travail du RSPSAT ou du personnel de votre ASP. Spécialistes au besoin
Mise en œuvre des solutions de réduction du bruit	Employeur			Spécialistes au besoin Personnel de l'établissement
Mesurage pour contrôler l'efficacité des changements effectués	Employeur	Similaire à l'étape « Évaluation de l'exposition au bruit ».		Voir dans ce tableau : « Évaluation de l'exposition au bruit »
Affichage des données de l'identification et des mesurages pour l'évaluation approfondie	Employeur	Afficher ou diffuser les données provenant l'identification et des mesurages (recommandé, non obligatoire, sauf résultats des mesurages de l'évaluation approfondie).	Identification : mesures antérieures, test de la voix, bases de données, évaluation préliminaire. Évaluation approfondie : résultats des mesurages.	CSS, RSS ou ALSS
Conservation des rapports de mesurage, des actions prises pour réduire l'exposition	Employeur	S'assurer du suivi via le programme de prévention ou, à défaut, le registre obligatoire.		CSS, RSS ou ALSS

Il est possible d'envisager de recourir à certains services dispensés dans le cadre de la LSST et de la Loi modernisant le régime de santé et de sécurité au travail (LMRSST) (LQ 2021, c. 27) (340) comme ceux du RSPSAT ou des ASP (voir ci-dessous, section E.2).

De même, d'autres ressources externes offrent des services pouvant aller de la mesure de l'exposition jusqu'à la mise en place de solutions de réduction ou de contrôle du bruit. C'est pourquoi il importe de préciser le besoin. Il serait possible d'établir divers critères de choix de cette ressource : le type de service recherché, la connaissance des activités de votre secteur, etc. La qualité de préparation d'une demande aidera à sélectionner une ressource adéquate (voir section E-3).

E.2 Qui fait quoi dans la lutte contre le bruit en milieu de travail?

Tableau 18 Organismes et certains de leurs services en lien avec le bruit

Organisme	Services	Notes	Ressources
Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST)	- Promotion : mobiliser tous les milieux de travail à la cause de la santé et la sécurité du travail et à la nécessité d'agir (Notes : 1 et 2). - Partenariats : mobiliser l'ensemble de ses partenaires dans le domaine de la prévention (Notes : 1 et 2). - Surveillance : soutenir le développement d'une culture de prévention durable et de susciter la prise en charge par les milieux de travail (Notes : 3).	(Note 1) Activités de sensibilisation, d'information sur la prévention. (Note 2) Outils (guides et publications) destinés aux milieux de travail. (Note 3) Inspections des milieux de travail et soutien sur les exigences relatives au bruit.	Agents de relations clients Conseillers en prévention-inspection Inspecteurs
Équipes de santé au travail (Réseau de santé publique en santé au travail - RSPSAT)	- Identification du risque. - Évaluation approfondie de l'exposition au bruit. - Identification et mesure des sources de bruit. - Expertise en santé : information et sensibilisation sur les effets du bruit sur la santé et la sécurité. - Informations et recommandations sur les moyens de prévention (hiérarchie) : réduction du bruit et solutions applicables. - Suivi d'implantation de solutions. - Assistance-conseil pour le mesurage lorsque c'est pris en charge par l'employeur. - Services d'information et de soutien sur l'implantation d'un programme de protection auditive, incluant soutien pour la sélection de protecteurs auditifs. - Offre d'examen auditifs à des travailleurs ciblés.	- Services couverts par la cotisation à la CNESST offerts à tous les établissements ou chantiers, employeurs et travailleurs. - Élaborer des programmes de santé sur demande du MSSS. - Sur demande d'un employeur, de la CNESST ou du directeur de santé publique, élaborer et mettre en application des éléments de santé du programme de prévention ou du plan d'action. - Selon les ressources disponibles, répondre aux demandes de soutien des milieux de travail.	Techniciens en hygiène du travail Hygiénistes du travail Infirmières Médecins-conseils Médecin chargé de la santé au travail (à compter de 2025)

^a Le terme surveillance employé par la CNESST diffère de celui de surveillance de l'état de santé de la population utilisé en santé publique.

Tableau 18 Organismes et certains de leurs services en lien avec le bruit (suite)

Organisme	Services	Notes	Ressources
Institut national de santé publique du Québec (INSPQ)	• Activités de formation sur la prévention (ex. : webinaires, Journées annuelles de santé publique). • Guides, avis, portraits de surveillance, outils, études et publications spécialisées relativement au bruit, à ses effets sur la santé et la sécurité ainsi que sur l'exposition des travailleurs.	• En soutien aux besoins du MSSS, du RSPSAT et de partenaires.	Conseillers scientifiques Médecins-conseils
Associations sectorielles paritaires (ASP) Note : les ressources et les services offerts peuvent varier selon l'ASP	• Identification du risque. • Évaluation approfondie de l'exposition au bruit et mesure des sources de bruit. • Assistance technique, conseils et suivi sur la recherche de solutions pour des problèmes de bruit. • Assistance-conseil pour le mesurage lorsque c'est pris en charge par l'employeur. • Conseils pour la mise en place de correctifs requis par la CNESST. • Soutien pour la sélection d'équipements de protection individuelle.	• Accompagner dans la démarche de développement et de mise en œuvre du programme de prévention. • Services gratuits aux établissements couverts par l'ASP; des coûts peuvent s'appliquer pour certaines activités.	Conseillers Ingénieurs Hygiénistes du travail
Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSST)	• Recherche et développement en contrôle du bruit, sur la protection auditive, les signaux sonores, avertisseurs de danger en milieux de travail, les vibrations. • Prêt, étalonnage et réparation d'instruments de mesure. • Rapports de recherche, guides, outils et produits de valorisation.	• Prêt d'instruments de mesure (service payant).	Ingénieurs en acoustique Chercheurs
Mutuelles de prévention (Note : les ressources et les services offerts peuvent varier d'une mutuelle à l'autre)	• Évaluation approfondie de l'exposition au bruit et mesure des sources de bruit. • Réaliser des cartes de bruit. • Recommander des solutions pour contrôler le bruit. • Recommandations de solutions et suivi d'implantation. • Séances d'information ou de sensibilisation.	• Services payants.	Conseillers Hygiénistes du travail

E.3 Recours à des ressources externes (firmes spécialisées, consultants dans le domaine)

E.3.1 Louer des instruments de mesure (sonomètre, dosimètre, source sonore d'étalonnage)

Des entreprises (centres) de location de matériel en santé-sécurité au travail (outils, équipements scientifiques) louent certains instruments de mesure de l'exposition au bruit.

De plus, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSST) offre la possibilité d'emprunter des instruments de mesure moyennant certains coûts. Divers instruments de mesure du bruit et accessoires sont disponibles (source sonore d'étalonnage, dosimètre de bruit, ordinateur portable et logiciel pour dosimètre et sonomètre intégrateur). Les tarifs de location sont fixés pour une journée, cinq jours ouvrables ou 30 jours civils. La liste de ces tarifs (p. ex. la plus récente au moment de la publication du guide : novembre 2023) peut facilement être trouvée à partir des mots-clés suivants dans un moteur de recherche sur Internet : « irsst prix services labo » (voir la section « acoustique »). Le document précise également les modalités d'inscription et d'emprunt auprès de la direction des laboratoires ainsi que les coordonnées des personnes-ressources.

E.3.2 Recours aux services d'une firme spécialisée

Si un établissement ou chantier choisit de se faire accompagner ou de confier la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit à une firme spécialisée dans le domaine, voici quelques points importants pour guider sa démarche. Cela concerne les exigences à respecter pour obtenir les informations nécessaires sur l'exposition au bruit des travailleurs (niveaux d'exposition quotidienne et de pression acoustique de crête), et aussi des éléments relatifs aux recommandations de moyens de réduction et de correction et aux rapports à fournir.

Quelques points principaux :

- Les types de firmes qui peuvent offrir des services de mesure d'exposition au bruit ou de contrôle du bruit en milieu de travail (pour plus de détails, voir annexe 14) :
 - Firmes spécialisées en acoustique;
 - Firmes ou consultants en hygiène du travail;
 - Firmes de génie-conseil.



Que devrait contenir un devis pour une demande de services pour un mesurage?

Comment est-il possible de s'assurer qu'une soumission fasse en sorte que les résultats des mesures du niveau d'exposition des travailleurs au bruit et du niveau de pression acoustique de crête répondent aux exigences réglementaires?

Voici les éléments à considérer :

Mesure du niveau d'exposition quotidienne au bruit et du niveau de pression acoustique de crête (évaluation quantitative) :

- L'établissement ou le chantier doit préciser ses besoins :
 - Présentation de l'entreprise : décrire sommairement les activités de votre entreprise, le nombre de travailleurs;
 - Contexte de la demande;
 - Historique des actions de l'entreprise sur le bruit (le cas échéant);
 - Objectif : niveaux d'exposition quotidienne au bruit et niveaux de pression acoustique de crête;
 - Baliser les attentes en fonction des résultats attendus;
 - Connaissance des activités ou procédés de votre établissement ou chantier;
 - Préciser le nombre estimé de travailleurs visés par le mesurage;
 - Une visite préalable du fournisseur devrait permettre de préciser la nature et l'ampleur de l'offre de services;
- L'offre devrait considérer les normes de mesurage précisées dans les règlements québécois et comporter une mention indiquant que la firme se conforme aux exigences réglementaires : choix de l'instrumentation, son paramétrage, réglage et étalonnage, méthode et stratégie d'échantillonnage pour la mesure du niveau d'exposition quotidienne et du niveau de pression acoustique de crête, analyse et traitement des résultats.
- L'offre devrait donc préciser la stratégie d'échantillonnage utilisée. C'est le fondement de la qualité d'une démarche : sélection des postes, choix en fonction de groupe de travailleurs, variabilité des résultats, durée des mesures, etc.
 - Cela permettra de fixer le nombre d'heures totales sur les lieux de travail (durée réelle d'échantillonnage ou de mesurage).
- Préciser les moyens de réduction et de correction du bruit, les processus ou procédés à l'origine du dépassement des VLE.
- Identifier les moyens de réduction et de correction du bruit existants et en vérifier l'efficacité.
- Identifier les moyens de réduction et de correction du bruit qui peuvent être mis en place (recommandations).
- Rapport de mesure détaillé (pour un exemple de contenu suggéré, voir l'annexe 12 section A ainsi que les sections C.3.6.3 et C.3.7).

Conclusion

La mise en vigueur d'une nouvelle réglementation relative à l'exposition des travailleurs au bruit au Québec ainsi que l'application de nouvelles normes pour la mesure de cette exposition a fourni l'occasion de revoir différents aspects relatifs à l'identification et au mesurage du bruit, un facteur de risque encore très présent dans les milieux de travail québécois.

La revue de la littérature technique montre que l'évaluation de l'exposition au bruit, à l'aide d'une approche graduée utilisant divers outils, moyens ou instruments de mesure, fait partie des pratiques dans le domaine.

L'identification et le mesurage sont au cœur d'une démarche dont l'essentiel doit être réservé aux actions préventives. Sur la base de l'expérience des autres pays ou provinces, l'élaboration d'un guide de pratique sur ces deux éléments et son application devraient permettre l'obtention de résultats permettant de juger du risque d'atteinte à l'audition. L'appréciation du risque sera davantage optimale si l'atteinte de niveaux d'actions préventives est visée et non pas uniquement le dépassement ou non des VLE établies dans les règlements (RSST et CSTC).

Un guide contenant deux volets avec des outils d'identification simples et qui présente aussi les bases plus complexes des évaluations approfondies, est apparu comme un besoin. Il vise à répondre au plus large groupe possible de ressources en santé-sécurité du travail comme outil de référence pour l'évaluation de l'exposition au bruit en milieu de travail, tout en faisant le point sur les effets avérés du bruit et les niveaux nocifs pour l'audition. En effet, les bénéfices d'une réduction du bruit sont tels qu'ils contribueront à maintenir des travailleurs actifs socialement pendant leur vie professionnelle et leur retraite, en plus d'éviter des troubles cognitifs associés à la perte auditive.

La référence à un guide pourra contribuer à des pratiques comparables entre les personnes qui réalisent les mesures d'exposition au bruit et assurer une meilleure équité à l'égard des travailleurs et de tous les milieux de travail. Il contribuera à informer toutes les parties prenantes, associées aux milieux de travail, sur les meilleures pratiques à l'égard de l'identification et du mesurage en vue du choix de mesures préventives les mieux adaptées à la situation et les plus efficaces.

Bien apprécier, estimer et évaluer, lorsque nécessaire, l'exposition des travailleurs au bruit et l'efficacité des moyens implantés est une activité incontournable^A (342). Car, une fois ces étapes initiales franchies, les actions qui suivront seront les plus importantes pour les travailleurs dont les situations de travail présentent un risque pour leur audition.

^A « In addition, surveillance of workplace noise exposure is vital to prevention of NIHL because it can identify the most problematic industries, occupations and tasks and because it can be used to evaluate the effectiveness of intervention activities. » (Laird, 2011, p. 27) (342).

Bibliographie

1. Office québécois de la langue française [page Web]. Pratiques d'excellence (Grand dictionnaire terminologique); 2021. <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8362275/pratiques-dexcellence>
2. Washington State Department of Health. Best Practices [page Web]. 2023. <https://doh.wa.gov/public-health-healthcare-providers/healthcare-professions-and-facilities/best-practices>
3. Fortier P. Les manifestations et les conséquences du bruit sur la santé, la sécurité et le bien-être des travailleurs. (Document présenté aux membres du comité provincial CSST-Réseau du PII bruit dans les scieries). [Longueuil] : Direction de santé publique, Régie régionale de la santé et des services sociaux de la Montérégie; 1998. 8 p.
4. Ordre des orthophonistes et audiologistes du Québec (OOAQ). La perte auditive chez les enfants Définition de dBHL [page Web]. 2023. <https://www.ooaq.qc.ca/consulter/audiologiste/sante-auditive-enfants/perde-auditive/>
5. Ouellet C, Bouffard S, Boudreault D, Lord J, (Groupe de travail sur l'élaboration de...). Fiches de référence de notions en hygiène pour une mise à niveau provinciale, Recueil. [s.l.] : Regroupement provincial des hygiénistes du travail (RPHT); 2015. 40 p.
6. International Organization for Standardization (ISO). ISO 9612 :2009(F) - Acoustique — Détermination de l'exposition au bruit en milieu de travail — Méthode d'expertise. Genève : ISO; 2009. 44 p.
7. Lavoué J, Mater G, Sauvé JF, Ouellet C. Chapitre 16 - Enquête approfondie en hygiène du travail : évaluation et interprétation des données. Dans : AQHSST, Roberge B, Nadon G, Gagné C, Sirois É, rédacteurs. Hygiène du travail - Du diagnostic à la maîtrise des facteurs de risque. 2e édition. Montréal : TC Média Livres/Modulo; 2021. p. 405-54.
8. Groupe CSA. Z107.56: F18 (confirmée 2022) - Mesure de l'exposition au bruit. 5e éd. Toronto (ON) : Groupe CSA [Association canadienne de normalisation]; 2019. 52 p.
9. Groupe CSA. Z107.56-F13 - Mesure de l'exposition au bruit. 4e éd. Mississauga (ON) : Groupe CSA [Association canadienne de normalisation]; 2014. 54 p.
10. Magee L, Pels A, Helewa M, Rey E, von Dadelszen P. Diagnostic, évaluation et prise en charge des troubles hypertensifs de la grossesse : résumé directif (Directive clinique de la SOGC, no 307, mai 2014). J Obstet Gynaecol Can. 2016; 38 (12S) : S426-52.
11. Gouvernement du Québec. Décret 781-2021 - 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. Gazette officielle du Québec. 2 juin 2021; 153e année (24) :2722-2733.
12. Teixeira LR, Pega F, de Abreu W, de Almeida MS, de Andrade CAF, Azevedo TM, et coll. The prevalence of occupational exposure to noise : A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. Environ Int. Sept. 2021; 154 : 106380.

13. Martin R, Deshaies P, Poulin M. Avis sur une politique québécoise de lutte au bruit environnemental : pour des environnements sonores sains. Avis scientifique. [Montréal] : Institut national de santé publique du Québec; 2015. 239 p. <https://www.inspq.qc.ca/publications/2048>
14. World Health Organization (WHO), Chadha S, Cieza A. World Report on Hearing. Geneva : WHO, Department of Noncommunicable Diseases; 2022, 111 p. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1334317/retrieve>
15. Masterson EA, Bushnell PT, Themann CL, Morata TC. Hearing Impairment Among Noise-Exposed Workers - United States, 2003-2012. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 22 avr. 2016; 65 (15) : 389-94.
16. Nelson D.I., Nelson R.Y., Concha-Barrientos M., Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. Am J Ind Med. 2005; 48 (6) : 446-58.
17. Dobie RA. Economic compensation for hearing loss. Occupational medicine : state of the art reviews (Philadelphia, Pa). Sept. 1995; 10 (3) : 663-8.
18. Lebeau M, Duguay P, Boucher A. Les coûts des lésions professionnelles au Québec, 2005-2007 (version révisée). Montréal : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST); 2014. 48 p. (Études et recherches : R-769). <https://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/100689/n/les-couts-des-lesions-professionnelles-au-quebec-2005-2007-r-769>
19. Gouvernement du Québec, Institut de la statistique du Québec. Fichier maître de l'Enquête québécoise sur la santé de la population (EQSP), cycle 2020-2021. Rapport de l'onglet Plan national de surveillance produit par l'Infocentre de santé publique à l'Institut national de santé publique du Québec, le 10 janvier 2024.
20. Portail du Réseau de santé publique en santé au travail. Bruit : Des ressources en surveillance des effets du bruit. Institut national de santé publique du Québec [Martin, R.]. Répartition des surdités professionnelles (progressives) acceptées par la CNESST par année et taux d'incidence annuel. Ensemble du Québec, 1997 à 2021; 2023. <https://www.santeautravail.qc.ca/documents/13275/2d736cef-99e4-4a09-9a88-3b471039308c>
21. Camirand H, Traoré I, Baulne J. L'Enquête québécoise sur la santé de la population, 2014-2015 : pour en savoir plus sur la santé des Québécois. Résultats de la deuxième édition. Québec : Institut de la statistique du Québec; 2016. 207 p. <https://statistique.quebec.ca/fr/fichier/enquete-quebecoise-sur-la-sante-de-la-population-2014-2015-pour-en-savoir-plus-sur-la-sante-des-quebecois-resultats-de-la-deuxieme-edition.pdf>
22. Feder K, Michaud D, McNamee J, Fitzpatrick E, Davies H, Leroux T. Prevalence of Hazardous Occupational Noise Exposure, Hearing Loss, and Hearing Protection Usage Among a Representative Sample of Working Canadians. J Occup Environ Med. janv 2017; 59 (1) : 92-113.
23. WorkSafe Victoria. Guide for assessing and fixing noise problems at work. 1st ed. Melbourne : WorkSafe Victoria - Victorian WorkCover Authority; 2005. 23 p. <https://www.worksafe.vic.gov.au/resources/archived-guide-assessing-and-fixing-noise-problems-work>
24. Robert O, Déry V. Cadre de référence sur la révision par les pairs des publications scientifiques de l'Institut national de santé publique du Québec. [Montréal] : Institut national de santé publique du Québec; 2020. 95 p. <https://www.inspq.qc.ca/publications/2686>
25. Witt M. La lutte contre le bruit : un guide pour les travailleurs et les employeurs. (Version française de : Noise Control OSHA, 1980, no, 3048). [s.l.] : Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST); 1983. 117 p.

26. Laroche C., Weber J.-P., et coll. Chapitre 7 : Mesure de l'exposition. Dans : Gérin M., Gosselin P., Cordier S., Viau C., Quénel P., Dewailly E., rédacteurs. Environnement et santé publique - Fondements et pratiques. Acton Vale/Paris : Édisem/Tec & Doc; 2003. p. 181-4. [13Chap07.pdf \(umontreal.ca\)](#)
27. Cantrell (1975) cité dans : enHealth Council. The health effects of environmental noise : other than hearing loss. Canberra : Dept. of Health and Ageing, Commonwealth of Australia; 2004. 71 p.
28. Berglund B, Maschke C. Bruit et santé. Copenhague : Organisation mondiale de la santé (OMS); 2000. 28 p. (Local Authorities, Health and Environment Briefing Pamphlet Series : 35).
29. Ministère des Transports du Québec (MTQ). Mieux s'entendre avec le bruit routier [publication élaborée par le Service de l'aménagement des infrastructures et de l'environnement]. Québec : Direction des communications, MTQ; 2000. 24 p.
30. Martin R, Fortier P. Effets des principes d'égalité d'énergie et d'égalité de nocivité sur les résultats de mesure de l'exposition des travailleurs au bruit. Avis scientifique. Montréal : Institut national de santé publique du Québec (INSPQ); 2022. 28 p. <https://www.inspq.qc.ca/publications/2845>
31. Fortier P., Bouffard S., Lord J., Montplaisir L., Pépin P. Protocole sur le paramétrage des instruments de mesure du bruit (mis à jour 11 septembre 2014). [s.l.] : Table de concertation nationale en santé au travail : Regroupement provincial des hygiénistes du travail des équipes régionales de santé publique; 2014. 58 p. http://www.santeautravail.qc.ca/documents/126318/127424/2186884_doc-7YAfv.pdf
32. Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics (OPPBTP). Le bruit - Risques et protections. Boulogne-Billancourt : OPPBTP; 2018. 60 p. <https://content.preventionbtp.fr/documentations/SSMPe59QDEStx4HzNEXyIj/download>
33. Maschke C, Rupp T, Hecht K. The influence of stressors on biochemical reactions - A review of present scientific findings with noise. International Journal of Hygiene and Environment Health. 2000; 203 (1) : 45-53.
34. Babisch W. The Noise/Stress Concept, Risk Assessment and Research Needs. Noise & Health. 2002; 4 (16) : 1-11.
35. Evrard AS, Avan P, Cadène A, Guastavino C, Martin R, Mietlicki F. Chapitre 28. Bruit. Dans : Goupil-Sormany I, Débia M, Glorennec P, rédacteurs. Environnement et santé publique : Fondements et pratiques. Rennes : Presses de l'EHESP; 2023. p. 737-68. <https://www.cairn.info/environnement-et-sante-publique--9782810910076-page-737.htm>
36. Ising H., Braun C. Acute and chronic endocrine effects of noise : Review of the research conducted at the Institute for Water, Soil and Air Hygiene. Noise and Health. 2000; 2 (7) : 7-24.
37. Padgett et Glaser 2003 cités dans : Muzet A, Tinguely G, Berengier M, Coignard F, Évrard AS, et coll. Évaluation des impacts sanitaires extra-auditifs du bruit environnemental : Saisine 2009-SA-0333 : avis de l'ANSES : Rapport d'expertise collective. Maisons-Alfort : Agence nationale de sécurité sanitaire - ANSES; 2013. 313 p. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00845574>
38. Babisch W., Kim R. Chapter 2 : Environmental Noise and Cardiovascular Disease. Dans : WHO,. Burden of disease from environmental noise Quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen : World Health Organization (WHO) Office for Europe; 2011. pp. 15-43.
39. Tomei G, Fioravanti M, Cerratti D, Sancini A, Tomao E, Rosati MV, et coll. Occupational exposure to noise and the cardiovascular system : a meta-analysis. Sci Total Environ. 2010; 408 (4) : 681-9.

40. van Kempen EE, Kruize H, Boshuizen HC, Ameling CB, Staatsen BA, de Hollander AE. The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease : a meta-analysis. *Environ Health Perspect.* 2002; 110 (3) : 307-17.
41. Bolm-Audorff U, Hegewald J, Pretzsch A, Freiberg A, Nienhaus A, Seidler A. Occupational Noise and Hypertension Risk : A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* Multidisciplinary Digital Publishing Institute; janv. 2020; 17 (17) : 6281.
42. Gan WQ, Davies HW, Demers PA. Exposure to occupational noise and cardiovascular disease in the United States : the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2004. *Occup Environ Med.* 2011; 68 (3) : 183-90.
43. Gopinath B, Thiagalingam A, Teber E, Mitchell P. Exposure to workplace noise and the risk of cardiovascular disease events and mortality among older adults. *Prev Med.* 2011; 53 (6) : 390-4.
44. Davies HW, Teschke K, Kennedy SM, Hodgson MR, Hertzman C, Demers PA. Occupational exposure to noise and mortality from acute myocardial infarction. *Epidemiology.* 2005;16 (1) :25-32.
45. Willich SN, Wegscheider K, Stallmann M, Keil T. Noise burden and the risk of myocardial infarction. *Eur Heart J.* 2006; 27 (3) : 276-82.
46. Girard SA, Leroux T, Verreault R, Courteau M, Picard M, Turcotte F, et coll. Cardiovascular disease mortality among retired workers chronically exposed to intense occupational noise. *Int Arch Occup Environ Health.* 2015; 88 (1) : 123-30.
47. Skogstad M, Johannessen HA, Tynes T, Mehlum IS, Nordby KC, Lie A. Systematic review of the cardiovascular effects of occupational noise. *Occup Med (Lond).* Janv. 2016; 66 (1) : 10-6.
48. Swedish Council on Health Technology Assessment (SBU). Occupational Exposures and Cardiovascular Disease : a Systematic Review. Stockholm; 2015. 2 p. (Yellow report n° 240).
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK350491/pdf/Bookshelf_NBK350491.pdf
49. Gan WQ, Moline J, Kim H, Mannino DM. Exposure to loud noise, bilateral high-frequency hearing loss and coronary heart disease. *Occup Environ Med.* Janv. 2016; 73 (1) : 34-41.
50. Teixeira LR, Pega F, Dzhambov AM, Bortkiewicz A, da Silva DTC, de Andrade CAF, et coll. The effect of occupational exposure to noise on ischaemic heart disease, stroke and hypertension : A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-Related Burden of Disease and Injury. *Environ Int.* Sept. 2021; 154 :106387.
51. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Audible Sound - TLV. Cincinnati (OH) : ACGIH; 2018, 28 p.
52. Lissåker C, Albin M, Bodin T, Sjöström M, Selander J. Occupational exposure to noise and incident stroke and myocardial infarction risk in Sweden. Dans : Proceedings of the 14th ICBEN Congress on Noise as a Public Health Problem, 18-22 June 2023. Belgrade : International Commission on Biological Effects of Noise (ICBEN); 2023. <https://www.icben.org/2023/presenting214.pdf>
53. Croteau A. Effets du bruit en milieu de travail durant la grossesse. Synthèse systématique avec méta-analyse et méta-régression. [Montréal (Québec)] : Institut national de santé publique du Québec (INSPQ); 2009. 117 p.
<https://www.inspq.qc.ca/publications/1040>

54. Nieuwenhuijsen MJ, Ristovska G, Dadvand P. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region : A Systematic Review on Environmental Noise and Adverse Birth Outcomes. *Int J Environ Res Public Health*. 2017; 14 (10).
55. Lalande NM, Hétu R, Lambert J. Is occupational noise exposure during pregnancy a risk factor of damage to the auditory system of the fetus? *Am J Ind Med*. 1986; 10 (4) : 427-35.
56. Selander J, Albin M, Rosenhall U, Rylander L, Lewné M, Gustavsson P. Maternal Occupational Exposure to Noise during Pregnancy and Hearing Dysfunction in Children : A Nationwide Prospective Cohort Study in Sweden. *Environ Health Perspect*. juin 2016; 124 (6) : 855-60.
57. Melamed S, Luz J, Green MS. Noise exposure, noise annoyance and their relation to psychological distress, accident and sickness absence among blue-collar workers - the Cordis Study. *Israel Journal of Medical Sciences*. 1992; 28 (8-9) : 629-35.
58. Girard S.A., Picard M., Jean S., Larocque R., Simpson A. Fréquence des accidents du travail et condition auditive. *Travail et Santé*. 2000; 16 (4) : S-12.
59. Girard S.A., Picard M., Jean S., Turcotte F., Larocque R., Simpson A. Audition et accidents du travail. *Archives des maladies professionnelles et de l'environnement*. 2002; 634 (8) : 622-33.
60. Wilkins PA, Action WI. Noise and accidents - a review. *Annals of Occupational Hygiene*. 1982; 25 (3) : 249-60.
61. Cordeiro R., Clemente A.P., Diniz C.S., Dias A. Occupational noise as a risk factor for work-related injuries. *Rev Saude Publica*. 2005; 39 (3) : 461-6.
62. Dias A, Cordeiro R. Fraction of work-related accidents attributable to occupational noise in the city of Botucatu, São Paulo, Brazil. *Noise Health*. Sept. 2008; 10 (40) : 69-73.
63. Toppila E, Pyykkö I, Pääkkönen R. Evaluation of the increased accident risk from workplace noise. *Int J Occup Saf Ergon*. 2009; 15 (2) : 155-62.
64. Dzhambov A, Dimitrova D. Occupational Noise Exposure and the Risk for Work-Related Injury : A Systematic Review and Meta-analysis. *Annals of Work Exposures and Health*. 10 nov. 2017; 61 (9) : 1037-53.
65. Yoon JH, Hong JS, Roh J, Kim CN, Won JU. Dose - response relationship between noise exposure and the risk of occupational injury. *Noise Health*. Févr. 2015; 17 (74) : 43-7.
66. Barreto S.M., Swerdlow A.J., Smith P.G., Higgins C.D. A nested case-control study of fatal work related injuries among Brazilian steel workers. *Occupational and Environmental Medicine*. 1997; 54 (8) : 599-604.
67. Moll van Charante AW, Mulder PG. Perceptual acuity and the risk of industrial accidents. *Am J Epidemiol*. 1990; 131 (4) : 652-63.
68. Girard SA, Leroux T, Courteau M, Picard M, Turcotte F, Richer O. Occupational noise exposure and noise-induced hearing loss are associated with work-related injuries leading to admission to hospital. *Inj Prev*. 2015; 21 (e1) : e88-92.
69. Cantley LF, Galusha D, Cullen MR, Dixon-Ernst C, Rabinowitz PM, Neitzel RL. Association between ambient noise exposure, hearing acuity, and risk of acute occupational injury. *Scand J Work Environ Health*. 2015; 41 (1) : 75-83.

70. Deshaies P, Martin R, Belzile D, Fortier P, Laroche C, Leroux T, et coll. Noise as an explanatory factor in work-related fatality reports. *Noise and Health*. 2015; 17 (78) : 294-9.
71. Laroche C., Héту R., L'Espérance A. Des alarmes de recul qui tuent! *Travail et santé*. 1991; 7 (1) : 9-13.
72. Suter AH. Communication and job performance in noise : a review. *ASHA Monogr*. 1992; (28) :1-84.
73. Ayres T.J., Beyer R.R. Effectiveness of truck backup alarms. Arlington (VA) : American Trucking Association Safety Management Council, National Meeting and Exhibition; 1994. 8 p.
74. Robinson GS, Casali JG. Chapter 14. Speech communications and signal detection in noise. Dans : Berger EH, rédacteur. *The Noise manual Rev 5th edition*. Fairfax (VA) : American Industrial Hygiene Association; 2000. p. 567-600.
75. Brammer AJ, Laroche C. Noise and communication : a three-year update. *Noise Health*. 2012; 14 (61) : 281-6.
76. Shkembi A, Smith L, Roberts B, Neitzel R. Fraction of acute work-related injuries attributable to hazardous occupational noise across the USA in 2019. *Occup Environ Med*. BMJ Publishing Group Ltd; 1er mai 2022; 79 (5) : 304-7.
77. Smith A. Noise, performance efficiency and safety. *Int ArchOccup Environ Health*. 1990; 62 (1) : 1-5.
78. Kjellberg A. Subjective, behavioral and psychophysiological effects of noise. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*. 1990; 16 (suppl. 1) : 29-38.
79. Evans G.W., Johnson D. Stress and open-office noise. *J ApplPsychol*. 2000; 85 (5) : 779-83.
80. Belojevic G, Jakovljevic B, Slepcevic V. Noise and mental performance : personality attributes and noise sensitivity. *Noise Health*. Déc. 2003; 6 (21) : 77-89.
81. Szalma JL, Hancock PA. Noise effects on human performance: a meta-analytic synthesis. *Psychol Bull*. Juill. 2011; 137 (4) : 682-707.
82. Irgens-Hansen K, Gundersen H, Sunde E, Baste V, Harris A, Bråttveit M, et coll. Noise exposure and cognitive performance : A study on personnel on board Royal Norwegian Navy vessels. *Noise Health*. Oct. 2015; 17 (78) : 320-7.
83. Zeydabadi A, Askari J, Vakili M, Mirmohammadi SJ, Ghovveh MA, Mehrparvar AH. The effect of industrial noise exposure on attention, reaction time, and memory. *Int Arch Occup Environ Health*. Janv. 2019; 92 (1) : 111-6.
84. Dzhambov AM, Dimitrova DD. Long-Term Self-Reported Exposure to Occupational Noise is Associated With BMI-Defined Obesity in the US General Population. *Am J Ind Med*. Nov. 2016; 59 (11) : 1009-19.
85. Kheirandish A, Mehrparvar A, Abou-Bakre A, Zare Sakhvidi MJ. Association between long-term occupational noise exposure and obesity. *Environ Sci Pollut Res Int*. Mars 2022; 29 (14) : 20175-20185.
86. Dzhambov AM. Exposure to self-reported occupational noise and diabetes – A cross-sectional relationship in 7th European Social Survey (ESS7, 2014). *Int J Occup Med Environ Health*. 19 juin 2017; 30 (4) : 537-51.
87. Wang H, Sun D, Wang B, Gao D, Zhou Y, Wang N, et coll. Association between noise exposure and diabetes : meta-analysis. *Environ Sci Pollut Res Int*. Oct. 2020; 27 (29) : 36085-90.

88. Lissåker CT, Gustavsson P, Albin M, Ljungman P, Bodin T, Sjöström M, et coll. Occupational exposure to noise in relation to pregnancy-related hypertensive disorders and diabetes. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. 2021; 47 (1) : 33-41.
89. Hohmann C, Grabenhenrich L, de Kluizenaar Y, Tischer C, Heinrich J, Chen CM, et coll. Health effects of chronic noise exposure in pregnancy and childhood : a systematic review initiated by ENRIECO. *Int J Hyg Environ Health*. Juin 2013; 216 (3) : 217-29.
90. Pasanen TJ, Turunen AW, Tiittanen PK, Roswall N, Persson-Waye K, Selander J, et coll. Occupational noise exposure and pregnancy complications : results from five urban Nordic cohorts. Dans : *Proceedings of the 14th ICBEN Congress on Noise as a Public Health Problem, 18-22 June 2023. Belgrade : International Commission on Biological Effects of Noise (ICBEN); 2023.* <https://www.icben.org/2023/presenting103.pdf>
91. Picard M, Girard SA, Courteau M, Leroux T, Larocque R, Anfoosso-Lédée F, et coll. Could driving safety be compromised by noise exposure at work and noise-induced hearing loss? *Traffic Injury Prevention*. 2008; 9 (5) : 489-99.
92. Girard SA, Leroux T, Verreault R, Courteau M, Picard M, Turcotte F, et coll. Falls risk and hospitalization among retired workers with occupational noise-induced hearing loss. *Can J Aging*. Mars 2014; 33 (1) : 84-91.
93. Kjellberg A, Muhr P, Sköldström B. Fatigue after work in noise - an epidemiological survey study and three quasi-experimental field studies. *Noise Health*. 1998; 1 (1) : 47-55.
94. Krause N, Lynch J, Kaplan GA, Cohen RD, Goldberg DF, Salonen JT. Predictors of disability retirement. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. 1997; 23 (6) : 403-13.
95. Melamed S, Bruhis S. The effects of chronic industrial noise exposure on urinary cortisol, fatigue and irritability : a controlled field experiment. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 1996; 38 (3) : 252-6.
96. Éluard R.F. Troubles de la voix chez les enseignants. Document pour le médecin du travail. No 98, 2^e trimestre. 2004; 221-38.
97. Autesserre D., Charpy N., Crevier-Buchman L., Dejonckere P., Éluard F., Fresnel E., et coll. La voix : ses troubles chez les enseignants (expertise collective). Paris : Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM); 2006. 331 p. <https://inserm.hal.science/EXPERTISESCOLLECTIVESINSERM/hal-01570681v1>
98. Mattiske JA, Oates JM, Greenwood KM. Vocal problems among teachers : a review of prevalence, causes, prevention, and treatment. *J Voice*. 1998; 12 (4) : 489-99.
99. Vilkman 2000; Sapir et coll. 1992 cités dans : Jones K., Sigmon J., Hock L., Nelson E., Sullivan M., et coll. Prevalence and risk factors for voice problems among telemarketers. *ArchOtolaryngolHead NeckSurg*. 2002; 128 (5) : 571-7.
100. Vilkman E. Occupational safety and health aspects of voice and speech professions. *Folia PhoniatriLogop*. Juill. 2004; 56 (4) : 220-53.
101. Lin CY, Tsai PJ, Lin KY, Chen CY, Chung LH, Wu JL, et coll. Will daytime occupational noise exposures induce nighttime sleep disturbance? *Sleep Medicine*. 1^{er} oct. 2018; 50 : 87-96.
102. Test T, Canfi A, Eyal A, Shoam-Vardi I, Sheiner EK. The influence of hearing impairment on sleep quality among workers exposed to harmful noise. *Sleep*. 1^{er} janv. 2011; 34 (1) : 25-30.

103. Rios AL, da Silva GA. Sleep quality in noise exposed Brazilian workers. *Noise and Health*. 2005; 7 (29) : 1-6.
104. Gitanjali B, Ananth R. Effect of acute exposure to loud occupational noise during daytime on the nocturnal sleep architecture, heart rate, and cortisol secretion in healthy volunteers. *J Occup Health*. Mai 2003; 45 (3) : 146-52.
105. Smith MG, Evandt J. Team 5 Noise and sleep : A review of research from 2021-2023. Dans : *Proceedings of the 14h ICBEN Congress on Noise as a Public Health Problem, 18-22 June 2023*. Belgrade : International Commission on Biological Effects of Noise (ICBEN); 2023. <https://www.icben.org/2023/presenting124.pdf>
106. Kryter KD. The effects of noise on man, Second edition. New York : Academic Press Inc.; 1985. 688 p.
107. Lie A, Skogstad M, Johannessen HA, Tynes T, Mehlum IS, Nordby KC, et coll. Occupational noise exposure and hearing : a systematic review. *Int Arch Occup Environ Health*. 2016; 89 (3) :351-72.
108. Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, et coll. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*. 2014; 383 (9925) : 1325-32.
109. Lie A, Engdahl B, Hoffman HJ, Li CM, Tambs K. Occupational noise exposure, hearing loss, and notched audiograms in the HUNT Nord-Trøndelag hearing loss study, 1996-1998. *Laryngoscope*. Juin 2017; 127 (6) : 1442-50.
110. Lantin É., Fortier P. Portrait des cas de surdité professionnelle acceptés par la CSST pour les travailleurs résidant en Montérégie : 1997-2011. Longueuil : Centre intégré de santé et de services sociaux de la Montérégie-Centre; 2015. 100 p.
111. Lalonde M. Exposition au bruit industriel : comment intervenir maintenant? Document de réflexion. Montréal : Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre, Direction de la santé publique; 1997. 22 p.
112. Lawton BW. A noise exposure threshold value for hearing conservation (report n° 01/52). Brussels : CONCAWE; 2001. 22 p. <https://www.concawe.eu/publication/report-no-0152/>
113. Lawton BW. The 75 dB(A) threshold level of the physical agents directive : a flawed evolution. Dans : *Proceedings of the Institute of Acoustics*; 2000. p. 61-8. https://eprints.soton.ac.uk/10746/1/loA_Stratford_2000.pdf
114. Stephenson MR, Nixon CW, Johnson DL. Identification of the minimum noise level capable of producing an asymptotic temporary threshold shift. *AviatSpace Environ Med*. Avr. 1980; 51 (4) : 391-6.
115. Passchier-Vermeer W, Passchier WF. Noise exposure and public health. *Environmental Health Perspectives*. 2000; 108 (suppl. 1) : 123-31.
116. Organisation mondiale de la santé (OMS). Le bruit. Genève : OMS; 1980. 114 p. (Critères d'hygiène de l'environnement 12).
117. Berglund B., Lindwall T., Schwela D.H. Guidelines for Community Noise. Geneva : World Health Organization (WHO); 1999. 159 p. <https://iris.who.int/handle/10665/66217>
118. World Health Organization (WHO) Regional Office for Europe. Environmental Noise Guidelines for the European Region. Copenhagen : WHO - Regional Office for Europe; 2018. 160 p. <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563>

119. National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH). Criteria for a Recommended Standard - Occupational Noise Exposure - Revised Criteria 1998. Cincinnati (OH) : NIOSH; 1998. 106 p. (DHHS (NIOSH) Publication n° 98-126). <https://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/default.html>
120. Hallberg LR. Occupational hearing loss : coping and family life. Scand Audiol Suppl. 1996; 43: 25-33.
121. Hétu R, Lalonde M, Getty L. Psychosocial disadvantages associated with occupational hearing loss as experienced in the family. Audiology. 1987; 26 (3) : 141-52.
122. Hétu R, Getty L. Le handicap associé à la surdité professionnelle : un obstacle majeur à la prévention. Travail et Santé. 1990; 6 (3) : S-18-S-25.
123. Hétu R, Getty L, Beaudry J, Philibert L. Attitudes towards co-workers affected by occupational hearing loss : Questionnaire development and inquiry. Br J Audiol. Déc. 1994; 28 (6) : 299-311.
124. Hétu R, Getty L, Waridel S. Attitudes towards co-workers affected by occupational hearing loss. II : Focus groups interviews. Br J Audiol. Déc. 1994; 28 (6) : 313-25.
125. Hétu R, Getty L. Enquête sur les attitudes, les connaissances et les comportements des travailleurs à l'égard des personnes atteintes de surdité professionnelle. Une première étape dans l'élaboration d'un programme de sensibilisation. Montréal : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSST); 1994. 56 p. (Études et recherches : R-084). <https://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/373/n/enquete-sur-les-attitudes-les-connaissances-et-les-comportements-des-travailleurs-industriels-a-l-egard-des-personnes-atteintes-de-surdite-r-084>
126. Hétu R, Getty L, Quoc HT. Impact of occupational hearing loss on the lives of workers. Occup Med. Août 1995; 10 (3) : 495-512.
127. Nordvik Ø, Laugen Heggdal PO, Brännström J, Vassbotn F, Aarstad AK, Aarstad HJ. Generic quality of life in persons with hearing loss : a systematic literature review. BMC Ear Nose Throat Disord. 22 janv. 2018; 18 :1.
128. Si S, Lewkowski K, Fritschi L, Heyworth J, Liew D, Li I. Productivity Burden of Occupational Noise-Induced Hearing Loss in Australia : A Life Table Modelling Study. Int J Environ Res Public Health. 29 juin 2020; 17 (13) : 4667.
129. Leroux T, Pinsonnault-Skvarenina A. Revue de la littérature sur les liens entre la surdité professionnelle et la presbycusie. Montréal : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSST); 2018. 97 p. (Rapports scientifiques : R-1014). <https://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/100984/n/surdite-presbycusie>
130. Livingston G, Sommerlad A, Orgeta V, Costafreda SG, Huntley J, Ames D, et coll. Dementia prevention, intervention, and care. Lancet. 16 déc. 2017; 390 (10113) :2673-734.
131. Livingston G, Huntley J, Sommerlad A, Ames S, Ballard C, Banerjee S, et coll. Dementia prevention, intervention, and care : 2020 report of the Lancet Commission. The Lancet. Elsevier; 8 août 2020; 396 (10248) : 413-46.
- 131a. Livingston G, Huntley J, Liu KY, Costafreda SG, Selbæk G, Alladi S, et al. Dementia prevention, intervention, and care: 2024 report of the Lancet standing Commission. Lancet. 10 août 2024; 404 (10452) :572-628.
132. Eugeria. La perte auditive contribue-t-elle à la démence? [page Web : Accueil > Articles et conseils > Comprendre la maladie]. [Montréal] : Eugeria; avr. 2021. <https://info.eugeria.ca/la-perde-auditive-contribue-t-elle-a-la-demence/#:~:text=De%20nombreux%20chercheurs%20s'int%C3%A9ressent,des%2075%20ans%20et%20plus.>

133. Neitzel R. Total non-occupational noise exposure of construction workers. *Noise Notes*. Mai 2005; 5 (1) : 27-36.
134. Neitzel R, Seixas N, Goldman B, Daniell W. Contributions of non-occupational activities to total noise exposure of construction workers. *Ann Occup Hyg*. Juill. 2004; 48 (5) : 463-73.
135. Rabinowitz PM, Slade MD, Galusha D, Dixon-Ernst C, Cullen MR. Trends in the prevalence of hearing loss among young adults entering an industrial workforce 1985 to 2004. *Ear Hear*. août 2006; 27 (4) : 369-75.
136. Rubak T, Kock SA, Koefoed-Nielsen B, Bonde JP, Kolstad HA. The risk of noise-induced hearing loss in the Danish workforce. *Noise Health*. 2006; 8 (31) : 80-7.
137. Molaug I, Engdahl B, Mehlum IS, Stokholm ZA, Kolstad H, Aarhus L. Quantitative levels of noise exposure and 20-year hearing decline : findings from a prospective cohort study (the HUNT Study). *International Journal of Audiology*. Taylor & Francis; 2024; 63 (1) : 40-8.
138. Seixas NS, Kujawa SG, Norton S, Sheppard L, Neitzel R, Slee A. Predictors of hearing threshold levels and distortion product otoacoustic emissions among noise exposed young adults. *Occup Environ Med*. Nov. 2004; 61 (11) : 899-907.
139. Leensen MCJ, van Duivenbooden JC, Dreschler WA. A retrospective analysis of noise-induced hearing loss in the Dutch construction industry. *Int Arch Occup Environ Health*. juin 2011; 84 (5) : 577-90.
140. Dudarewicz A, Toppila E, Pawlaczyk Luszczynska M, Sliwinska-Kowalska M. The Influence of Selected Risk Factors on the Hearing Threshold Level of Noise Exposed Employees. *Archives of Acoustics*. 2010; 35 (3) : 371-82.
141. Hormozi M, Ansari-Moghaddam A, Mirzaei R, Dehghan Haghighi J, Eftekharian F. The risk of hearing loss associated with occupational exposure to organic solvents mixture with and without concurrent noise exposure : a systematic review and meta-analysis. *Int J Occup Med Environ Health*. 19 juin 2017; 30 (4) : 521-35.
142. Sheikh MA, Williams W, Connolly R. Exposure to ototoxic agents and noise in workplace – a literature review. Dans : Hillock IDM, Mee DJ, rédacteurs. *Proceedings of Acoustics 2016*, 9-11 November 2016. Brisbane (Australia) : Australian Acoustical Society, Queensland Division; The Acoustical Society of New Zealand; 2016. p. 1-10. http://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/AASNZ2016/papers/p10.pdf
143. Morata TC. Interaction between noise and physical agents : the example of ototoxicants and noise (presentation - DRSG Seminars). Society for Risk Analysis (SRA); 2014. 47 p.
144. Vyskocil A, Leroux T, Truchon G, Lemay F, Gagnon F, Gendron M, et coll. Effet des substances chimiques sur l'audition - Interactions avec le bruit. Montréal : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST); 2011. 44 p. (Études et recherches : R-685). <https://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/100586/n/effet-des-substances-chimiques-audition-interactions-avec-bruit-r-685>
145. Vyskocil A, Leroux T, Truchon G, Lemay F, Gendron M, Lim S, et coll. Substances chimiques et effet sur l'audition - Revue de la littérature. Montréal : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSST); 2009. 71 p. (Études et recherches : R-604). <https://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/100436/n/substances-chimiques-et-effet-sur-l-audition-revue-de-la-litterature-r-604>
146. Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). Dossier Polyexpositions. [Page Web : Bruit et substances chimiques - Risques] mis à jour le 14/11/2022. <https://www.inrs.fr/risques/polyexpositions/bruit-substances-chimiques.html>

147. Cabello-López A, Chávez-Gómez NL, Torres-Valenzuela A, Aguilar-Madrid G, Trujillo-Reyes O, Madrigal-Esquivel C, et coll. Audiometric findings of printing press workers exposed to noise and organic solvents. *Int J Audiol.* Janv. 2021; 60 (1) : 8-15.
148. Boettcher F.A., Henderson D., Gratton M.A., Danielson R.W., Byrne C.D. Synergistic interactions of noise and other ototraumatic agents. *Ear Hear.* 1987; 8 (4) : 192-212.
149. Palmer KT, Griffin MJ, Syddall HE, Pannett B, Cooper C, Coggon D. Raynaud's phenomenon, vibration induced white finger, and difficulties in hearing. *Occupational and Environmental Medicine.* 2002; 59 (9) : 640-2.
150. Pyykkö I, Färkkilä M, Inaba R, Starck J, Pekkarinen J. Effect of hand-arm vibration on inner ear and cardiac functions in man. *Nagoya J Med Sci.* Mai 1994; 57 Suppl : 113-9.
151. Iki M., Kurumatani N., Hirata K., Moriyama T. An association between Raynaud's phenomenon and hearing loss in forestry workers. *Am Ind Hyg Assoc J.* Sept. 1985; 46 (9) : 509-13.
152. Behar A. Noisy Notes - Noise, vibrations, and hearing loss. *Canadian Audiologist.* 2019; 6 (1).
<http://www.canadianaudiologist.ca/issue/volume-6-issue-1-2019/column/noisy-notes/>
153. Turcot A, Girard SA, Courteau M, Baril J, Larocque R. Noise-induced hearing loss and combined noise and vibration exposure. *Occup Med (Lond).* 2015; 65 (3) : 238-44.
154. House R.A., Sauve J.T., Jiang D. Noise-induced hearing loss in construction workers being assessed for hand-arm vibration syndrome. *Can J Public Health.* Mai 2010;101 (3) : 226-9.
155. Pettersson H, Burstrom L, Nilsson T. The effect on the temporary threshold shift in hearing acuity from combined exposure to authentic noise and hand-arm vibration. *Int ArchOccup Environ Health.* Déc. 2011; 84 (8) : 951-7.
156. Trottier M, Nélisse H, Lavoué J, Leroux T. Chapitre 9 : Bruit. Dans : AQHSST, Roberge B, Nadon G, Gagné C, Sirois É, rédacteurs. *Hygiène du travail-Du diagnostic à la maîtrise des facteurs de risque.* 2^e édition. Montréal : TC Média Livres/Modulo; 2021. p. 198-226.
157. Groupe CSA. CSA Z1007:F22 - Gestion du programme de prévention de la perte auditive (PPPA). Toronto (ON) : Groupe CSA [Association canadienne de normalisation]; 2022. 103 p.
158. Deshaies P, Gonzales Z., Zenner H.P., Plontke S., Paré L., Hébert S., et coll. Chapter 5 : Environmental Noise and Tinnitus. Dans : World Health Organization (WHO) Office for Europe. *Burden of disease from environmental noise Quantification of healthy life years lost in Europe.* Copenhagen : WHO - Office for Europe; 2011. p. 71-89.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789289002295>
159. Poole K. A review of the current state of knowledge on tinnitus in relation to noise exposure and hearing loss (RR768), (Prepared by the Health and Safety Laboratory for the Health and Safety Executive). London (UK) : HSE Books; 2010. 41 p. (Research Report : RR768). <http://www.hse.gov.uk/Research/Rpdf/Rr768.Pdf>
160. Deshaies P., Gonzales Z., Zenner H.P., Plontke S., Paré L., Hébert S., et coll. Quantification of the burden of disease for tinnitus caused by community noise. Background paper. [Quebec et Tübingen] : World Health Organization Collaborating Center on Environmental and Occupational Health Impact Assessment and Surveillance; 2005. 47 p.
161. Palmer KT, Griffin MJ, Syddall HE, Davis A, Pannett B, Coggon D. Occupational exposure to noise and the attributable burden of hearing difficulties in Great Britain. *Occup Environ Med.* Sept. 2002; 59 (9) : 634-9.

162. Courteau M. Acouphènes - Données des Services cliniques de dépistage de l'Institut national de santé publique du Québec (non publiées produites dans le cadre des travaux de l'avis sur le bruit). [Québec] : Institut national de santé publique du Québec (INSPQ); juin 2012.
163. Masterson EA, Themann CL, Luckhaupt SE, Li J, Calvert GM. Hearing difficulty and tinnitus among U.S. workers and non-workers in 2007. *Am J Ind Med.* Avr. 2016; 59 (4) : 290-300.
164. Le TN, Straatman LV, Lea J, Westerberg B. Current insights in noise-induced hearing loss : a literature review of the underlying mechanism, pathophysiology, asymmetry, and management options. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 23 mai 2017; 46 (1) : 41.
165. Tyler RS. *Tinnitus Handbook*. [South] Africa; San Diego : Singular; 2000. 464 p.
166. Busque MA, Lebeau M, Tremblay MA, Boucher A, Duguay P. Portrait statistique des lésions professionnelles indemnisées au Québec en 2015-2016. Montréal : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST); 2022. 195 p. (Portraits statistiques : S-1150-fr). <https://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/101148/n/portrait-statistique-lesions-professionnelles>
167. Lebeau M, Duguay P. Combien coûte une lésion professionnelle? Montréal : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST); 2015. 7 p. (Statistiques sur mesure : DS-014). <https://www.irsst.qc.ca/en/publications-tools/publication/i/100828/n/combien-coute-lesion-professionnelle>
168. Duguay P, Boucher A, Prud'homme P, Busque MA, Lebeau M. Lésions professionnelles indemnisées au Québec en 2010-2012 : Profil statistique par industrie-catégorie professionnelle, (version révisée). Montréal : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSST); 2017. 225 p. (Études et recherches : R-963). <https://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/100922/n/lesions-professionnelles-indemniees-quebec>
169. Michel C, Funès A, Martin R, Fortier P, Girard S.A., Deshaies P, et coll. 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; 2014. 87 p. <https://www.inspq.qc.ca/publications/1770>
170. Purenne J, Sgard F. Valeurs estimées [coûts des lésions] par le Groupe connaissance et surveillance statistique (GCSS) de la Direction de la recherche de l'IRSST (CNESST; 2017-2018). Données non publiées. Montréal : Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et Sécurité au Travail (IRSST); 2022.
171. Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Solidarité sociale. Analyse d'impact réglementaire - Projet de loi modernisant le régime de santé et de sécurité du travail. Québec : Gouvernement du Québec; 2020. 126 p. https://www.travail.gouv.qc.ca/fileadmin/fichiers/Documents/etudes_d_impact/AIR_ModernisationRSST_2020_930.pdf
172. Martin R, Deshaies P, Savard P, Jalbert R, Boudreault D, Veilleux P, et coll. Des solutions efficaces et peu coûteuses pour réduire le bruit appliquées dans une région du Québec. Dans : Actes - Proceedings Noise at Work 2007 : Premier forum européen sur les solutions efficaces pour maîtriser les risques du bruit au travail, 3-5 juillet. Lille : CIDB, INCE Europe et Association pour la prévention des risques professionnels; 2007. p. 321-30.
173. Wiens KR, Kinley JR. *Economic aspects of noise in Alberta*. Edmonton : Alberta Environmental Council; 1980. 110 p.
174. Jalbert R, Boudreault D, Martin R. La réduction du bruit en milieu de travail : comparaison de deux types d'intervention. Dans : La SST de la pratique à l'intégration - un défi! : 27^e congrès de l'Association québécoise pour l'hygiène, la santé et la sécurité du travail (AQHSST). St-Hyacinthe; 2005. p. 1-10.

175. S. Honey, J. Hillage, N. Jagger, S. Morris. The costs and benefits of the noise at work regulations 1989. Second impression 1997 (with amendments). London : HSE Books; 1996. 172 p. (HSE Contract Research Report n° 116/1996).
176. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). A Guide for the Control of Audible Sound Hazards. First Edition. Cincinnati (OH) : ACGIH; 2020. 55 p.
177. Nélisse H, Safran-Boulet N. Prise en charge des risques liés à l'exposition au bruit en milieu de travail - Guide sur la sélection et l'utilisation des protecteurs auditifs. Montréal (Québec) : Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST); 2023. 72 p. (Publication n° DC200-7049 (2023-06)). <https://www.cnesst.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/guide-selection-utilisation-protecteurs-auditifs.pdf>
178. Gojdics R. A Deeper Look at the Hierarchy of Controls: A Brief History. Electrical Safety Stories Blog. 2019. <https://enesproppe.com/blogs/electrical-safety-stories/a-deeper-look-at-the-hierarchy-of-controls-a-brief-history>
179. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Hearing Loss Prevention Program - At-a-glance [page Web]. Cincinnati (OH) : National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH); 2016 [consulté le 7 avr. 2022]. 1 p. (DHHS (NIOSH) Publication n° 2016-125). <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-125/pdfs/2016-125.pdf?id=10.26616/NIOSH PUB2016125>
180. National Research Council. Hearing Loss Research at NIOSH : Reviews of Research Programs of the National Institute for Occupational Safety and Health. Washington (DC) : The National Academies Press; 2006. <https://doi.org/10.17226/11721>
181. Tikka C, Verbeek JH, Kateman E, Morata TC, Dreschler WA, Ferrite S. Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss (Review). Cochrane Database of Systematic Reviews 2017, Issue 7. 2017;172.
182. Nguyen P, Parent G. Réduire le bruit en milieu de travail - Informations générales et techniques illustrées. Montréal : Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST); 1998. 73 p. (Publication n° DC 300-304). <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/1984195>
183. Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST). Prise en charge des risques liés à l'exposition au bruit en milieu de travail – Guide sur les moyens pour réduire l'exposition des travailleurs et des travailleuses. Montréal (Québec) : CNESST; 2023. 71 p. (Publication n° DC200-7045). <https://www.cnesst.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/guide-exposition-bruit.pdf>
184. Jensen P, Jokel CR, Miller LN. Industrial Noise Control Manual. Cincinnati (OH) : National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH); 1978. 336 p. (DHHS (NIOSH) Publication n° 79-117). <https://www.cdc.gov/niosh/docs/79-117/default.html>
185. Health & Safety Executive (HSE). 100 Practical applications of noise reduction methods. London : HSE and Her Majesty's Stationery Service (HMSO); 1983. 112 p.
186. Health & Safety Executive (HSE). Sound solutions cases studies (first published in 1995 in « Sound Solutions » HSG138) [page Web : HSE > Guidance > Topics > Noise > Resources > Case studies]. 1995. <http://www.hse.gov.uk/noise/casestudies/soundsolutions/>
187. Health & Safety Executive (HSE). Sound solutions for the food and drink industries: Reducing noise in food and drink manufacturing. Second edition. London : HSE Books; 2013. 77 p. (HSG232). <https://www.hse.gov.uk/pubns/priced/hsg232.pdf>

188. European Agency for European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). Reducing the risks of occupational noise. Tregenza T, rédacteur. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities; 2005. 85 p. https://osha.europa.eu/sites/default/files/TE6805535ENC_-_Reducing_the_risks_from_occupational_noise.pdf
189. Canetto P, Jeanjean G. Techniques de réduction du bruit en entreprise : exemples de réalisation. Paris : Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS); 2007. 113 p. (Publication n° ED 997).
190. Ross MJ, Multiprvention ASP. Réussir un encoffrement acoustique [format électronique: vidéo]. Montréal : MultiPrévention ASP - Association paritaire pour la santé et la sécurité au travail des secteurs : métal, électrique, habillement, textile et bonneterie et imprimerie; 2008. <http://multiprevention.org/publications/concevoir-une-enceinte-insonorisante/>
191. Alberta Municipal Health & Safety Association (AMHSA). Noise in the workplace. [Calgary] : AMHSA; 2009. 21 p. <https://www.stettler.net/public/download/files/170157>
192. Multiprvention ASP, Ross MJ. Concevoir une enceinte insonorisante. Longueuil : MultiPrévention ASP - Association paritaire pour la santé et la sécurité au travail des secteurs : métal, électrique, habillement, textile et bonneterie et imprimerie; 2010. 4 p. <http://multiprevention.org/wp-content/uploads/2015/11/multiprevention-fiche-enceinte.pdf>
193. Suva. Des enceintes pour lutter contre le bruit. Lucerne (Suisse) : Suva; 2010. 39 p. (Publication n° 66026.f). https://www.suva.ch/-/media/static-picturepark-assets/uncategorized/2/1/0/0/7/21007-1--66026_d_original_de_21007--d--pdf.pdf?lang=fr-CH
194. Industrial Noise and Vibration Centre (INVC). Top 10 Noise Control Solutions Guide. Slough-Berks (UK) : INVC; 2016 [consulté le 4 déc. 2018]. 81 p. <http://www.oh-2018.com/files/2015/08/10b-Top-10-noise-control-solutions.pdf>
195. Shanks E, Frost G, Patel J. Control of noise risk in the printing industry. Buxton, England : Health & Safety Executive (HSE), Crown; 2017. 65 p. (Research Report RR1102). <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr1102.pdf>
196. Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). Techniques de réduction du bruit en entreprise - Guide d'utilisation [de la base de données]. Paris : INRS; 2011. 2 p. <https://www.inrs.fr/dms/inrs/PDF/guide-utilisation-techniques-reduction-bruit-entreprise/guide-utilisation-techniques-reduction-bruit-entreprise.pdf>
197. Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). Traitement acoustique des locaux de travail, 2^e édition. Paris : INRS; 2019. 16 p. (ED 6103). <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206103>
198. Institut national de recherche et de sécurité (INRS), Groupe de travail Bruit Cramif-Carsat-INRS. Réussir un encoffrement acoustique. Paris : INRS; 2019. 6 p. (Fiche pratique de sécurité. No, ED 147). <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20147>
199. Vanchieri C. Reducing Employee Noise Exposure in Manufacturing. Best Practices, Innovative Techniques, and the Workplace of the Future [workshop]. Maling G.C., Wood EW, Lotz G, Lang WW, rédacteurs. Springfield (IL) : Institute of Noise Control Engineering of the USA (INCE-USA); 2016. 110 p. + appendix. <https://www.inceusa.org/pub/?id=A07CEB98-DBEB-5684-9F91-DBE418D78FEE>

200. Maguire I, Marcotte P, Bousquet L. Les outils portatifs pneumatiques. Protégez vos oreilles et vos mains. 2^e édition. Montréal : Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et Sécurité au Travail (IRSST); 2023. 4 p. (Publication n° DT-1182-fr). <https://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/101198/n/outils-portatifs-pneumatiques-protégez-oreilles-mains-2>
201. Health & Safety Executive. Sound advice: Control of noise at work in music and entertainment. London : HSE Books, Crown; 2008. 106 p. (HSG260). <http://www.hse.gov.uk/pubns/priced/hsg260.pdf>
202. CIDB, Thalie Santé, INRS, CRAM Île-de-France, CNAM, Agi-Son. Secteur de la musique et du divertissement : l'audition, un capital à préserver. [Paris] : ministère du Travail, du plein emploi et de l'insertion; 2022. 62 p. https://travail-emploi.gouv.fr/IMG/pdf/laudition_un_capital_a_preserver_guide_complet.pdf
203. Safe Work Australia. Managing noise and preventing hearing loss at work - Code of Practice. [Canberra (AU)] : Safe Work Australia; 2020. 59 p. https://www.safeworkaustralia.gov.au/sites/default/files/2020-07/model_code_of_practice_managing_noise_and_preventing_hearing_loss_at_work.pdf
204. Niquette PA. Noise Exposure : Explanation of OSHA and NIOSH Safe.Exposure Limits and the Importance of Noise Dosimetry. Canadian Hearing Report/revue canadienne d'audition. 2014; 9 (3) : 22.
205. International Organization for Standardization (ISO). ISO 1999 : 1990 (F)- Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. Geneva : ISO; 1990. 16 p.
206. International Organization for Standardization (ISO). ISO 1999 :2013(E) - Acoustics - Estimation of noise-induced hearing loss/Acoustique - Estimation de la perte auditive induite par le bruit. Third edition. Genève : ISO; 2013. 23 p.
207. Grégoire M. Démarche provinciale de signalement, bilan 2010-2014. [s.l.] : Table de concertation nationale en santé au travail; 2016. 52 p.
208. Bonnier-Viger Y, Groupe de travail sur l'harmonisation des pratiques en matière de gestion des signalements de menace de la Table de coordination nationale en santé publique (TCNSP). Annexe 6 – Signalement des déficiences en santé au travail. Dans : Cadre d'interprétation et de gestion des signalements en santé publique - Agents biologiques, chimiques et physiques. Québec : ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS); 2019. p. 47-52. <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2019/19-268-02W.pdf>
209. Vergara D. Le signalement des situations hors norme à Montréal : Bilan et analyse 2006-2011. Montréal : Agence de la santé et des services sociaux de Montréal, Direction de santé publique; 2013. 31 p.
210. Commission européenne (CE). 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. 2003; L 42/38-L 42/44.
211. Commission européenne (CE). Guide de bonnes pratiques à caractère non contraignant pour la mise en œuvre de la Directive 2003/10/CE (« Bruit sur le lieu de travail »). Luxembourg : Office des publications de l'Union européenne; 2009. 169 p. (N° de catalogue : KE-81-08-222-FR-C).
212. Koller MF, Plestsch C. L'ototoxicité : un effet critique des valeurs limites suisses. Références en santé au travail. Sept. 2014; (139) : 5-6.

213. Health and Safety Executive (HSE). Controlling noise at work. The Control of Noise at Work Regulations 2005 - Guidance on Regulations. Norwich (UK) : TSO (The Stationery Office); 2021. 105 p.
<https://www.hse.gov.uk/pubns/priced/l108.pdf>
214. Kardous C.A., Franks J.R., Davis R.R. NIOSH/NHCA best-practices workshop on impulsive noise. Noise Control Engineering Journal. 2005; 53 (2) : 53-60.
215. Zera J. Impulse noise in industrial plants: statistical distribution of levels. Int J Occup Med Environ Health. 2001; 14 (2) : 127-33.
216. Brueck E. Measuring the Risk of Impulsive Noise at Work: One Practitioner's Tips. Acoust Aust. 1^{er} avr. 2016; 44 (1) : 77-81.
217. Berger EH, Royster LH, Royster JD, Driscoll DP, Layne M. The noise manual (n° AIHA : 619-BP-03). 5th edition revised. Fairfax (VA) : American Industrial Hygiene Association (AIHA); 2003. 796 p.
218. Legris M. Chapitre 11 - Méthodes d'intervention et principes d'échantillonnage. Dans : Saindon J, Bourbonnais R, Legris M, LeQuoc S, rédacteurs. Introduction à l'hygiène du travail. 3e éd. Trois-Rivières : Les Éditions SMG; 2022. p. 367-404.
219. Fortier P. Guide de pratique en hygiène du travail sur le bruit : identification et évaluation des expositions. Longueuil : Centre intégré de santé et de services sociaux de la Montérégie-Centre, Direction de santé publique; 2016. 33 p.
220. World Health Organization (WHO), Umeå University. Occupational exposure to vibration from hand-held tools. A teaching guide on health effects, risk assessment and prevention. TEACHING MATERIAL. [s.l.] : WHO Press; 2009. 90 p. (Protecting Workers' Health Series n° 10).
221. Lester H., Malchaire J., Arbey H.S., Thiery L. Chapter 7 : Strategies for Noise Survey. Dans : Goelzer B, Hansen C.H., Sehrndt G.A., rédacteurs. Occupational Exposure to Noise : Evaluation, prevention and Control A document published on the behalf of the World Health Organization (WHO). Dortmund (Germany) : Federal Institute for Occupational Safety and Health; 2001. p. 141-82.
222. Martin, R., Deshaies, P., Perreault, I., Fortier, P., Bouffard, S., Rousseau, P., Pépin, P., Tanguay, F., Fréchette-Marleau, S. et Vézina, P. Évaluation de l'exposition des travailleurs au bruit: opinion d'experts sur l'impact de changements réglementaires. Avis d'experts. Montréal : Institut national de santé publique du Québec; 2024. 31 p.
223. Thiéry L, Canetto P, Asselineau M, Berne M, Brassenx D, Corlay B, et coll. Évaluer et mesurer l'exposition professionnelle au bruit. Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents de travail et des maladies professionnelles (INRS); 2009. 76 p. (ED 6035).
<https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206035>
224. K.S. Pearsons, R. L. Bennett, S. Fidell. Speech levels in various noise environments. Washington (DC) : U.S. Environmental Protection Agency (EPA); 1977. 70 p. (Environmental Health Effects Research Series, EPA-600/1-17-025). <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P100CWGS.PDF?Dockey=P100CWGS.PDF>
225. Ferguson MA, Tomlinson B., Davis AC, Lutman ME. A simple method to estimate noise levels in the workplace based on self-reported speech communication effort in noise. Int J Audiol. Juill. 2019; 58 (7) : 450-3.
226. Heran-Leroy O, Sandret N. Santé et travail. Les premiers résultats de l'enquête Sumer 1994. Actualité et dossier en santé publique. 1997; 18 (Mars) : 2-7.

227. Paoli P. Second European Survey on Working Conditions. Dublin : European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions; 1997. 366 p.
https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_files/pubdocs/1997/26/en/1/ef9726en.pdf
228. Paoli P., D. Merllié. Third European survey on working conditions 2000. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities; 2001. 72 p.
<http://www.mentalhealthpromotion.net/resources/third-european-survey-on-working-conditions.pdf>
229. Arcand R., Labrèche F., Stock S., Messing K., Tissot F. Chapitre 26 - Travail et santé. Dans : Daveluy C., Pica L., Audet N., Courtemanche R., Lapointe F., rédacteurs. Enquête sociale et de santé 1998, 2^e édition. Québec : Institut de la statistique du Québec (ISQ); 2001. p. 525-70. <https://statistique.quebec.ca/fr/fichier/enquete-sociale-et-de-sante-1998-2e-edition.pdf>
230. Kreis J, Bodeker W. Indicators for work-related health monitoring in Europe. 1^{re} édition. Essen : BKK Bundesverband - Federal Association of Company Health Insurance Funds; 2004. 199 p.
http://ec.europa.eu/health/ph_information/implement/wp/injuries/docs/Workhealth_en.pdf
231. Arnaudo B., Magaud-Camus I., Sandret N., Coutrot T., Floury M.-C., Guignon N., et coll. L'exposition aux risques et aux pénibilités du travail de 1994 à 2003 - Premiers résultats de l'enquête SUMER 2003. Premières synthèses/Informations. 2004; 52(1). http://travail-emploi.gouv.fr/IMG/pdf/publication_pips_200412_n-52-1_exposition-risques-penibilites-travail.pdf
232. de Crespigny F, Williams W. National Hazard Exposure Worker Surveillance - Noise exposure and the provision of noise control measures in Australian workplaces (January 2010). Barton (AU) : Commonwealth of Australia; Safe Work Australia; Australian Safety and Compensation Council (ASCC); 2009. 59 p.
https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/nationalhazardexposureworkersurveillance-noiseexposure_provision_noisecontrolmeasures_austrianworkplaces_2010_pdf.pdf
233. Vézina M, Cloutier E, Stock S, Lippel K, Fortin É, Delisle A, et coll. Enquête québécoise sur des conditions de travail, d'emploi et de santé et de sécurité au travail (EQCOTESST). Montréal : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST); 2011. 656 p. + annexes. (Publication n° 1137/Études et recherches : RR-691). <https://www.inspq.qc.ca/publications/1337>
234. WorkSafe BC. Measuring occupational Noise - How to do noise surveys, calculate exposure to noise, and analyse and report the results. Vancouver : Workers' Compensation Board of British Columbia; 2020. 63 p. (Publication n° BK165 (12/19)). <https://www.worksafebc.com/en/resources/health-safety/books-guides/measuring-occupational-noise?lang=en>
235. Gouvernement de l'Ontario, ministère du Travail, de l'Immigration, de la Formation et du Développement des compétences. Règlement (1) Application. (2) Exigences réglementaires, (3) Clause relative au devoir général, (4) Limites d'exposition au bruit, (5) Mesure du bruit, (6) Mesures de protection, (7) Panneaux d'avertissement, (8) Cours de formation, (9) Protecteurs auditifs – sélection, utilisation et entretien; [page Web : Accueil > Travail et emploi > Santé et sécurité au travail > Conformité en matière de santé et de sécurité > Guide du règlement relatif au bruit pris en vertu de la Loi sur la santé et la sécurité au travail]. 25 mai 2022.
https://www.labour.gov.on.ca/french/hs/pubs/noise/gl_noise_2.php
236. Occupational Safety and Health Administration (OSHA), US Department of Labor. Occupational Noise Exposure [Safety and Health Topics]. [Washington] : OSHA; <https://www.osha.gov/noise>
237. Malchaire J. Strategy for prevention and control of the risks due to noise. Occup Environ Med. 2000; 57 (6) : 361-9.

238. Malchaire J, Piette A, Moens G, Boodts S, Cornillie F, Delaruelle D, et coll. Bruit - Série stratégie SOBANE : gestion des risques professionnels. Bruxelles : Direction générale humanisation du travail, SPF Emploi, Travail et Concertation sociale; 2005. 84 p.
<https://emploi.belgique.be/sites/default/files/content/publications/FR/60af03e64c0446878c9b45c3fd54c0504.pdf>
239. Safe Work Australia. Managing noise and preventing hearing loss at work - Code of Practice. [Canberra (AU)] : Safe Work Australia; 2018. 59 p. <https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1810/model-cop-managing-noise-and-preventing-hearing-loss-at-work.pdf>
240. WorkSafe Alberta. Noise at the Work Site. Workplace Health and Safety Bulletin. Nov. 2009; (HS003) : 1-11.
241. Institut national de recherche et de sécurité. Dossier bruit [dossier complet - pdf]. [Paris] : INRS; 2024. 33 p.
<https://www.inrs.fr/risques/bruit/ce-qu-il-faut-retenir.html>
242. Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail. Test de communication dans le bruit - Test de la voix. [Montréal]; 2023. 2 p. (Publication n° DC100-2254 (2023-03)).
<https://www.cnesst.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/test-communication-dans-bruit-test-voix.pdf>
243. Miller J.D. Effects of Noise on People. Washington (DC) : U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Noise Abatement and Control; 1971. 153 p. (NTID300.7).
244. American National Standards Institute (ANSI); Acoustical Society of America (ASA). ANSI/ASA S3.5-1997 (R2012) : Methods for Calculation of the Speech Intelligibility Index. Melville (NY) : ANSI and ASA; 2013. 13 p.
245. Ouellet C. Chapitre 29 : Communication du risque et rapport d'hygiène du travail. Dans : AQHSST, Roberge B, Nadon G, Gagné C, Sirois É, rédacteurs. Hygiène du travail - Du diagnostic à la maîtrise des facteurs de risque. 2^e édition. Montréal : TC Média Livres/Modulo; 2021. p. 745-55.
246. Suva. Liste des tableaux de niveaux sonores [bâtiment, métallurgie, bois, papier, imprimerie, plastique, chimique, textile, habillement, aliments, transports, agricole, police, hôpitaux, musique]. Lucerne (Suisse) : Suva - Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents; 2024. (Publication n° 86005.f). <https://www.suva.ch/fr-ch/download/document/tableaux-de-niveaux-sonores--niveau-de-bruit-sur-le-lieu-de-travail/standard-variante--86005.F>
247. B. Hohmann. Simple evaluation of occupational noise exposure without measurements. Dans : Acoustics'08, June 29-July 4, 2008. Paris : Société française d'acoustique (SFA); 2008. p. 3703-6.
248. University of Michigan. Noise JEM - Search Database [page Web : Welcome to the Noise Job Exposure Matrix (JEM) App]. [s.l.]; févr. 2024. <https://noise.shinyapps.io/noiseJEM/>
249. Neitzel RL, Kardous CA. Introducing an Occupational Health Resource : The Occupational Noise Job Exposure Matrix. NIOSH Science Blog. 2020. <https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2020/10/28/jem/>
250. Berger E.H., Neitzel R., Kladden C.A. Noise Navigator® Sound Level Database with Over 1700 Measurement Values (Version 1.8). (E-A-R 88-34/HP). Indianapolis (IN) and Ann Harbor (MI) : E•A•RCAL Laboratory, and Dept. of Environmental and Occupational Health Sciences, Univ. of Washington; août 2016.
<https://multimedia.3m.com/mws/media/1262312O/3m-noise-navigator.xlsx>
251. WorkSafeBC. WorkSafe Bulletin - How loud is it? - Construction. Richmond (BC) : WorkSafeBC; 2019. 2 p. (WS 2019-11). <https://www.worksafebc.com/resources/health-safety/hazard-alerts/how-loud-is-it-construction?lang=en>

252. WorkSafeBC. HearSafe - How loud is it? - General Industry. Richmond (BC) : WorkSafeBC; 2016 [consulté le 17 juin 2021]. 1 p. <https://www.worksafebc.com/en/resources/health-safety/books-guides/general-industry-how-loud-is-it?lang=en&origin=s&returnurl=https%3A%2F%2Fwww.worksafebc.com%2Fen%2Fsearch%23sort%3DRelevance%26q%3Dhow%2520loud%2520construction%26f%3Alanguage-facet%3D%5BEnglish%5D>
253. Gouvernement de l'Ontario, ministère du Travail, de l'Immigration, de la Formation et du Développement des compétences. Annexe D : Exposition au bruit dans les domaines de la construction, de l'exploitation minière, de l'agriculture et de la lutte contre l'incendie [page Web : Accueil > Travail et emploi > Santé et sécurité au travail > Conformité en matière de santé et de sécurité > Guide du règlement relatif au bruit pris en vertu de la Loi sur la santé et la sécurité au travail]; 25 mai 2022. https://www.labour.gov.on.ca/french/hs/pubs/noise/gli_noise_6.php
254. American National Standards Institute (ANSI) and American Society of Safety Engineers (ASSE). ANSI/ASSE A10.46-2013 Hearing Loss Prevention for Construction and Demolition Workers (American National Standard Construction and Demolition Operations). Des Plaines (IL) : ANSI dans ASSE; 2013. 26 p.
255. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Division of Surveillance, Hazard Evaluation, and Field Studies. CDC - NIOSH Health Hazard Evaluations (HHEs) - Search [page Web]. Avr. 2016. <https://www2a.cdc.gov/hhe/search.asp#searchresults>
256. National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH Health Hazard Evaluation Program Noise Measurement Database (page Web : Data and Statistics Gateway > Research Data). Déc. 2015. Rapport no NIOSH Dataset RD-1005-2014-0. <https://www.cdc.gov/niosh/data/datasets/rd-1005-2014-0/default.html>
257. Descloux N, [Suva]. Information sur le système en place pour le prêt d'instruments de mesure du bruit dans les milieux de travail [Courriel : Réponse à la demande de R. Martin, INSPQ, 7 avril 2022]. 2022.
258. Lowry DM, Fritschi L, Mullins BJ. Occupational noise exposure of utility workers using task based and full shift measurement comparisons. *Heliyon*. Juin 2022; 8 (6) : e09747.
259. Kardous CA. NIOSH Power Tools Sound Power. Cincinnati (OH) : National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH); avr. 2018. https://www.cdc.gov/niosh/media/files/Tool_Test_Noise_Summary-1.xlsx
260. National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH). Noise & Hearing Loss Prevention : Noise Levels of Power Tools [archived document] [page Web]. Avr. 2018. https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/noise_levels.html
261. WorkSafe New Zealand. Fact Sheet : Noise Levels Created by Common Construction Tools. Wellington (NZ) : WorkSafe New Zealand; 2018. 4 p. https://www.safety.uwa.edu.au/_data/assets/pdf_file/0012/3448983/WKS-6-noise-levels-common-construction-tools.pdf
262. European Commission (EC), DG Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. Noise emissions of outdoor equipment - Database. [s.d.]. <https://webgate.ec.europa.eu/single-market-compliance-space/#/noise-emission/equipment>
263. Commission européenne (CE). Directive 2000/14/CE du Parlement européen et du Conseil du 8 mai 2000 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments. Journal officiel de l'Union européenne, 3 juillet 2000; L162/1-L162/78.

264. Commission européenne (CE). Directive 2005/88/CE du Parlement européen et du Conseil du 14 décembre 2005 modifiant la directive 2000/14/CE concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments. Journal officiel de l'Union européenne, 27 décembre 2005. 2005; L344/44-L344-46.
265. Commission européenne (CE). Directive 2006/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 mai 2006 relative aux machines et modifiant la directive 95/16/CE (refonte). Journal officiel de l'Union européenne, 17 mai 2006. 2006; L 157/24-L 157/86.
266. Saindon J, Bourbonnais R, Legris M, LeQuoc S. Introduction à l'hygiène du travail. 3e éd. Trois-Rivières : Les Éditions SMG; 2022. 642 p.
267. Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS). Bruit : estimation de l'exposition quotidienne. Outil [calculatrice]. Paris : INRS; 2013. <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil23>
268. Suva. Calcul des niveaux de pression acoustique et d'exposition au bruit. Lucerne (Suisse); févr. 2021. <https://www.suva.ch/fr-ch/download/outils-et-test/calcul-des-niveaux-de-pression-acoustique-et-d-exposition-au-bruit/standard-variante#state=%5Be16af6f4743478f02ef141e6d0c10%5Bopen%5D%3Dtrue%5D>
269. Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST). Calculatrice permettant d'évaluer le niveau d'exposition quotidienne au bruit ($L_{EX,8h}$ ou $L_{ex,8h}$); 2021. <https://servicesenligne.cnesst.gouv.qc.ca/prevention/calculatrice-bruit/index.aspx>
270. Health & Safety Executive (HSE). Exposure calculators and ready-reckoners [page Web : Guidance > Topics > Noise > Worried about your hearing?]. London (UK) : HSE; 2009. <https://www.hse.gov.uk/noise/calculator.htm>
271. Institut national de recherche et de sécurité (INRS). Bruit : calculatrice ISO 9612. Paris : INRS; 2009. <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil24>
272. Brüel & Kjær (B & K). Fiche technique - Type 2240 Sonomètre intégrateur (BP 2013-11). Naerum (Denmark) : B & K Sound & Vibration Measurement; 2013. 4 p. (Publication n° BP 2013-11). <https://www.bksv.com/media/doc/bp2021.pdf>
273. Suva. Bruit dangereux pour l'ouïe aux postes de travail. Lucerne (Suisse) : Suva; 2018 [consulté le 9 juill. 2018]. 88 p. (Publication n° 44057.f). https://www.suva.ch/-/media/static-picturepark-assets/uncategorized/2/1/1/0/5/21105-1--44057_d_original_de_21105--d--pdf.pdf?lang=fr-CH
274. Hong Law C, Da Silva G. Re : Demande. (24 août 2021); Montréal. Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, Prévention des risques mécaniques et physiques, courriel (Réponse au message original : Deux questions sur les instruments de mesure du bruit, courriel envoyé par Richard Martin, Direction des risques biologiques et de la santé au travail, INSPQ, 19 août 2021). 2021.
275. WorkSafe BC. Occupational noise surveys. Third Edition. [Richmond] : Workers' Compensation Board of British Columbia; 2007. 20 p.
276. Kardous CA, Shaw PB. Evaluation of smartphone sound measurement applications. J Acoust Soc Am. Avr. 2014; 135 (4) : EL186-92.
277. Kardous CA, Shaw PB. Evaluation of smartphone sound measurement applications (apps) using external microphones-A follow-up study. J Acoust Soc Am. Oct. 2016; 140 (4) : EL327.

278. Kardous CA, Celestina M. New NIOSH Sound Level Meter App. NIOSH Science Blog. 2017. <https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2017/01/17/slm-app/>
279. National Institute for Occupational Safety and Health. Noise and Occupational Hearing Loss : NIOSH Sound Level Meter App [page Web]. 2023. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/app.html>
280. National Institute for Occupational Health and Safety, Hearing Loss Prevention Team, collaboration by EA LAB, Inc. NIOSH Sound Level Meter Application (app) for iOS devices. Cincinnati (OH) : NIOSH; 2019. 28 p. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/pdfs/NIOSH-Sound-Level-Meter-Application-app-English.pdf>
281. Roberts B, Kardous CA, Neitzel R. Improving the Accuracy of Smart Devices to Measure Noise Exposure. J Occup Environ Hyg. Nov. 2016; 13 (11) : 840-6.
282. Occupational Health & Environmental Safety Division. 3M™ Noise Indicator NI-100. St-Paul (MN) : 3M Company; 2010. 2 p. <https://www.indomultimeter.com/Pdf/3M-Quest-N100-Brochure.pdf>
283. Acoustical Surfaces Inc. QUIET LIGHT™ Classroom Noise Monitor Traffic Light [page Web]. Chaska (MN); 2023. https://www.acousticalsurfaces.com/talklight/quiet_light.html
284. NoiseMeters Inc (NoiseMeters Canada). Noise Warning Signs [page Web]. 2023. <https://www.noisemeters.com/cat/noise-warning-signs/>
285. Seixas NS, Neitzel R, Stover B, Sheppard L, Daniell B, Edelson J, et coll. A multi-component intervention to promote hearing protector use among construction workers. Int J Audiol. mars 2011; 50 Suppl 1 (0 1) : S46-56.
286. NoiseMeters Inc (NoiseMeters Canada). SoundEar 3 Advanced Noise Warning Sign. Berkley (MI); 2023. 2 p. <https://www.noisemeters.ca/pdf/soundear/se3ear.pdf>
287. Commission européenne (CE). Directive 89/391/CEE du Conseil du 12 juin 1989 concernant la mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail. Journal officiel des Communautés européennes, 29 juin 1989; L183/1 à L183/8.
288. Gouvernement de l'Ontario, ministère du Travail, de l'Immigration, de la Formation et du Développement des compétences. Règlement- Annexe A : Instruments de mesure [page Web : Accueil > Travail et emploi > Santé et sécurité au travail > Conformité en matière de santé et de sécurité > Guide du règlement relatif au bruit pris en vertu de la Loi sur la santé et la sécurité au travail]. 25 mai 2022. http://www.labour.gov.on.ca/french/hs/pubs/noise/gl_noise_3.php
289. Gouvernement du Manitoba. Règlement sur la sécurité et la santé au travail (Règl du Man 217/2006). Winnipeg; 2006. 347 p. <https://web2.gov.mb.ca/laws/regs/current/pdf-regs.php?reg=217/2006>
290. British Columbia, Office of Legislative Counsel, Ministry of Attorney General. Workers Compensation Act - Occupational Health and Safety Regulations (B.C. Reg. 296/97) [Last amended January 1, 2024 by B.C. Reg. 204/2023]. Victoria (BC); 2024. 648 p. https://www.bclaws.gov.bc.ca/civix/document/id/crbc/crbc/296_97_multi
291. Nivelet T. Le bruit en milieu de travail : aide-mémoire juridique (6e éd.). Paris : Institut national de recherche et de sécurité (INRS); 2019. 19 p. (Publication n° TJ 16). <https://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-TJ-16/tj16.pdf>
292. Earshen JJ. Chapter 3 - Sound Measurement : Instrumentation and Noise Descriptors. Dans : Berger EH, Royster LH, Royster JD, Driscoll DP, Layne M, rédacteurs. The Noise Manual (N° AIHA : 619-BP-03). 5th edition, revised. Fairfax (VA) : American Industrial Hygiene Association (AIHA); 2003. p. 41-100.

293. Murphy WJ, Kardous CA, Brueck SE. Chapter 3 : Sound Measurement : Instrumentation and Noise Metrics. Dans : Meinke DK, Berger EH, Driscoll DP, Neitzel RL, Bright K, rédacteurs. The Noise Manual . 6th edition. Falls Church (VA) : American Industrial Hygiene Association (AIHA); 2022. p. 29-66.
294. Larson Davis. G4 LD Utility - Software Reference Manual. Provo (Utah) : PCB Piezotronics Inc; 2022. 146 p. + appendix.
<https://www.larsondavis.com/contentstore/MktgContent/LinkedDocuments/LarsonDavis/G4-LD-Util-Manual.pdf>
295. Brüel & Kjær. Sonomètre B&K 2245 [page Web : Matériels\Appareil de mesure\Sonomètres \Sonomètres de la gamme B&K 2245]. 2023. <https://www.bksv.com/fr/instruments/handheld/sound-level-meters/2245-series>
296. Larson Davis. Sonomètre intégrateur moyenneur modèle 831. Manuel d'utilisation. Depew (NY) : Larson Davis, PCB Piezotronics Inc.; 2013. 168 p.
[https://www.larsondavis.com/ContentStore/mktg/LD_Manuals/831%20Manual%20\(French\).pdf](https://www.larsondavis.com/ContentStore/mktg/LD_Manuals/831%20Manual%20(French).pdf)
297. Soft dB. Sonomètre intégrateur de classe 2 avec fonction d'enregistrement des données Piccolo II [page Web]. 2024. <https://www.softdb.com/fr/produits/piccolo2/>
298. Larson Davis. Spartan Noise Dosimeter Model 730 [specs]. Depew (NY) : Larson Davis, PCB Piezotronics Inc.; 2021. 2 p. (Publication n° DS-0199 revA 1020).
<https://www.larsondavis.com/contentstore/MktgContent/LinkedDocuments/LarsonDavis/Spartan-730-Noise-Dosimeter.pdf>
299. Larson Davis. Spartan 730/730IS Noise Dosimeter. Reference Manual. Provo (Utah) : PCB Piezotronics Inc.; 2022. 65 p. + annexes.
<https://www.larsondavis.com/contentstore/MktgContent/LinkedDocuments/LarsonDavis/Spartan-Model-730-Manual.pdf>
300. Larson Davis. Spark® Noise Dosimeters and Blaze® Software : Technical Reference Manual. Provo (Utah) : PCB Piezotronics Inc.; 2013. 222 p. (Publication n° I706.01 Rev J).
https://www.larsondavis.com/ContentStore/mktg/LD_Manuals/706%20Spark%20Blaze%20manual.pdf
301. Pulsar Instruments R. Why do I need to calibrate my sound level meter? [page Web]. Pulsar Instruments; 2011.
<https://pulsarinstruments.com/news/why-do-i-need-to-calibrate-my-sound-level-meter/>
302. Fortier P, Héroux-Berthiaume J, Parent-Dionne C, Pellerin E. Protocole de surveillance environnementale pour le bruit et document de soutien aux interventions en hygiène du travail (mis à jour juillet 1999). Longueuil : Direction de la santé publique, de la planification et de l'évaluation, Régie régionale de la santé et des services sociaux de la Montérégie; 1997. 177 p.
303. Bonnet F. Méthode de mesure individuelle de l'exposition sonore effective intra-auriculaire en milieu de travail. Montréal : École de technologie supérieure (ÉTS), Université du Québec; 2019. 167 p.
https://espace.etsmtl.ca/id/eprint/2337/1/BONNET_Fabien.pdf
304. WorkSafe BC. Sound Advice. A Guide to Hearing Conservation Program. Vancouver : Workers' Compensation Board of British Columbia; 2017. (Publication n° BK12 (12/17)).
<https://www.worksafebc.com/en/resources/health-safety/books-guides/sound-advice-a-guide-to-hearing-conservation-programs>
305. Williams SC, Rabinowitz PM. Usability of a daily noise exposure monitoring device for industrial workers. Ann Occup Hyg. Oct. 2012; 56 (8) : 925-33.

306. Royster LH, Berger EH, Royster JD. Chapter 7 - Noise surveys and data analysis. Dans : Berger EH, Royster LH, Royster JD, Driscoll DP, Layne M, rédacteurs. The Noise Manual (No AIHA: 619-BP-03). 5th edition, revised. Fairfax (VA) : American Industrial Hygiene Association (AIHA); 2003. p. 165-244.
307. Martin R, Fortier P. Évaluation de l'exposition des travailleurs au bruit en considérant l'atténuation fournie par les protecteurs auditifs. Montréal : Institut national de santé publique du Québec; 2020. 7 p.
<https://www.inspq.qc.ca/publications/2654>
308. Royster LH, Berger EH, Royster JD. Appendix G: Monitoring Noise Levels Non-Mandatory Informational Supply. Dans : Berger EH, Royster LH, Royster JD, Driscoll DP, Layne M, rédacteurs. The Noise Manual (No AIHA 619-BP-03). 5th edition, revised. Fairfax (VA) : American Industrial Hygiene Association (AIHA); 2003. p. 165-244.
309. Work Health and Safety Queensland (WHSQ). Managing noise and preventing hearing loss at work - Code of Practice. [Canberra (AU)] : WHSG; 2021. 54 p.
https://www.worksafe.qld.gov.au/_data/assets/pdf_file/0026/72638/managing-noise-hearing-loss-at-work-cop-2021.pdf
310. SafeWork South Australia (SA). Noise in the workplace : what you should know. Adelaïde : Safework SA, Government of South Australia; 2008. 16 p. (Publication n° 0291-0064-Reprint 10-2008).
311. WorkSafe BC. Noise control and hearing conservation program : Template. Vancouver : Workers' Compensation Board of British Columbia; 2019. 8 p. <https://www.worksafebc.com/en/resources/health-safety/exposure-control-plans/noise-control-hearing-conservation-program-template?lang=en>
312. SafeWork New South Wales (NSW). Managing noise and preventing hearing loss at work - Code of Practice. Lissarow (AU)] : SafeWork NSW; 2022. 60 p. (Publication n° SW_34487_22).
https://www.safework.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0017/50075/Managing-noise-and-preventing-hearing-loss-at-work-COP.pdf
313. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Guide d'évaluation de l'exposition au bruit émanant d'une carrière ou d'une sablière. Québec : MELCC; 2020. 18 p.
<https://www.environnement.gouv.qc.ca/Industriel/carrieres-sablieres/guide-evaluation-bruit-cs.pdf>
314. Office des transports du Canada (OTC). Méthodologie de mesure et de présentation d'un rapport sur le bruit ferroviaire. Ottawa : OTC; 2011. 80 p. (No de catalogue TT4-20/2011F-PDF). http://www.otc-cta.gc.ca/sites/all/files/altformats/books/methodologie_mesure_bruit_ferroviaire.pdf
315. Martin R, Laines P, Deshaies P, Fortier P. L'ensemble du parfait réducteur du bruit. Tapageur. 10 juin 2003; 1 (4) : 2-3.
316. Oddo R, Simard C, Attala N. Mise à jour du répertoire des silencieux, soufflettes et pistolets aspirateurs (version révisée). Montréal : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail. 2012. 53 p. (Études et recherches : R-612). <http://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-612.pdf>
317. IRSST. Choisir une soufflette efficace et sécuritaire. Fiche technique. Montréal : Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et Sécurité au Travail. 2015. 5 p. (RF-612).
<https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/RF-612.pdf>
318. Suva. Bruit au poste de travail - Identification des dangers et plan de mesures. Lucerne (Suisse) : Suva Pro; 2013. 4 p. (Publication n° 67009.F). https://www.suva.ch/-/media/produkte/dokumente/6/c/4/20399-1--67009_f_original_20399--d--pdf.pdf?lang=fr-CH

319. Hottinger Brüel & Kjaer, Bo Vedel J. Recalibrate your expectations with more than just a calibration. Extrait vidéo [page Web]. Virum (Denmark) : Calibration Laboratory, HBK Headquarters; 2022 [consulté le 13 oct. 2022]. <https://www.bksv.com/en/knowledge/blog/sound/sound-level-meter-calibration>
320. Conseil canadien des normes (CCN). Répertoire des laboratoires d'étalonnage accrédités [acoustique et vibration] [page Web]. [Ottawa] : Conseil national de recherches Canada; avr. 2022. https://nrc.canada.ca/fr/certifications-evaluations-normes/service-devaluation-laboratoires-detallonnage/repertoire-laboratoires-detallonnage-accredites?f%5B0%5D=field_of_calibration%3A30058
321. Honeywell International. Howard Leight QuietDose In-Ear Dosimetry Recognized by BSIF for Product Innovation (press release). Basingstoke (UK); (consulté le 15 oct. 2021). 2011. https://www.honeywellsafety.com/Europe/News_and_Events/Press_Releases/Howard_Leight_QuietDose_In-Ear_Dosimetry_Recognized_by_BSIF_for_Product_Innovation.aspx
322. Rabinowitz P, Galusha D, Cantley LF, Dixon-Ernst C, Neitzel R. Feasibility of a daily noise monitoring intervention for prevention of noise-induced hearing loss. *Occup Environ Med.* BMJ Publishing Group Ltd; 1^{er} nov. 2021; 78 (11) : 835-40.
323. Nélisse H, Bonnet F, Nogarolli M, Voix J. Développement d'une méthode de mesure de l'exposition sonore effective intraauriculaire pour une utilisation en milieu de travail. Montréal. Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et Sécurité au Travail; 2021. 91 p. (Rapports scientifiques : R-1126-fr). <https://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/101103/n/mesure-exposition-sonore>
324. Trawick J, Slagley J, Eninger R. Occupational Noise Dose Reduction via Behavior Modification Using In-Ear Dosimetry among United States Air Force Personnel Exposed to Continuous and Impulse Noise. *Open Journal of Safety Science and Technology.* Scientific Research Publishing; 14 mai 2019; 9 (2) : 61-81.
325. Binette L, Hains M, Mathieu R, Tremblay C. Démarche d'intervention provinciale visant la réduction des niveaux d'exposition au bruit pour les travailleurs des secteurs « scieries et transformation du bois » qui sont exposés à 100 dB(A) et plus/8 heures. Table de concertation nationale en santé au travail (TCNSAT); 2007. 33 p.
326. Brüel & Kjær (B & K). Technical Documentation - Integrating-averaging Sound Level Meter Type 2240 User Guide [Guide de l'utilisateur]. Naerum (Denmark) : B & K Sound & Vibration Measurement A/S; 2014. 214 p. (Publication n° BE 1695-12).
327. B&K. Fiche technique - Sonomètre B&K 2245 avec Work Noise Partner. Naerum (Denmark) : Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement (BK); 2020. 8 p. (Publication n° BP 2620-12). <https://www.bksv.com/media/doc/bp2620.pdf>
328. Hottinger Brüel & Kjær (HBK). B & K 2245 avec Work Noise Partner. Guide de l'utilisateur (pour version 1.5). Virum (Denmark) : HBK; 2021. 95 p. (Publication n° BN 2386-16). <https://www.bksv.com/downloads/2245/user%20guide%20-%20work%20noise%20partner/bn2386.pdf>
329. Larson Davis. Model 831 SLM Manual. Depew (NY) : Larson Davis, PCB Piezotronics Inc.; 2020. 531 p. https://www.larsondavis.com/ContentStore/mktg/LD_Manuals/831%20Manual.pdf
330. Dumas J, Lambert F. Analyse fréquentielle (premier niveau). [s.l.] : 01 dB Industries; 1996 [consulté le 15 nov. 2023]. 52 p. <http://www.blog-audioprothesiste.fr/wp-content/uploads/2014/12/Analyse-Frequentielle- - Level1.pdf>

331. Table de concertation nationale en santé au travail (TCNSAT), Vigneault JP. Le rôle des intervenants dans la réduction à la source. Activité relative au plan d'action 2005-2008 du Réseau de santé publique en santé au travail « Lutte contre le bruit, la surdité professionnelle et leurs conséquences sur la santé et la sécurité ». [s.l.] : TCNSAT; 2009. 22 p.
332. Padois T., Doutres O., Sgard F., Berry A. Développement d'une antenne microphonique intégrant un système optique pour identifier la position des sources sonores les plus bruyantes en milieu industriel. Montréal : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail; 2019. 70 p.
<https://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/101020/n/antenne-microphonique-systeme-optique-milieu-industriel>
333. Padois T, St-Jacques J, Rouard K, Quaegebeur N, Grondin F, Berry A, et coll. Et si on pouvait voir le bruit? Substance - Activité scientifique et innovation de l'ÉTS. 12 janv. 2022. <https://substance.etsmtl.ca/et-si-on-pouvait-voir-le-bruit>
334. Y. Champoux. Transfert des outils d'acoustique prévisionnelle au milieu industriel québécois [page Web : Recherche en SST > Projets de recherche]. Montréal : Institut de Recherche en Santé et Sécurité au Travail (IRSST); 1993. <https://www.irsst.qc.ca/recherche-sst/projets/projet/i/164/n/transfert-des-outils-d-acoustique-previsionnelle-au-milieu-industriel-quebecois-0093-0270>
335. Chambre de commerce et d'industrie -Paris, Ile-de-France. Fiche pratique : Protection des salariés : les mesures relatives au bruit [page Web : Santé - Sécurité > Gérer le risque et la sécurité en entreprise]. Paris-Ile-de-France; 2014 (consulté le 2 juin 2016). <http://www.entreprises.cci-paris-idf.fr/web/environnement/sante-securite/risque-entreprise/mesures-prevention>
336. L'Espérance A. Logiciel d'analyse et de gestion du bruit OUIE 2000 - Développement et intégration d'un modèle d'acoustique prévisionnelle. Montréal : Institut de recherche en santé et en sécurité du travail; 2001. 21 p. (R-271). <https://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/798/n/logiciel-d-analyse-et-de-gestion-du-bruit-ouie-2000-developpement-et-integration-d-un-modele-d-acoustique-previsionnelle-r-271>
337. L'Espérance A, Boudreault A, Gariépy F, Bacon P. Réduction du bruit dans les CPE par la réduction du temps de réverbération: Analyses et études de cas. Montréal : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail; 2005. 65 p. (Études et recherches : R-435). <https://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/100163/n/reduction-du-bruit-dans-les-cpe-par-la-reduction-du-temps-de-reverberation-analyses-et-etudes-de-cas-r-435>
338. Kafui Amédin C, Sgard F, Attala N. Performance d'outils de modélisation pour la résolution de deux problématiques de bruit et de vibrations de type impulsif. Montréal : Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et Sécurité au Travail; 2017. 99 p. (Rapports scientifiques : R-961).
<https://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/100930/n/performance-outils-modelisation-resolution-bruit-vibrations-impulsif>
339. [Dugré G.]. Projet pilote Réduction de l'exposition au bruit des travailleurs des scieries. Rapport d'évaluation du projet pilote réalisé dans cinq scieries du Québec (version finale). [Québec] : Comité patronal-syndical sur la réduction de l'exposition des travailleurs au bruit dans les scieries; 2004. 47 p.
340. CSA Group. CSA Z1007:22 - Hearing loss prevention program (HLPP) management. Toronto (ON) : CSA Group [Canadian Standards Association]; 2022. 93 p.

341. Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESTT). Analyse d'impact réglementaire. Version préliminaire. Projet de Règlement modifiant le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) (S-2.1, r. 13); Projet de Règlement modifiant le Code de sécurité pour les travaux de construction (CSTC) (S-2.1, r.4). Projet de Règlement modifiant le Règlement sur la qualité du milieu de travail (S-2.1, r. 11); Projet de Règlement modifiant le Règlement sur le représentant à la prévention dans un établissement (S-2.1, r. 12). [s.l.] : CNESTT; 2019. 27 p. <https://www.cnesst.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/air-projet-rsst-cstc-rrpe-rqmt.pdf>
342. Laird I, Thorne P, Welch D, Legg S. Recommendations for an Intervention Strategy for the Prevention of Noise Induced Hearing Loss (NIHL) in New Zealand. Palmerston North & Auckland (NZ) : Massey University and The University of Auckland; 2011. 43 p. <https://www.massey.ac.nz/massey/fms/Colleges/College%20of%20Business/CERGOSH/Docs/Recommendation%20for%20an%20Intervention%20Strategy%20Final.pdf>
343. Luquet P. La mesure acoustique. Copenhague : Organisation mondiale de la santé (OMS), Bureau régional de l'Europe; 2000. 24 p.
344. Salt AN, Hullar TE. Responses of the ear to low frequency sounds, infrasound and wind turbines. Hear Res. 1^{er} sept. 2010; 268 (1-2) : 12-21.
345. Chatillon J. Limites d'exposition aux infrasons et aux ultrasons. Étude bibliographique. Hygiène & sécurité du travail - Cahiers de notes documentaires. 2e trimestre 2006; (ND 2250-203-06) : 67-77.
346. LeQuoc S. Chapitre 7 : Bruit. Dans : Saindon J, Bourbonnais R, Legris M, LeQuoc S, rédacteurs. Introduction à l'hygiène du travail. 3^e éd. Trois-Rivières : Les Éditions SMG; 2022.
347. Hansen C.H. Chapter 1 : Fundamentals of acoustics. Dans : Goelzer B., Hansen C.H., Sehrndt G.A., rédacteurs. Occupational exposure to noise : evaluation, prevention and control A document published on the behalf of the World Health Organization (WHO). Dortmund (Germany) : Federal Institute for Occupational Safety and Health; 2001. p. 23-52.
348. Driscoll DP. Chapter 2 : Physic of Sound and Vibration. Dans : Meinke DK, Berger EH, Driscoll DP, Neitzel RL, Bright K, rédacteurs. The Noise Manual. 6th edition. Falls Church (VA) : American Industrial Hygiene Association (AIHA); 2022. p. 11-28.
349. Brüel & Kjaer. Bruit de l'environnement. Naerum (Danemark) : Brüel & Kjaer Sound & Vibration Measurement; 2000. 67 p. <https://www.bksv.com/media/doc/br1627.pdf>
350. Ministère de la Santé et des Services sociaux. Exemples de sources de bruit et de réactions humaines selon le niveau de bruit. Québec : Gouvernement du Québec; 2016. 1 p. (Publication n° 15-004-06W). <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/document-001664/>
351. Elliott R. Measurement Microphones, Sound Level Meters and Calibrators [page Web]. Thornleigh (AU) : Elliott Sound Products; 2016. <https://sound-au.com/articles/microphones-2.htm>
352. Centre d'information et de documentation sur le bruit (CIDB). A1. - Le décibel et le bruit – les unités acoustiques. Paris : CIDB; 2009. 5 p. https://www.bruit.fr/images/stories/pdf/A1_decibel_bruit.pdf
353. Canetto P. Techniques de réduction du bruit en entreprise. Quelles solutions? Comment choisir? Paris : Institut national de recherche et de sécurité (INRS); 2007. 24 p. (ED 962). <http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-962/ed962.pdf>

354. Institut national de recherche et de sécurité (INRS). Complément d'informations relatif à la nouvelle directive « Machines » 2006/42/CE (réalisé par le département ingénierie des équipements de travail de l'INRS). Bruit : des avancées notables. Travail & Sécurité. 2010; Février (TS703) : 1-2.
355. Boudier, Guibert. Niveaux Sonores, Puissance, Pression, Intensité (Cours d'Acoustique, Techniciens Supérieurs Son, 1^{re} année). Caen/Cherbourg : École supérieure des Arts et Média; 2006. 12 p.
356. Campo P, Paquet F, Amzal B, Baril M, Berode M, Binet S, et coll. Valeurs limites d'exposition en milieu professionnel - Application aux substances déjà expertisées par le CES VLEP du document méthodologique pour prévenir des effets de la coexposition professionnelle au bruit et aux substances chimiques. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective (édition scientifique). Maisons-Alfort : Agence nationale de sécurité sanitaire, alimentation, environnement, travail (Anses); 2015. 59 p.
<https://www.anses.fr/fr/system/files/VLEP2012sa0047Ra-02.pdf>
357. Campo P, Paquet F, Amzal B, Baril M, Berode M, Binet S, et coll. Valeurs limites d'exposition en milieu professionnel - Coexposition professionnelle au bruit et aux substances chimiques. Rapport d'expertise collective (édition scientifique). Maisons-Alfort : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses); 2013. 69 p. <https://www.anses.fr/fr/system/files/VLEP2012sa0047Ra.pdf>
358. The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals, Johnson AC, Morata TC. Occupational exposure to chemicals and hearing impairment. Gothenburg : Arbete och Hälsa, University of Gothenburg; 2010. 177 p. <http://hdl.handle.net/2077/23240>
359. Campo P, Maguin K, Gabriel S, Möller A, Nies E, Solé Gómez MD, et coll. Combined exposure to noise and ototoxic substances. Luxembourg : EU-OSHA (European Agency for Safety and Health at Work); Office for Official Publications of the European Communities; 2009. 62 p. (Rial González E, Kosk-Bienko J, rédacteurs. TE-80-09-996-EN-N). <https://osha.europa.eu/sites/default/files/Doss%20WRO-108%20-%20Combined%20exposure%20to%20noise%20and%20ototoxic.pdf>
360. Occupational Safety & Health Administration (OSHA), National Institute for Occupational Health & Safety (NIOSH). Preventing Hearing Loss Caused by Chemical (Ototoxicity) and Noise Exposure - Safety and Health Information Bulletin. OSHA & NIOSH; 2018. 5 p. (SHIB 03-08-2018; DHHS (NIOSH) Publication n° 2018-124). <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2018-124/pdfs/2018-124.pdf>
361. Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail. Répertoire toxicologique; 2024. <https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/Pages/repertoire-toxicologique.aspx>
362. Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail. Répertoire toxicologique. Guide d'utilisation d'une fiche de données de sécurité; 2024. <https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/simdut-2015/guide-utilisation-fiche-donnees-securite/Pages/05-fiche-donnees-securite.aspx>
363. VHT Products Co. Safety data sheet SP109: VHT® Flame Proof Coating 1300-2000°F 704-1093°C) - Aerosol Flat Red. Cleveland (OH); janv. 2024. 22 p.
<https://www.paintdocs.com/docs/webPDF.jsp?SITEID=VHT&lang=2&cntry=US&doctype=SDS&prodno=ESP109000>
364. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Hearing Conservation. Washington (DC) : OSHA; 2002. 25 p. <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/osha3074.pdf>
365. Turcot A., Girard S.A., Couteau M., Larocque R., Baril J. « Bruit et vibrations : une combinaison dangereuse ». Hygiène et sécurité du travail. 2011; 35-8.

366. Commission européenne (CE). Directive 2002/44/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (vibrations) (seizième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE). Journal officiel des Communautés européennes 6 juillet 2002; L177/13-L177/19.
367. McLennon T, Patel S, Behar A, Abdoli-Eramaki M. Evaluation of smartphone sound level meter applications as a reliable tool for noise monitoring. J Occup Environ Hyg. Sept. 2019; 16 (9) : 620-7.
368. Suva. Protection contre le bruit au poste de travail. Déterminez l'exposition sonore (Prêt d'appareils de mesure) [page Web]. Lucerne (Suisse); 2024. <https://www.suva.ch/fr-ch/prevention/par-danger/materiaux-rayonnements-et-situations-a-risque/bruit-et-vibrations/bruit-au-poste-de-travail#anchor-5DE87CAB-B112-4143-863B-E29B65B30A52>
369. Crossley E, Biggs T, Brown P, Singh T. The Accuracy of iPhone Applications to Monitor Environmental Noise Levels. Laryngoscope. Janv. 2021; 131 (1) : E59-62.
370. Kardous CA, Shaw PB. Do Sound Meter Apps Measure Noise Levels Accurately? Sound & Vibration. 2015; (July) : 10-13.
371. Murphy E, King EA. Testing the accuracy of smartphones and sound level meter applications for measuring environmental noise. Applied Acoustics. 2016; 106 : 16-22.
372. Nast DR, Speer WS, Le Prell CG. Sound level measurements using smartphone « apps »: useful or inaccurate? Noise Health. oct 2014; 16 (72) : 251-6.
373. Celestina M, Hrovat J, Kardous CA. Smartphone-based sound level measurement apps : Evaluation of compliance with international sound level meter standards. Applied Acoustics. 1 oct 2018; 139 : 119-28.
374. Roberts B, Neitzel RL. Using Smart Devices to Measure Intermittent Noise in the Workplace. Noise Health. 2017; 19 (87) : 58-64.
375. Leons JP. Mesuring impact noise with smartphone apps. Vol. 53. Capstons & Sholarly Projects; 2019. 66 p. <https://digsholarship.unco.edu/capstones/53>
376. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Li JF, Grimes /J.R., Brueck SE, Ramsey J. Evaluation of Employee Noise Exposures and Ergonomic Risks During Dental Procedures at a Veterinary Hospital. Cincinnati (OH) : U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, NIOSH; 2020. 36 p. (HHE Report n° 2018-0165-3374). <https://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/2018-0165-3374.pdf>
377. Health & Safety Executive (HSE). 2005 n° 1643. Health & Safety. The Control of Noise at Work Regulations 2005 (Statutory Instruments). London : The Stationery Office Limited; 2005. 13 p. http://www.legislation.gov.uk/ukxi/2005/1643/pdfs/ukxi_20051643_en.pdf
378. Occupational Safety and Health Service New Zealand(OSHS-NZ). Approved Code of Practice : for the Management of Noise in the Workplace. Revised 2002 (1st edition 1996). Wellington (NZ) : OSHS-NZ, Department of Labour; 2002. 67 p. (Publication n° OSH 3280 ISBN). <https://worksafe.govt.nz/dmsdocument/779-acop-management-of-noise-in-the-workplace>
379. Seixas NS, Sheppard L, Neitzel R. Comparison of task-based estimates with full-shift measurements of noise exposure. AIHA J (Fairfax, Va). Déc. 2003; 64 (6) : 823-9.

380. Ramachandran G. Toward Better Exposure Assessment Strategies—The New NIOSH Initiative. *Annals of Occupational Hygiene*. 1er juill 2008; 52 (5) : 297-301.
381. Virji MA, Woskie SR, Waters M, Brueck S, Stancescu D, Gore R, et coll. Agreement between task-based estimates of the full-shift noise exposure and the full-shift noise dosimetry. *Ann Occup Hyg*. avr 2009; 53 (3) : 201-14.
382. Brueck SE, Stancescu D, Waters .M. Industrial hygiene report for noise exposure monitoring surveys conducted at three manufacturing plants in Quebec, Canada (June 2003– January 2004). Cincinnati (OH) : National Institute for Occupational Safety and Health, Division of Surveillance, Hazard Evaluations and Field Studies, Industry Wide Studies Branch; 2006 [consulté le 31 juill. 2023]. 328 p.
<https://ntrl.ntis.gov/NTRL/dashboard/searchResults/titleDetail/PB2007101908.xhtml#>
383. Neitzel RL, Daniell WE, Sheppard L, Davies HW, Seixas NS. Evaluation and comparison of three exposure assessment techniques. *J Occup Environ Hyg*. 2011; 8 (5) : 310-23.
384. Neitzel RL, Daniell WE, Sheppard L, Davies HW, Seixas NS. Improving exposure estimates by combining exposure information. *Ann Occup Hyg*. 2011; 55 (5) : 537-47.
385. Ising et coll. 1997, Ahmed et coll. 2004, Schlaefer et coll. 2009 cités dans : Neitzel RL, Daniell WE, Sheppard L, Davies HW, Seixas NS. Improving exposure estimates by combining exposure information. *Ann Occup Hyg*. 2011; 55 (5) : 537-47.
386. P.M. Arezes, C.A. Bernardo, O.A. Mateus. Measurement strategies for occupational noise exposure assessment : A comparison study in different industrial environments. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2012; 42 (1) : 172-7.
387. Burella G, Moro L. A Comparative Study of the Methods to Assess Occupational Noise Exposures of Fish Harvesters. *Saf Health Work*. juin 2021; 12 (2) : 230-7.
388. Prud'homme C. Sonomètre intégrateur Bruël & Kjaer modèle 2240. [St-Jean-sur-Richelieu] : [CLSC Vallée-des-Forts]; 2008. 4 p.
389. Fortier P, Cartaleanu O, Lord J, Pépin P. Dosimètre Larson Davis Spark® 706 et logiciel Blaze®. Guide d'utilisation. Longueuil : CISSS Montérégie-Centre (Direction de santé publique); 2017. 15 p. + annexe.
390. McKinney R, Friend RM, Skiles M. Technologically Feasible Engineering and Administrative Noise Controls (30 CFR Part 62) - Draft. Arlington (VA) : Mine Safety and Health Administration (MSHA); 2003. 24 p.
391. Réseau de santé publique en santé au travail (RSPSAT). Moyens techniques possibles pour réduire le bruit [fiche]. [s.l.] : RSPSAT; 2014. 1 p.
392. Workplace Safety and Health (WHS) Council. Workplace Safety and Health Guidelines : Hearing Conservation Programme. 2nd revision. Singapore : WHS Council in collaboration Ministry of Manpower; 2014. 56 p.
https://www.tal.sg/wshc/-/media/tal/wshc/resources/publications/wsh-guidelines/files/wsh_guidelines_hcp_revised_2014.ashx
393. Larson Davis. SoundExpert® 821/721 Sound Level Meter reference Manual. Depew (NY) : Larson Davis, PCB Piezotronics Inc.; 2024. 55 p. + Appendixes.
<https://larsondavis.com/contentstore/MktgContent/LinkedDocuments/LarsonDavis/SoundExpert%20821%20721%20Manual.pdf>

394. Larson Davis. Series 821 Spartan Sound Level Meter [spec sheet]. Depew (NY) : Larson Davis, PCB Piezotronics Inc.; 2024. 2 p. https://www.larsondavis.com/docs/librariesprovider2/datasheets/spartan-821ih-sound-level-meter-datasheet-ds-0265.pdf?sfvrsn=9f654368_21n

Annexe 1 Acoustique : notions détaillées complémentaires (définitions et principaux paramètres)

1 Son et bruit

Le **son** est un phénomène vibratoire (343). Il correspond à toute variation de la pression qui se propage dans différents milieux (air, fluide, solide^A, etc.). Dans l'air, cette variation de la pression peut être détectée par l'oreille humaine (26) de même que par le microphone d'un instrument de mesure. C'est ce qu'on appelle communément la pression acoustique. Ainsi, le son est produit lorsque les molécules d'air sont mises en vibrations créant des variations de pression et se propageant sous la forme d'une onde sonore. De manière plus imagée, le son est semblable aux vagues qui se propagent à la surface de l'eau lorsqu'un caillou y est jeté (156).

À la base, il n'y a pas de distinction physique entre le son et le bruit. Mais tout son n'est pas bruit! Ce qui les distingue c'est lorsque les sons sont jugés indésirables (non désirés), intenses, déplaisants, dérangeants, inattendus, ou encore nocifs (dommageables) en raison de leur intensité (27); on parle alors de bruit. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), on désigne le bruit d'une énergie acoustique audible qui est ou peut être néfaste à la santé de l'homme et à son bien-être physique, mental et social (28).

Le son comporte trois paramètres principaux : fréquence, amplitude (intensité, niveau, force) et durée.

1.1 Fréquence (Hz)

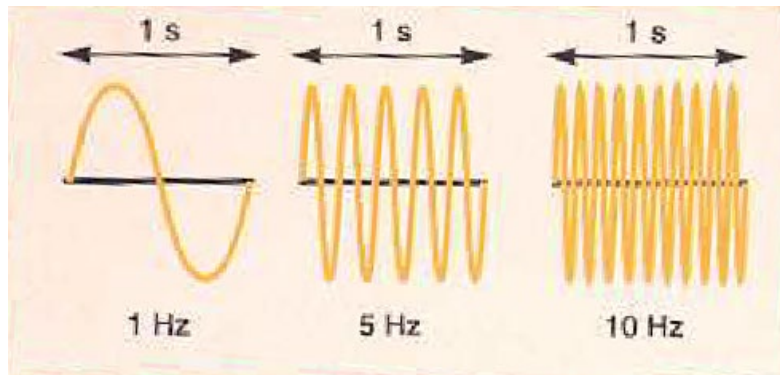
La **fréquence** réfère au nombre de variations de pression ou de mouvements complets par unité de temps. Elle se mesure en Hertz (Hz) ou encore en cycle par seconde (c/s). Un son est dit « pur » lorsqu'il ne comporte qu'une seule fréquence. Les sons purs sont rares en conditions réelles (CE 2009). En pratique, les sons (et le bruit) sont généralement composés de sons de fréquences différentes (26,245).

La fréquence est le paramètre qui permet de distinguer les sons d'après leur intonation ou la sensation de hauteur (aigu ou grave) perçue par l'oreille. Plus le nombre d'ondes (ou de vagues) passant à un point donné par seconde est élevé, plus la fréquence du son est élevée et plus le son entendu est aigu (2 000-20 000 Hz) (p. ex. meuleuse). À l'inverse, les sons de basses fréquences sont qualifiés de sons « graves » (20 à 200 Hz)^B (p. ex. transformateur, moteur diesel) (figure A.1). La plupart des sons sont composés d'éléments sonores de plusieurs fréquences.

^A Transmission du bruit dans les structures (murs, poutres, planchers, plafonds, etc.) donnant lieu à une propagation solidienne.

^B En dessous de 20 Hz, on parle d'infrasons tandis qu'au-dessus de 20 000 Hz, ce sont des ultrasons (156). Certains auteurs situent les ultrasons à compter de 16 à 17 000 Hz (35). Généralement, ces sons sont inaudibles par l'oreille humaine. Cependant, il pourrait exister des états anormaux qui influencent le fonctionnement de l'oreille la rendant hypersensible à des infrasons (344) ou en raison de seuils de sensibilité de l'oreille humaine variant d'une personne à une autre (345).

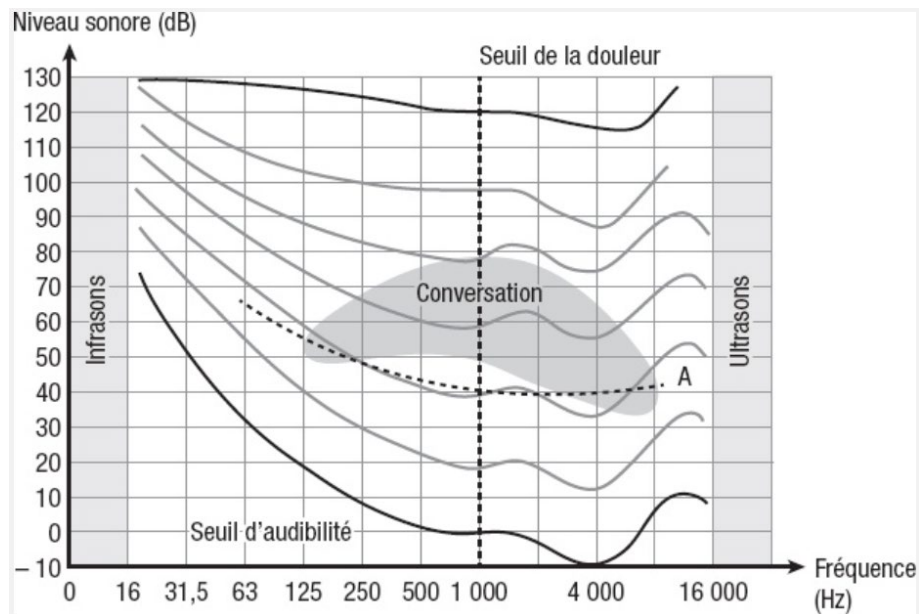
Figure A-1 Illustration de quelques fréquences de sons purs



Source : Luquet, OMS, 2000, p. b2. (343).

Une oreille humaine normale peut percevoir les sons dont la fréquence va de 20 Hz à 20 000 Hz. On parle alors du spectre d'audition. « La zone de meilleure sensibilité auditive se situe [...] entre les fréquences allant de 1 kHz [1 000 Hz] à 4 kHz [4 000 Hz] qui correspondent [aux fréquences plus importantes pour l'intelligibilité de la parole], et qui constituent ainsi un intervalle de fréquences essentiel pour la communication orale entre les personnes » (Évrard et coll., 2023, p. 740) (35) (figure A.2).

Figure A-2 Courbes isosoniques d'après Fletcher et Munson et illustration de la pondération A (courbe pointillée)



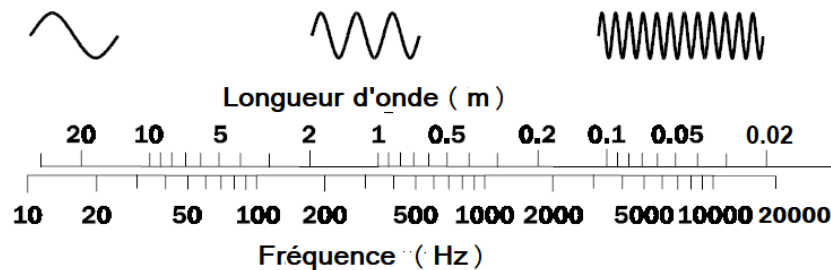
Source : reproduit de Evrard et coll., 2023, p. 740. (35).

Remarque : pour des précisions sur la pondération A, voir section 1.3.3.

1.2 Longueur d'onde

La longueur d'onde (λ) correspond à la distance parcourue par une onde sonore pendant un cycle complet et elle se mesure en mètres. Elle est liée à la fréquence de l'onde (f) et à sa vitesse de propagation (c) par : $\lambda = \frac{c}{f} = cT$. Comme elle est inversement proportionnelle à la fréquence, à une fréquence élevée correspond une longueur d'onde plus courte (346) (figure A-3). En règle générale, il est plus facile de contrôler une onde courte (haute fréquence) qu'un bruit avec une longueur d'onde plus longue (basse fréquence).

Figure A-3 Relation entre la longueur d'onde et la fréquence d'un son



Traduit et adapté de : Hansen dans Goelzer, 2001 (OMS), p. 24 (347).

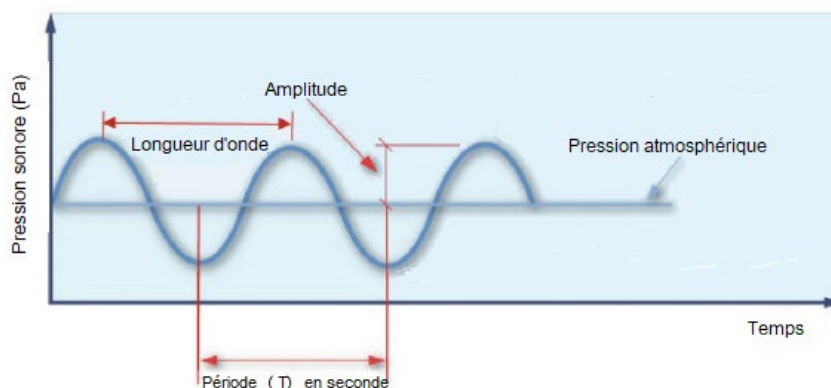
1.3 Pression acoustique : amplitude, niveau sonore et décibels (dB)

1.3.1 Amplitude

L'intensité du bruit réfère à la force du son, soit-il fort ou faible, ce qui correspond en fait à des perturbations (variations) de pression plus ou moins importantes dans l'air ambiant^A. On parle alors de l'amplitude d'une onde sonore. Ces variations de pression sont exprimées en pascals (Pa) (figure A-4). En termes de perception, l'amplitude de l'onde correspond à la sensation de force du son (266).

^A L'intensité est aussi utilisée pour décrire la puissance de la source qui produit le son. Son unité de mesure est alors le watt (et watts/m²), mais également les décibels.

Figure A-4 Variation d'une onde sonore autour de la pression atmosphérique illustrant la variation de pression sonore, la longueur d'onde, l'amplitude et la période de temps



Traduit de : Driscoll 2022, The Noise Manual, 6th, figure 2.2, p. 12 (348).

Chez l'homme, la plus petite variation de pression détectée par l'oreille équivaut à 20 micropascals (20 μPa) et elle est dénommée « pression acoustique de référence ». Quant à la pression la plus élevée qui puisse être supportée, sans dommage, par l'oreille humaine, elle est de 20 000 000 μPa , soit 20 Pa (soit un million de fois la pression acoustique de référence).

1.3.2 Niveau sonore : le décibel (dB)

Comme l'échelle en pascals (Pa) représentant l'amplitude des variations des sons perçus par l'homme est très grande, l'unité de mesure de la pression acoustique a été ramenée en décibels (dB) à des fins de commodité. Les valeurs en Pa et micropascals (μPa) ont été comprimées en utilisant le logarithme de la pression acoustique. Elle permet une représentation facilitée de la pression sonore traduite en « niveau sonore » (voir figure A-5, pages suivantes). Le son le plus faible qui peut être perçu est de 20 μPa , et le seuil pour le début de la douleur à l'oreille est situé à 20 000 000 μPa (ou 20 Pa); en décibels, ces seuils correspondent respectivement à 0 dB et à 120 dB. Le seuil d'audibilité de 0 dB correspond au seuil moyen d'audition d'une population jeune et en bonne santé auditive.

Dans l'échelle logarithmique, une augmentation du bruit de 3 dB correspond à un doublement de l'énergie sonore. Ainsi, un niveau d'exposition de 90 dBA cumule 10 fois l'énergie sonore d'une exposition à 80 dBA^A.

Un changement de 1 dB du bruit est à peine perceptible par l'oreille humaine alors qu'il sera perceptible pour un changement de l'ordre de 3 dB. Une augmentation de 6 dB correspond à un « net changement » du niveau sonore. Un changement de 10 dB sera généralement perçu comme « flagrant » et comme deux fois plus fort (en comparaison de l'intensité physique qui double à chaque augmentation de 3 dB) (349).

^A Voir ci-dessous, section 1.3.3 pour des précisions sur la pondération A ou dBA.

1.3.3 Pondérations A, C et Z

L'audition humaine n'a pas la même sensibilité à toutes les fréquences qui composent un bruit (annexe 1, section 1). Elle est davantage sensible aux sons aigus (hautes fréquences) qu'aux sons graves (basses fréquences). En conséquence, les instruments de mesure utilisent des filtres, de façon à tenir compte de cette différence physiologique et de s'approcher de la réponse de l'oreille humaine. En pondérant, au moyen de filtres, le niveau de pression acoustique aux diverses fréquences du bruit mesuré, on obtient une valeur unique, représentative de la sensibilité de l'oreille humaine. On parle alors de la « courbe de pondération fréquentielle ».

La courbe de pondération « A » (décibels « A » (dBA)) s'applique pour des sons d'amplitude relativement faible (8) avec une réduction de l'importance des fréquences extrêmes, en particulier les basses fréquences sous 200 Hz, et augmente celle des fréquences voisines de 2 500 Hz (figure A-6, page suivante). Cette pondération est celle utilisée pour la mesure du niveau d'exposition des travailleurs.

La courbe de pondération « C » (décibels « C » (dBC)) est une pondération plus linéaire. Elle tient compte de la sensibilité de l'oreille humaine pour des sons d'amplitude relativement élevée (> 80 dB). Elle réduit l'importance des fréquences égales ou inférieures à 31 Hz et de celles égales ou supérieures à 8 000 Hz. Elle doit être utilisée pour évaluer le niveau de pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeak}$) des bruits impulsionnels (annexe 1, section 2).

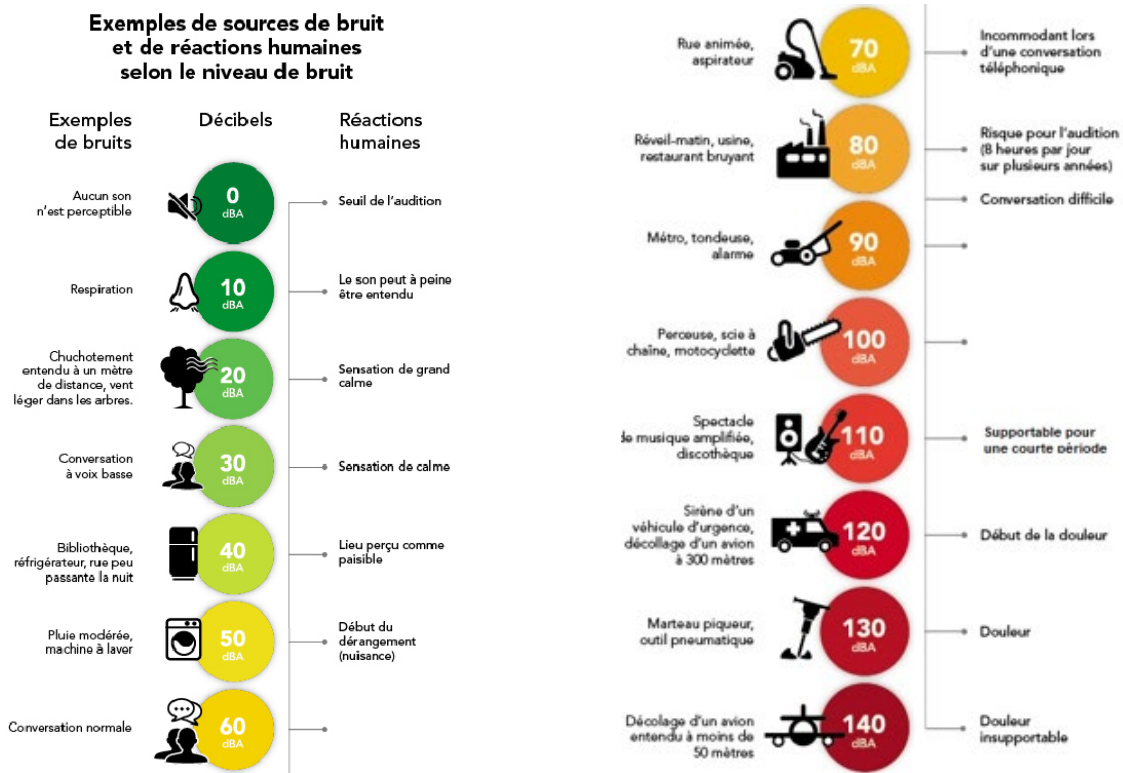
Certaines mesures sont effectuées sans aucune pondération fréquentielle, soit sans tenir compte de la sensibilité de l'oreille humaine. La pondération fréquentielle Z (Z : pour zéro) (dBZ) correspond à une réponse en fréquence plate comprise entre 8 Hz et 20 000 Hz ($\pm 1,5$ dB)^A.



Les niveaux d'exposition au bruit (quotidienne, hebdomadaire ou annuelle) sont exprimés en dBA et la pression acoustique de crête est exprimée en dBC.

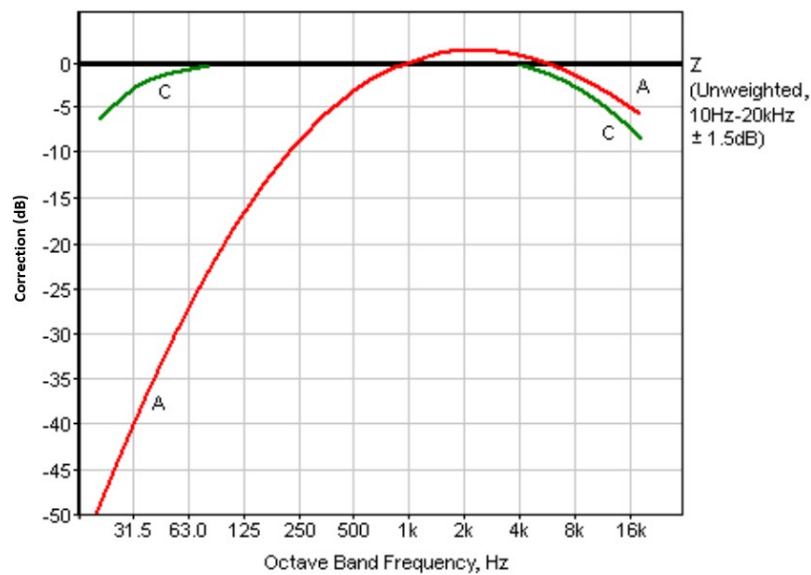
^A La pondération Z (dBZ) doit être favorisée à l'ancienne appellation décibels linéaires (dBLin) qui la remplace dans les normes.

Figure A-5 Échelle du bruit et niveaux sonores pour différentes sources de bruit



Source : adapté de MSSS, 2019 (350).

Figure A-6 Courbes correspondant aux filtres des pondérations A, C et Z



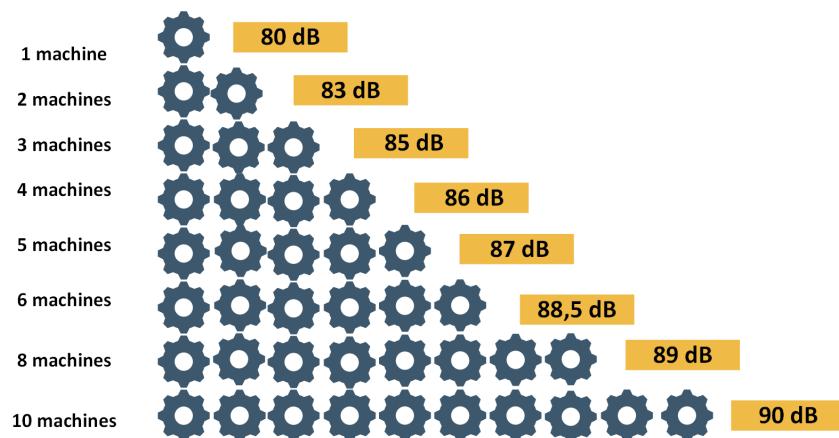
Source : Elliott, 2016, fig. 2 (351).

1.3.4 Addition et soustraction de décibels

Addition

L'utilisation d'une échelle logarithmique pour les décibels ne permet pas d'additionner directement le niveau de bruit de deux sources pour obtenir le niveau de bruit total qui est généré. Deux sources de 80 dB ne donnent pas 160 dB, mais 83 dB, ce qui correspond au doublement de l'énergie sonore.

Figure A-7 Addition de niveaux de bruit de sources identiques émettant chacune 80 dB



Source : INSPQ (auteur).

Lorsqu'on a deux sources de bruit, le calcul du niveau de bruit total peut être fait selon une méthode simple. Celle-ci consiste à ajouter une valeur entre 0 et 3 dB à la source la plus bruyante – source dominante – selon la différence entre les deux niveaux de bruit lorsque cette différence est inférieure à 10 dB (figure A-8). Au-delà d'une différence de 10 dB entre deux sources de bruit, l'influence de la source la plus faible est plutôt négligeable comme le montre l'abaque de la figure A-9 avec un niveau produit correspondant à celle de la source la plus bruyante parce que celle-ci masque le bruit de la source ayant un niveau plus faible (fiche CIDB 2009) (352).

Exemple pour préciser le niveau de bruit global à partir de trois sources de bruit qui produisent respectivement des niveaux de 80, 86, 89 dB^A (tableau A-1) :

- Calculer la différence entre les deux niveaux les moins élevés : $86 - 80 \text{ dB} = 6 \text{ dB}$.
- Au plus élevé des deux, soit 86 dB, on doit ajouter 1 dB ce qui donne 87 dB.
- Calculer la différence entre 87 dB et le niveau de la troisième source $89 \text{ dB} - 87 \text{ dB} = 2 \text{ dB}$.
- Cette différence correspond à ajouter 2,1 dB à 89 dB pour avoir le niveau de bruit global des trois sources : $89 \text{ dB} + 2,1 = 91,1 \text{ dB}$.

^A Cet exemple a été adapté à partir de celui présenté au tableau A-1 de la fiche du CIDB (352). La présentation d'origine des niveaux en dB a été conservée, mais l'exercice est le même pour des mesures en dBA.

Tableau A-1 Addition de niveaux de bruit différents en dB

Différence arithmétique entre les niveaux de 2 sources différentes de bruit dont le niveau est connu en dB ou en dBA	Valeur à ajouter au niveau le plus élevé (en dB ou dBA)	Exemple Tiré de Canetto, 2007, p. 18 (353)
0	3	- Combinaison d'un niveau de 85 dB et d'un niveau de 91 dB - L'écart est de $91 - 85 = 6$ dB; le niveau à ajouter à la valeur la plus élevée est donc de 1 dB - Le niveau global est donc : $91 + 1 = 92$ dB
1	2,5	
2	2,1	
3	1,8	
4	1,4	
5	1,2	
6	1	
7	0,8	
8	0,6	
9	0,5	
10	0,4	

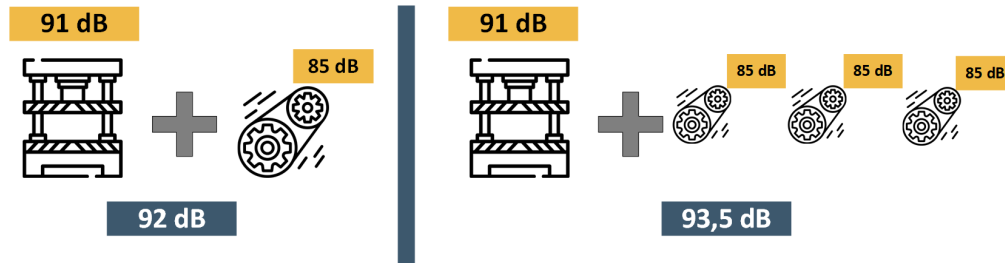
Soustraction

- Soustraire des niveaux de bruit peut être utile pour préciser le niveau d'une source lorsqu'une autre est arrêtée ou qu'on prévoit la déplacer vers une autre zone ou un autre local afin d'estimer la réduction des niveaux sonores. Le tableau II donne un exemple du calcul à appliquer.
- Les recommandations soumises aux milieux de travail devraient toujours mettre d'abord l'accent sur la source la plus importante, en termes de niveau sonore et de durée d'exposition, sachant que de réduire les sources secondaires ne permettent pas d'obtenir une réduction suffisamment significative (figure A-8).

Tableau A-2 Soustraction de niveaux de bruit différents en dB

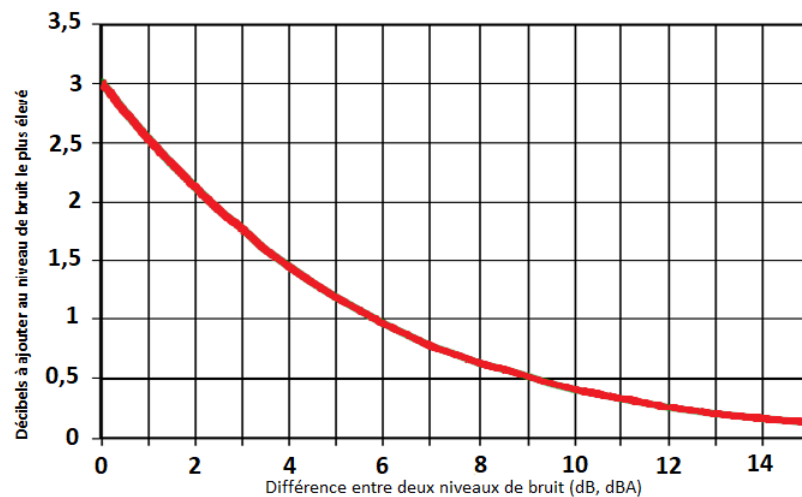
Quel est le niveau provenant de la première source (machine) lorsque sont connus le niveau global (machine et bruit de fond) et le niveau de la deuxième (bruit de fond)?		
Différence entre les 2 niveaux	Valeur à soustraire au niveau global (en dB ou dBA)	Exemple Tiré de Canetto, 2007, p.18 (353)
1	6,9	- Source 1 = machine. Source 2 = bruit de fond. - Niveau global = 80 dB. Niveau du bruit de fond = 73 dB. - L'écart ($80 - 73$) est de 7 dB. - Le niveau de la source 1 (machine) est donc de $80 - 1 = 79$ dB.
2	4,3	
3	3	
4	2,2	
5	1,7	
6	1,3	
7	1	
8	0,7	
9	0,6	
10	0,5	

Figure A-8 Influence d'une source dominante sur le niveau de bruit



Source : INSPQ (auteur).

Figure A-9 Abaque pour l'addition de deux niveaux de bruit



Source : INSPQ (auteur).

2 Puissance et pression acoustiques : la cause et l'effet

La puissance acoustique sert à décrire une source de bruit^A et elle diffère donc de la pression acoustique (figure A-10). La puissance correspond à la quantité d'énergie émise par une source au cours d'une période donnée (1 seconde) et elle est exprimée en watts (W) (211).

La puissance acoustique est une propriété intrinsèque, indépendante de l'environnement dans lequel se trouve cette source (autres sources, local, son emplacement, etc.). Cela diffère du niveau sonore qui lui dépend de l'environnement, c.-à-d. de l'endroit où on se trouve et des caractéristiques de cet environnement (grand ou petit local, réverbération, près d'un mur ou non, distance de la source, etc.).

En prenant l'exemple d'une ampoule de 60 W allumée dans une pièce, sa puissance sera de 60 W, peu importe où on la branche. Mais, la lumière perçue dans cette pièce dépendra de la présence de miroirs

^A Cette information est obligatoire en Europe pour certains fabricants de machines (265,354) et d'équipements utilisés à l'extérieur (264).

(réverbération) ou de murs de couleur noire (plutôt absorbants) ou encore de la distance d'une personne par rapport à l'ampoule.

La pression acoustique reflète l'énergie reçue (l'exposition) de toutes les sources de bruit dont la cause serait la puissance.

Figure A-10 Niveau de puissance acoustique (L_w) d'une source de bruit et niveau de pression acoustique (L_p)



Source : © Architecture et Climat – Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI) – Université catholique de Louvain (Belgique) <https://energieplus-lesite.be/theories/acoustique10/elements-theoriques-de-base/>



NIVEAU DE PUISSANCE ACOUSTIQUE ET EXPOSITION AU BRUIT

Le niveau de puissance acoustique (L_w) est aussi exprimé en dB, comme le niveau de **pression acoustique**, mais sans correspondance entre les deux.

Une source sonore dont la puissance acoustique est de 85 dBA ne correspondra pas à une exposition du travailleur à 85 dBA. En effet, la mesure de l'exposition tient compte du bruit reçu à l'oreille du travailleur, qui dépend non seulement du bruit émis par toutes les sources, mais aussi des caractéristiques de l'environnement et de la distance.

À noter que les puissances acoustiques s'additionnent et suivent la règle de l'addition des décibels (Boudier 2006) (355).

3 Types de bruit

Le bruit peut être considéré comme continu ou de nature impulsionnelle (figure A-11).

3.1 Continu (ou intermittent)

Dans la littérature, l'usage est de présenter la nature du bruit catégorisée comme suit : continu, fluctuant (variable), intermittent en plus des bruits impulsionnels.

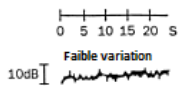
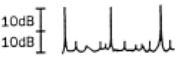
Un bruit « continu » est un bruit relativement stable « présentant de faibles variations de niveau et de spectre [fréquences] » (Trottier et coll., 2021, p. 207) (ex. : ventilateurs, pompes). C'est aussi un bruit qui se prolonge dans le temps. Lorsqu'il présente des variations plus étendues, comme un niveau de bruit qui change continuellement et sur une grande plage d'amplitude au cours d'une période d'observation, il est considéré comme fluctuant ou variable (156).

Un bruit stable ou variable en niveau et en spectre peut être « intermittent », c.-à-d. qu'il s'interrompt régulièrement ou à l'occasion pendant plusieurs secondes ou minutes (p. ex. arrêt d'une lessiveuse industrielle pour passer d'un cycle à un autre; déchiqueteuse-broyeuse sur remorque pour branches et feuilles, compresseur à air). La durée des périodes d'intermittence est à considérer dans l'analyse d'un poste de travail (156).

3.2 Impulsionnel

Les « bruits impulsionnels » sont le résultat d'une modification très rapide et très courte de la pression sonore. « En milieu de travail, la présence simultanée de sources de bruit continu et impulsionnel n'est pas rare » (Trottier et coll., 2021, p. 207) (156). Ils proviennent de sources de bruits occasionnant une augmentation très rapide et de très courte durée (ordinairement moins d'une seconde) du niveau de bruit (martelage du métal, presses, armes à feu, échappements d'air pneumatiques sur machines ou outils comme les cloueuses pneumatiques, les marteaux pneumatiques – *zip gun*, explosion, pieutage...).

Figure A-11 Exemples : nature du bruit et sources potentielles

Caractéristiques	Type de sources
 Bruit continu stable Faible variation	Pompes, moteurs électriques, boîtes d'embrayage, convoyeurs
 Bruit intermittent Bruit de fond	Compresseur d'air, machine automatique pendant un cycle de travail
 Fluctuations importantes	Production de masse, ébarbage de surfaces
 Fluctuations importantes irrégulières	Travail manuel, ébarbage, soudage, assemblage de composantes
 Bruits impulsionnels répétés (semblables)	Presse automatique, foreuse pneumatique, rivetage
 Bruits impulsionnels isolés	Coup de marteau, manutention de matériel, presse poinçonneuse (punch press), coup de feu (tir au pistolet),

Adapté et traduit de : Hansen dans Goelzer, 2001 (OMS), p. 46 (347).



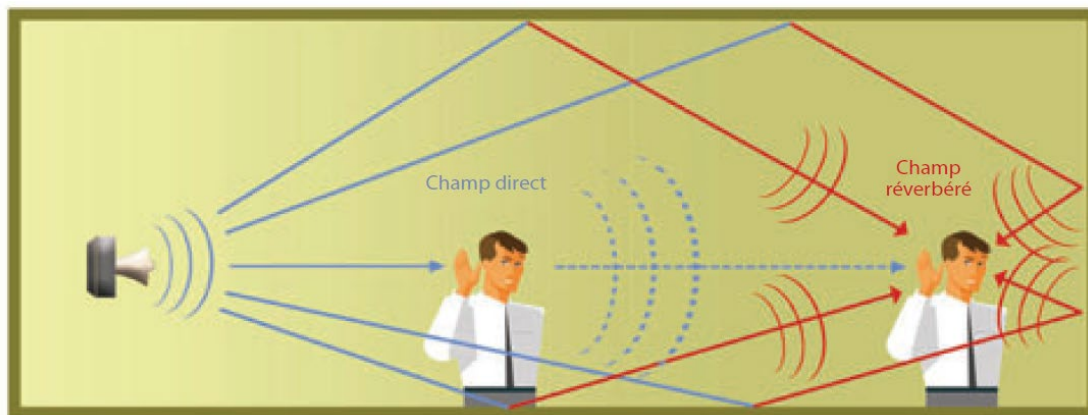
Section 4 – Émission-propagation-réception : La majorité de l'information dans les sections suivantes est surtout utile pour la réduction et la correction, mais elle demeure importante pendant les phases de mesurage pour localiser les sources de bruit et leurs impacts. Une compréhension du continuum d'émission-propagation-réception est très pertinente, par exemple pour comprendre certaines transmissions solidiennes ou aériennes qui peuvent devenir des sources dans un autre local.

4 Émission-propagation-réception

Tel que décrit sommairement à la section A.1 au début du présent guide (notions de base), un bruit est généré (**émission sonore**) par une ou plusieurs source(s) dont les ondes produites sont propagées dans l'air (**propagation sonore aérienne**) et au à travers toutes les structures environnantes (**propagation sonore solidienne**). Le bruit sera reçu par un ou plusieurs travailleurs (**réception**). La compréhension de la séquence **émission-propagation-réception** est importante tant pour l'analyse du bruit que la recherche de solutions pour réduire et corriger l'exposition des travailleurs.

Ainsi, un travailleur pourra être exposé au bruit de la source qui se trouve dans la pièce (champ direct), mais aussi aux multiples réflexions secondaires sur les parois (sol, plafond, murs, équipements, meubles, etc.) (réverbération) (figure A-12). Le local joue alors un rôle d'amplificateur du bruit reçu par rapport à une situation à l'extérieur.

Figure A-12 Exemple d'exposition au bruit à partir de la propagation directe et indirecte (bruit réfléchi qui devient dominant et qui donne un champ réverbéré)



Source : CE 2009, Guide de bonnes pratiques..., p. 59 (211).

Note : l'exposition est la somme du bruit venant d'une ou plusieurs sources ainsi que de toutes les réflexions arrivant au poste d'un travailleur.

4.1 Propagation aérienne

La propagation aérienne réfère à un bruit qui se propage dans l'air ambiant (353). C'est le cas notamment pour la propagation directe de la parole, d'un instrument de musique ou du bruit d'un échappement d'air jusqu'aux oreilles d'un travailleur.

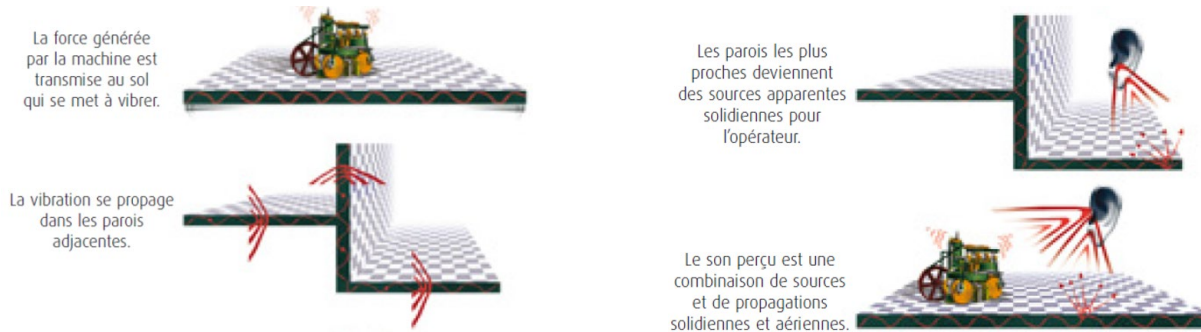
4.2 Propagation solidienne

La propagation solidienne concerne le bruit qui se transmet, directement ou indirectement^A, à travers des éléments solides ou structuraux (353). Dans plusieurs milieux de travail, on retrouve habituellement des

^A Exemples : contact entre deux pièces solides, engrenages, contact roues/rail, etc. (Canetto, 2006).

sources aériennes et solidiennes^A dont la propagation jusqu'aux oreilles d'un travailleur va différer et qui amèneront des solutions différentes pour les réduire (figure A-13).

Figure A-13 Propagation solidienne : transmission des vibrations dans le sol et les parois (sources solidiennes) qui s'ajoutent aux sources aériennes

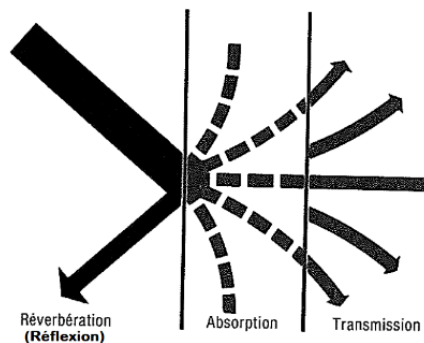


Source : Canetto, 2006 (353), figure 17, p. 27.

4.3 Propagation du bruit dans un local

Les ondes acoustiques provenant d'une source sonore localisée dans une pièce ou un département sont influencées par les caractéristiques acoustiques des surfaces solides ou des obstacles qu'elles viennent frapper^B. Elles seront en partie **réfléchies**, en partie **absorbées** et en partie **transmises** au travers de ces cloisons ou surfaces (figure A-14).

Figure A-14 Illustration du bruit réfléchi (réverbéré), absorbé et transmis



Adaptée de : CSST, 1983 (25), figure 10, p. 9.

Les ondes peuvent aussi être **diffractées**, c.-à-d. être diffusées dans plusieurs directions lorsqu'elles rencontrent un obstacle. Ce phénomène concerne particulièrement lorsque les ondes frappent une arête ou les côtés d'un écran (353), devenant alors une source sonore secondaire.

^A Transmission du bruit dans les structures (murs, poutres, planchers, plafonds, etc.) donnant lieu à une propagation solidienne.

^B La propagation sonore peut être en champ libre, c.-à-d. lorsque la propagation est aérienne et n'est pas réfléchie par des surfaces.

Annexe 2 Niveau de pression acoustique continu équivalent (dBA) et durée maximale d'exposition quotidienne au bruit

Le tableau suivant est différent de celui qui apparaît dans la réglementation québécoise (RSST : art. 137, paragr. 1^o et CSTC : art. 2.21.6, paragr. 1^o). Il ne contient pas de niveau de pression acoustique continu équivalent pour une exposition d'une durée de plus de 12 heures (voir notes sous le tableau). Entre 86 et 110 dBA, les niveaux et les durées d'exposition sont plus finement détaillées, et ce, comme présentés par le NIOSH.

Tableau A-3 Niveaux de pression acoustique continu équivalent (dBA) et durée maximale d'exposition pour atteindre la valeur limite du niveau d'exposition quotidienne (VLE) au bruit

Niveaux de pression acoustique continu équivalent	Durée d'exposition maximale			Niveaux de pression acoustique continu équivalent	Durée d'exposition maximale		
	Heures	Minutes	Secondes		Heures	Minutes	Secondes
83 dBA	12 ^a	-	-	101 dBA ^b	-	11	54
84 dBA	10	5	-	102 dBA	-	9	27
85 dBA	8	-	-	103 dBA	-	7	30
86 dBA	6	21	-	104 dBA	-	5	57
87 dBA	5	2	-	105 dBA	-	4	43
88 dBA	4	-	-	106 dBA	-	3	45
89 dBA	3	10	-	107 dBA	-	2	59
90 dBA	2	31	-	108 dBA	-	2	22
91 dBA	2	-	-	109 dBA	-	1	53
92 dBA	1	35	-	110 dBA	-	1	29
93 dBA	1	16	-	112 dBA	-	-	56
94 dBA	1	-	-	115 dBA	-	-	28
95 dBA	-	47	37	118 dBA	-	-	14
96 dBA	-	37	48	121 dBA	-	-	7
97 dBA	-	30	-	124 dBA	-	-	3
98 dBA	-	23	49	127 dBA	-	-	1
99 dBA	-	18	59	130 à 140 dBA	-	-	< 1
100 dBA	-	15	-				

^a La durée maximale pour un niveau de 83 dBA est de 12 heures. Selon la norme ISO 1999 :2013(E) (Acoustique - Estimation de la perte auditive induite par le bruit) (206) l'exposition quotidienne au bruit ne devrait pas dépasser 12 heures (art. 1, note 4), en raison d'un possible risque accru de surdité par rapport à la VLE.

Cette note met en garde d'estimer le risque pour des horaires supérieurs à 12 heures/jour, puisque la durée d'exposition peut laisser moins de temps pour récupérer entre deux expositions. Le niveau d'exposition au bruit (calculé sur une durée de référence de 8 heures ou de 40 heures par semaine) peut conduire à une sous-estimation du risque par rapport à une exposition équivalente pour des horaires de plus courte durée puisque le temps de récupération plus réduit n'est pas pris en compte. [*This International Standard is based on statistical data and therefore cannot be applied to the prediction or assessment of the hearing loss of individual persons except in terms of statistical probabilities.* Note 4; p. 1; ISO 1999 :2013(E)].

^b Une édition antérieure de la norme ISO 1999 : 1990 (F) (205) précisait que le risque d'atteinte à l'audition pourrait être sous-estimé pour les expositions supérieures à 100 dBA, car il repose sur des extrapolations non étayées par des données quantitatives. Toutefois, cette mention a été retirée de l'édition ultérieure, soit ISO 1999 :2013(E).

Source du tableau : selon le NIOSH (98-01), table 1-1 – *Combinations of noise exposure levels and durations...* (119).



En dehors des durées d'exposition permises selon le tableau A-3, il faut viser un niveau de pression acoustique continu équivalent inférieur à 75 dBA pour les heures restantes de la journée de travail afin que le **niveau d'exposition** demeure inférieur ou égal à la VLE.

Exemple : si un travailleur est exposé à 94 dBA pendant une heure, durant les six autres heures de sa journée de travail, il devrait être exposé à un niveau de pression acoustique continu équivalent inférieur à 75 dBA. Entre deux journées de travail, il est recommandé que les expositions soient limitées à 70 dBA pour assurer un repos auditif suffisant pour permettre à l'oreille de récupérer.

Annexe 3 Interactions avec d'autres contaminants ou agresseurs : repérer les expositions augmentant le risque de surdité

Certains facteurs de risque peuvent interagir avec le bruit et augmenter les effets de l'exposition. Ils doivent donc être identifiés.

A - AGENTS CHIMIQUES TOXIQUES POUR L'AUDITION (OTOTOXIQUES)

L'exposition à certains produits chimiques, même sans exposition au bruit, peut entraîner une perte d'audition. On les qualifie alors d'ototoxiques. Le risque de perte d'audition peut être aggravé lorsqu'un travailleur est exposé à la fois au bruit et à de tels agents (effet synergique, c.-à-d. des agents chimiques qui augmentent mutuellement la toxicité de l'un et de l'autre (144)). Par ailleurs, certains agents n'ont pas un effet ototoxique direct, mais augmentent plutôt les effets du bruit sur l'audition (potentialisateur). L'IRSST reconnaît de tels effets pour certains de ces agents chimiques. Cependant, d'autres organisations ont plus récemment procédé à des mises à jour selon les nouvelles études sur le sujet, ajoutant ainsi des agents à la liste de ceux reconnus avec de tels effets (Anses, ACGIH, EU-OSHA, INRS, Nordic Group Expert, OSHA et NIOSH) (51,146,176,356–360) (tableau A-6).

Plusieurs secteurs d'activités peuvent présenter, à la fois, un risque élevé d'exposition au bruit et d'exposition à des agents chimiques. Ces secteurs comprennent le secteur de la fabrication, les mines, la construction, les services publics (ex. : services d'incendie), l'imprimerie et l'agriculture (pesticides) (360). Le tableau A-4 qui suit est une adaptation tirée du guide de bonnes pratiques de la Commission européenne (211). Il donne des exemples de secteurs où peuvent être utilisés des agents chimiques prouvés (reconnus) ototoxiques ou possiblement ototoxiques.

Tableau A-4 Agents chimiques possibles dans certains secteurs d'activités et pouvant causer des pertes auditives chez les travailleurs exposés au bruit

Agents chimiques	Effet ototoxique	Présence possible d'agents chimiques ototoxiques ou potentialisant	
		Exemples d'usage	Secteurs d'activités
Plomb et ses composés inorganiques*	Prouvé	Soudage, batteries, munitions, blindage, alliages...	Mines, électricité, électronique, fonderies, récupération de métaux.
Styrène*	Prouvé	Fabrication de polymères et copolymères (polystyrène, ABS...), de tuyaux, de pièces pour l'industrie automobile...	Agroalimentaire, chimique, plastiques renforcés, commerces, services, transports, construction.
Toluène*	Prouvé	Peintures, vernis, encres d'imprimerie, graisses, cires, résines époxy...	Caoutchouc et plastiques, imprimerie, réparation automobile.
Trichloroéthylène*	Prouvé	Dégraissant industriel pour métaux ou pièces métalliques Solvant dans des adhésifs, colles, lubrifiants, peintures, vernis, décapants, teintures.	Commerce, réparation automobile et travail des métaux.
Éthylbenzène	Possible	Carburants pour avions et véhicules routiers, solvants, peintures, vernis, produits de nettoyage et pesticides	Transports, agriculture.
N-Hexane (C₆H₁₄)	Possible	Solvant pour le dégraissage, le nettoyage	Imprimerie, textile, vêtement et chaussure.
Xylène	Possible	Peintures, vernis, solvants, décapants, encres, résines, adhésifs...	Chimie, pétrole, transports, imprimerie, cuir.
Monoxyde de carbone	Potentialisateur possible	Utilisation de moteurs thermiques (à combustion interne) en milieu fermé ou confiné.	Construction (outils, génératrices, chauffage, pompes...) Atelier de réparation (véhicules, motoneiges...) Fabrication, entrepôts (chariots élévateurs).

* Agents chimiques seuls (en absence de bruit) qui peuvent causer des pertes auditives.

Potentialisateur : agent chimique qui, en présence du bruit, en augmente les effets, sans être lui-même ototoxique.

Source : tableau enrichi à partir de CE (2009) (211) et de données du Répertoire toxicologique de la CNESST (361).

Repérer les agents chimiques nocifs

Si la présence d'agents chimiques présentant un risque pour l'audition n'est pas connue du milieu ou des intervenants, pour prévenir l'exposition des travailleurs à ces agents, la première étape est de vérifier s'ils sont présents sur le lieu de travail (360). Les fiches de données de sécurité (FDS) (362) des produits et agents chimiques utilisés peuvent aider à identifier les agents ototoxiques ou possiblement ototoxiques. Par contre, les FDS ne présentent pas toujours le risque d'ototoxicité. En effet, la section « effets sur la santé » dans les FDS n'est pas toujours précise à cet égard.

Cette information n'est pas nécessairement spécifiée pour les produits fabriqués, vendus ou distribués au Canada et au Québec. Toutefois, le décret 280-2024 concernant le « Règlement modifiant le Règlement sur la santé et la sécurité du travail »^A a permis d'appliquer la notation d'ototoxicité (OTO), prévue à l'article 14.3, au toluène dans le cadre de la révision de l'annexe 1 dudit Règlement. Pour les autres situations, il sera important de consulter la liste déclinée au tableau A-6 afin de repérer ces agents chimiques. Par contre, pour un produit venant des États-Unis il sera possible de repérer cette information comme le montre l'exemple (tableau A-5) ci-dessous pour un des agents chimiques entrant dans la composition d'une peinture pour le secteur automobile.

Tableau A-5 Exemple de repérage d'un agent chimique ototoxique dans les FDS :

Toluene	108-88-3	OSHA PEL Z2 (United States, 2/2013). TWA: 200 ppm 8 hours. CEIL: 300 ppm AMP: 500 ppm 10 minutes. NIOSH REL (United States, 10/2020). TWA: 100 ppm 10 hours. TWA: 375 mg/m ³ 10 hours. STEL: 150 ppm 15 minutes. STEL: 560 mg/m ³ 15 minutes. ACGIH TLV (United States, 1/2023). Ototoxicant. TWA: 20 ppm 8 hours.
---------	----------	---

Source : Flame Proof Coating, flat red (VHT), date de révision de la fiche : 2024-01-23 (363).

En cas d'exposition à l'un des agents chimiques reconnus dangereux pour l'audition (effet ototoxique prouvé), la norme CSA Z1007:F22 (157) recommande une exposition au bruit inférieure de 3 dBA sous la valeur de référence (VLE ou niveaux d'actions préventives) en leur présence (voir articles 5.6.1 et 5.6.3^B ainsi que l'annexe B-Informative de cette norme).

^A Gouvernement du Québec. Décret 280-2024 - Règlement modifiant le Règlement sur la santé et la sécurité du travail - Loi sur la santé et la sécurité du travail (c. S-2.1, a. 223, 1er al., par. 3°, 7° et 19°). Gazette officielle du Québec. 28 février 2024, 156e année (9) :1108-1115.

^B « 5.6.3 – Conjugaison d'influences. La perte auditive due au bruit (PADB) pourrait s'aggraver lorsque le bruit est accompagné d'autres facteurs physiques et/ou chimiques. Des précautions devraient être prises pour éviter toute augmentation des risques dans ces situations. L'administrateur du PPPA [Programme de Prévention de la Perte Auditive] peut devoir : a) réduire le niveau d'action du bruit lorsque les travailleurs sont soumis à de tels ensembles de facteurs (p. ex., une réduction de 3 dB L_{EX,8}) (...) » (p. 31) (157). CSA Z1007:F22. Gestion du programme de prévention de la perte auditive (PPPA). © 2022, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>.

 	Agents chimiques ototoxiques. En plus de réduire le niveau d'exposition quotidienne au bruit de 3 dBA sous la VLE, (CSA Z1007:F22, art. 5.6.3) en raison de l'effet combiné, les expositions aux agents chimiques ototoxiques doivent être diminuées sous les limites réglementaires (CSA Z1007:F22 art. 5.6.1^A et annexe B-Informative) (157).
--	--

Mises à part ces recommandations de CSA pour le Canada, d'autres concernent la surveillance de l'audition (examens auditifs de dépistage) (CSA Z1007:F22). En Europe, vu l'absence de données exactes sur la relation exposition-effet (*dose-response*) pour les agents chimiques ototoxiques, par précaution, certains experts préconisent d'abaisser les seuils d'action de 5 dBA pour la surveillance de la santé (examens audiométriques) (211). Pour sa part, l'ACGIH recommande fortement d'inclure, dans un programme de prévention des pertes auditives^B, les travailleurs dont l'exposition est égale ou supérieure à 20 % de la TLV[®] recommandée pour chaque agent ototoxique (176).

Au-delà des agents chimiques dommageables pour l'audition et identifiés par l'IRSST, d'autres agents ont ces effets selon des organisations en SST de l'extérieur du Québec.

^A « **5.6.1 - Exposition à des substances ototoxiques.** Certaines substances chimiques ont une incidence sur l'ouïe des travailleurs exposés, et leur concentration doit se situer sous les limites d'exposition professionnelle prescrites. Cela doit être fait : a) en les éliminant; b) en les remplaçant; c) en mettant en place des contrôles techniques, dont la ventilation; d) en mettant en place des contrôles administratifs; ou e) en portant un ÉPI.

Un équipement de protection individuelle (ÉPI) adéquat devrait être porté pour limiter l'exposition au produit chimique, que ce soit par la peau, par inhalation ou par ingestion (...). Les DPA [dispositifs de protection auditive] n'offrent aucune protection contre les substances ototoxiques. Pour ces raisons, l'exposition au produit chimique par la peau, par inhalation ou par ingestion devrait également être réduite en vue de prévenir tout dommage à l'ouïe (...) » (p.30) (157). CSA Z1007:F22. Gestion du programme de prévention de la perte auditive (PPPA). © 2022, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>.

^B Aux États-Unis, les *Hearing Conservation Program* (HCP) ou *Hearing Loss Prevention Program* (HLLP) sont composés des éléments suivants : évaluation de l'exposition au bruit, examens audiométriques, protecteurs auditifs, formation et conservation des données d'exposition et des examens (364).

Tableau A-6 Liste des agents chimiques étudiés par l'IRSST et conclusion sur leur effet ototoxique, comparée à la liste et conclusion de divers organismes ayant reconnu leur ototoxicité

Agents	Organismes						
	IRSST (2009, 2012) Conclusion effet ototoxique	Anses ^a (2015)	ACGIH ^b (2020)	EU-OSHA ^c (2009)	INRS ^d (2011, 2015)	Nordic Expert Group ^e (2009)	OSHA et NIOSH ^f (2018)
Plomb et ses composés inorganiques	X		^b	X	X	X	X
Styrène	X	X	X	X	X	X	X
Toluène	X	X	X	X	X	X	X
Trichloroéthylène	X			X	X		X
Cadmium	<i>Non étudié</i>				X		
Cyanure d'hydrogène (et ses sels)	Aucune preuve		^b	X			X
Dioxyde de germanium	<i>Non étudié</i>			X			X
Disulfure de carbone (CS ₂)	Non concluant			X	X	X	X
Éthylbenzène	Ototoxique possible		X	X			X
Étain (et ses composés organiques)	Non concluant			X			X
Mercur	Non concluant			X	X	X	X
Méthylstyrène	Non concluant			X			X
Monoxyde de carbone (CO)	Potentialise possiblement les effets du bruit sur l'audition	X	^b	X		X	X
N-Hexane (C ₆ H ₁₄)	Ototoxique possible			X	X		X
Nitriles (acrylonitrile, 3-butenitrile, cis-2-pentenitrile, cis-crotonitrile, 3,3'-Iminodipropionitrile)	Acrylonitrile : Non concluant Autres nitriles : <i>Non étudiés</i>			X			X
N-Propylbenzène	<i>Non étudié</i>			X			X
Xylène	Ototoxique possible		X	p-xylène	X		p-xylène
Mélange de solvants	<i>Non étudié</i>		^b				

^a Agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail (France).

^b American Conference of Governmental Industrial Hygienists (États-Unis); notre interprétation du tableau 2 du *Guide for the Control of Audible Sound* publié par l'ACGIH en 2020, est que seuls le styrène, le toluène, l'éthylbenzène et le xylène sont reconnus ototoxiques. Le plomb, le cyanure d'hydrogène, le monoxyde de carbone et les mélanges de solvants potentialiseraient plutôt les effets du bruit sur l'audition. Pour cette raison, la case correspondante à ces quatre agents chimiques est laissée vide dans la colonne de l'ACGIH (voir légende).

^c European Agency for Safety and Health at Work.

^d Institut National de Recherche et de Sécurité (France).

^e Experts de Finlande, du Danemark, de la Suède et de la Norvège, assistés d'une experte du NIOSH.

^f Occupational Safety and Health Administration (OSHA) et National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) des États-Unis.

X : Ototoxicité reconnue; une case laissée vide dans les colonnes des organismes autres que l'IRSST correspond soit à un agent chimique *non étudié*, non reconnu ototoxique ou un agent potentialisant les effets du bruit sur l'audition.

Aucune preuve (IRSST) : aucune étude trouvée chez l'humain ou l'animal ni d'indication de l'ototoxicité chez l'humain ou l'animal.

Non concluant (IRSST) : aucune indication de l'ototoxicité chez l'humain associée à une indication de l'ototoxicité moyenne ou faible chez l'animal; indication de l'ototoxicité faible chez l'humain, peu importe l'indication de l'ototoxicité chez l'animal.

B - VIBRATIONS AUX MAINS ET AUX BRAS

Cette section concerne uniquement les vibrations transmises aux travailleurs par des outils ou équipements utilisés par ceux-ci (voir les sources potentielles décrites ci-dessous). Elle exclut les vibrations de type bruit solidien se propageant via les structures et occasionnées par une plus grande part de basses fréquences dans le contenu du bruit (murs, planchers, etc.).

L'exposition concomitante au bruit et aux vibrations peut rendre les travailleurs plus susceptibles de développer des pertes d'audition que la seule exposition au bruit. L'utilisation de certains outils – pour la plupart bruyants – causant une exposition aux vibrations aux mains et aux bras peut aggraver la perte d'audition, en plus du bruit. Plusieurs études épidémiologiques^A montrent que le degré de perte auditive serait plus important en cas de co-exposition aux deux agresseurs (148–150,153,365).

Au Canada, en présence de potentialisateurs (p. ex. vibrations aux mains et aux bras), la norme CSA Z1007:F22 (157) recommande de diminuer le niveau d'exposition quotidienne au bruit de 3 dBA^B sous la valeur de référence (VLE ou niveaux d'actions préventives) (art. 5.6.3 et annexe C-Informative de la norme CSA Z1007:F22).



Bruit et vibrations aux mains et aux bras : En plus de réduire le niveau d'exposition quotidienne au bruit de 3 dBA sous la VLE ou les niveaux d'actions préventives en raison de l'effet combiné (CSA Z1007:F22, art. 5.6.3 et annexe C-Informative), réduire aussi le niveau des vibrations (CSA Z1007:F22, art. 5.6.2)^C, (CE, Directive 2002-44-CE)^D (366) auquel les travailleurs sont exposés.

En Europe, en présence d'une exposition au bruit et à un niveau élevé de vibrations, les experts recommandent d'utiliser un seuil d'action inférieur de 5 dBA sous les limites réglementaires pour la surveillance de la santé (examens audiométriques) (211) en plus d'abaisser le niveau des vibrations selon

^A Par contre, même si dans certaines études, les vibrations ne semblent pas augmenter le risque de perte auditive (154,155), il est une bonne pratique de réduire, à la fois, l'exposition au bruit et le niveau des vibrations.

^B « **5.6.3 – Conjugaison d'influences.** La perte auditive due au bruit (PADB) pourrait s'aggraver lorsque le bruit est accompagné d'autres facteurs physiques et/ou chimiques. Des précautions devraient être prises pour éviter toute augmentation des risques dans ces situations. L'administrateur du PPPA [Programme de Prévention de la Perte Auditive] peut devoir : a) réduire le niveau d'action du bruit lorsque les travailleurs sont soumis à de tels ensembles de facteurs (p. ex. une réduction de 3 dB de $L_{EX,B}$) (...). » (p.31) (157). CSA Z1007:F22. Gestion du programme de prévention de la perte auditive (PPPA). © 2022, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>.

^C « **5.6.2 - Exposition aux vibrations mains-bras et aux vibrations globales du corps** - Les travailleurs qui utilisent des outils ou des machines mobiles bruyants et vibrants et qui sont exposés à des vibrations mains-bras et à des vibrations globales du corps (VMB ou VGC) sont plus à risque de souffrir d'une perte auditive (voir l'annexe C) [de la norme Z1007 :F22]. Il est nécessaire de veiller à ce que les niveaux de vibration soient en dessous des limites fixées par les autorités compétentes ou par des organismes internationalement reconnus comme l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), l'Organisation internationale de normalisation (ISO) ou la Communauté européenne (*Directive sur les vibrations* de la Communauté européenne). Du personnel qualifié utilisant l'instrumentation appropriée devrait effectuer l'évaluation des vibrations et prendre les mesures d'atténuation des vibrations nécessaires. » (p.31). CSA Z1007:F22. Gestion du programme de prévention de la perte auditive (PPPA). © 2022, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>.

^D La directive européenne a établi des VLE journalières différentes pour les vibrations transmises au système mains-bras et pour celles transmises à l'ensemble du corps.

les valeurs limites déclenchant l'action telle que précisée dans la directive sur les vibrations en milieu de travail^A (366).

Voici quelques exemples d'outils qui sont, à la fois, sources de bruit et de vibrations transmises aux mains et aux bras :

- Outils rotatifs pneumatiques et électriques tels que brise-béton, meuleuses, sableuses et perceuses, plaques vibrantes, outil portatif de compactage...
- Outils à percussion tels que riveteuses ou clés à chocs (*impact wrench*).
- Et, outils à essence tels que scies à chaînes, débroussailleuses et tronçonneuses.

^A Valeurs précisées à l'article 3 de la Directive 2002/44/CE (366).

Annexe 4 Applications de mesure du bruit pour téléphones intelligents : ce qu'en dit la documentation scientifique



Cette annexe rapporte des constats provenant de diverses études sur les applications de mesure du bruit pour téléphones intelligents.

La synthèse de ceux-ci est présentée à la section B.3.1.

- Les applications ont seulement une valeur indicative et n'ont pas le niveau d'exactitude ou de précision des instruments de mesure; elles ne peuvent pas être utilisées pour déterminer avec exactitude les niveaux sonores ni pour des fins de conformité (367).
- Par exemple, l'application développée par le NIOSH est surtout considérée comme un outil de sensibilisation (280)^A.
- Une organisation en santé-sécurité du travail, la Suva, rapporte « [qu']il s'est avéré que les applications pour smartphones de mesure du niveau sonore ne sont pas fiables et induisent en erreur ». (368).
- **Important** : les paramètres des applications doivent être réglés (*settings*) pour des mesures en mode « ISO » ou dans le cas de l'application du NIOSH, en mode « NIOSH »^B - et non pas en mode OSHA) afin d'estimer le bruit avec le bon facteur de bissection du bruit ($Q = 3$ dB et non pas $Q = 5$ dB).
- Les résultats donnent des indications approximatives sur les niveaux de bruit (ACGIH, 2020, p. 13 : « ...but can nevertheless provide indications of approximate noise levels ») (176).
- Effectuer une comparaison des niveaux de bruit de plusieurs postes de travail ou de travailleurs ou, à l'étape de réduction et de correction, vérifier de manière préliminaire et approximative la réduction obtenue (avant-après), reste donc limitée. En effet, l'exactitude de ce type de mesure reste inconnue du fait que la qualité des microphones et des applications est très variable, ce qui peut remettre en question la validité des écarts de niveaux de bruit mesurés.
- Une étude effectuée au Royaume-Uni a comparé des applications iOS gratuites non étalonnées lors de tests de niveaux sonores en cabine audiométrique^C. L'étude rapporte que l'application développée par le NIOSH est celle ayant le mieux performé (369).

^A « This app is meant to serve as a practical tool to raise awareness about noise levels in the workplace. Increased awareness could lead workers and managers to request full professional noise surveys and implement engineering controls or hearing conservation programs to reduce the risk of noise-induced hearing loss » (NIOSH, 2019, p.5) [Traduction libre : cette application est destinée à servir d'outil pratique pour sensibiliser aux niveaux de bruit sur le lieu de travail. Une meilleure prise de conscience pourrait amener les travailleurs et les responsables à demander des relevés professionnels complets de mesure du bruit et à mettre en œuvre des contrôles techniques ou des programmes de prévention des risques pour l'audition afin de réduire le risque de pertes auditives causées par le bruit].

^B Le réglage « NIOSH » sur l'application « NIOSH SLM » ne traite que les niveaux sonores ≥ 80 dBA; le seuil d'intégration est donc supérieur à ce qui est recommandé (voir section C.3.2).

^C Étude effectuée par des audiologistes qui ont sélectionné les applications iOS dans l'App Store à partir des mots « noise » et « decibel ». Les applications gratuites et évaluées au moins une fois ont été incluses dans l'étude. Le comportement des applications a été mesuré dans une cabine insonorisée à l'aide d'un signal sonore de tonalité pure à trois fréquences (1 000 Hz, 2 000 Hz et 4 000 Hz) et cinq niveaux sonores (25, 40, 55, 70 et 85 dB). L'exactitude a été évaluée avec une régression linéaire.

- Les auteurs estiment que cette application peut aider les **petites entreprises** à se conformer à la réglementation britannique sur le contrôle du bruit au travail, ce qui semble différer des constats du NIOSH (outil de sensibilisation), en plus d'être utile aux personnes qui désirent évaluer objectivement leur exposition au bruit au travail.

Constats sur l'exactitude du mesurage avec le microphone interne du téléphone :

- Un téléphone utilisé sans microphone externe ne doit pas comporter d'écran protecteur afin de dégager le microphone interne du téléphone (369).
- Il y a des variations importantes entre les appareils et les modèles des fabricants en raison des écarts notés entre les applications selon la plateforme sur lesquelles elles sont installées, iOS et Android (276,370).
- Les applications pour téléphones utilisant la plateforme iOS sont plus exactes et plus précises (fiables) que celles développées pour les appareils Android. Quelques applications peuvent servir pour certaines mesures pour le bruit en milieu de travail (276). Aucune des applications Android n'a répondu aux critères des tests du NIOSH (voir plus bas quelques notes sur ces tests).
 - Ces résultats proviennent d'une évaluation de 192 applications pour mesurer le bruit à partir de téléphones intelligents ou tablettes (280).
- Les applications sur des téléphones donnent des résultats de niveaux de bruit qui sont très variables (écarts jusqu'à ± 10 dBA) (234). Leur exactitude est donc faible du fait que les microphones internes ne peuvent être étalonnés.
- L'exactitude et la précision des mesures effectuées à l'aide des applications pour téléphones intelligents sont inconnues pour la grande majorité des combinaisons d'applications et d'appareils différents (176).
- Les résultats obtenus sont influencés par l'âge de l'appareil (téléphone), les plus récents ayant une meilleure exactitude (371).
- Il est impossible d'appliquer un facteur de correction général aux applications de mesure de bruit sur les téléphones en raison de la variabilité dans l'exactitude des résultats, peu importe la plateforme et le modèle de téléphone, le niveau sonore ou le type de bruit (367).
- Des tests ont été réalisés sur l'exactitude et l'utilisation terrain des applications pour les téléphones^A à des fins de surveillance du bruit dans des scénarios professionnels et environnementaux. L'étude conclut que certaines applications plus performantes peuvent être utilisées comme outils de dépistage, mais pas pour déterminer avec exactitude les niveaux sonores (367).
- Idéalement, les applications pour téléphones devraient respecter les critères des instruments de mesure au moins de classe 2 afin d'être utiles pour mesurer le risque associé au bruit (372).

^A Tests effectués avec 10 téléphones iOS et Android pour effectuer des mesures de niveaux sonores avec cinq applications pour chaque plateforme.

Constats sur l'exactitude du mesurage avec l'utilisation d'un microphone externe (voir illustration d'un tel microphone à la figure 18, section B.3.1).

- Certaines applications contiennent des procédures d'étalonnage, les rapprochant d'une utilisation professionnelle ou - selon le point de vue - les éloignant d'une utilisation non experte (372).
- Certaines applications installées sur les appareils iOS peuvent avoir une exactitude et une précision proches de celles d'un sonomètre de classe 2, en particulier lorsqu'un microphone externe est utilisé (176,277).
 - Il est possible d'utiliser des appareils iOS, avec des combinaisons spécifiques d'applications de mesure et de microphones externes étalonnés (281). En comparant les résultats de mesure obtenus avec téléphones intelligents munis d'un microphone externe avec ceux d'un sonomètre professionnel, l'étude montre que l'utilisation de microphones externes étalonnés améliore grandement l'exactitude et la précision des mesures avec les téléphones. L'étalonnage des microphones sur les téléphones, avant et après chaque série de mesure, élimine une grande partie de la variabilité et des limitations associées aux microphones intégrés aux téléphones (281);
 - D'autres études doivent être menées sur les performances des applications en matière d'évaluation de l'exposition au bruit dans un réel environnement de travail et non pas en laboratoire à partir de bruits continus (281);
 - D'ailleurs, il est peu probable que les applications de mesure du bruit au travail soient utilisées dans le futur pour vérifier des valeurs de référence (281);
 - Les téléphones ne peuvent remplacer les sonomètres-intégrateurs de classe 1 et 2 (277).
- Parmi les nombreuses applications de mesure du bruit disponibles sur les divers systèmes d'exploitation des téléphones intelligents, un très petit nombre de celles-ci utilisant un microphone externe de qualité ont une exactitude suffisante pour évaluer les niveaux de bruit. Elles ne peuvent pas encore se substituer à des instruments de mesure professionnels notamment parce qu'elles ne respectent pas l'ensemble des critères CEI 61672 ou ANSI/ASA S1.4 pour les instruments certifiés (373).
- Les applications pour téléphones intelligents peuvent être moins exactes pour mesurer les niveaux de bruit fluctuant rapidement. Elles ne devraient pas être utilisées pour mesurer les niveaux de pression acoustique de crête ou le niveau sonore maximal (*measure peak or maximum noise levels*) (374). Toutefois, pour les bruits impulsionnels, une des applications iOS a montré qu'il est possible de mesurer jusqu'à 142 dBSPL lorsqu'elle est correctement étalonnée (375).
- Seules les meilleures applications de mesure sur téléphone iOS avec l'emploi d'un microphone externe, lorsque contrôlé en laboratoire pour connaître l'erreur de mesure et étalonné avant et après chaque série de mesure (276,277,372), pourraient fournir des résultats plus exacts et précis, quoique cela reste à clarifier par plus d'études.
- Pour se fier uniquement aux mesures faites au moyen d'une application, cela demande d'en connaître son exactitude (372).
- Selon les études et essais comparatifs avec les téléphones, seuls les instruments de mesure conventionnels fournissent des résultats exacts (374).
- Bien que l'application de mesure du bruit ne soit pas destinée à remplacer un sonomètre professionnel ou un dosimètre de bruit ni à être utilisée à des fins de conformité réglementaire (367), le NIOSH recommande d'utiliser un microphone externe qui peut être étalonné avec une source sonore d'étalonnage pour une meilleure exactitude (278).



Les informations rapportées constituent un état de situation selon les publications scientifiques actuelles au moment de la publication de ce guide. Aucune nouvelle étude ou publication sur le sujet n'a été recensée après 2019.

Quelques notes à propos des tests effectués par le NIOSH sur les applications

- En 2014, parmi les 192 applications de mesure du bruit sur les plateformes iOS et Android, quatre applications iOS ont présenté des différences moyennes de ± 2 dB avec un sonomètre de classe 1 pour une plage de test de 65 à 95 dB SPL. (Kardous, 2016) (277).
- Aucune des applications Android n'a répondu aux critères des tests faits par les chercheurs du NIOSH, principalement parce que ces téléphones relèvent de nombreux fabricants qui ont des exigences différentes pour les pièces et sans intégration uniforme des logiciels et du matériel sur les appareils (Kardous & Shaw, 2014 cité par Kardous 2016) (277).
- Toutefois, les circuits numériques et les capacités de calcul des téléphones intelligents sont plus puissants, plus rapides et offrent une capacité de stockage supérieure à tout sonomètre professionnel actuellement sur le marché. (Kardous 2016) (277).
- Mais, une faiblesse majeure reste le microphone intégré à un système micro-électromécanique (MEMS) utilisé dans les téléphones. Les progrès réalisés montrent que ces microphones rivalisent, en termes de réponse en fréquence, de besoins en énergie et de spécifications environnementales/électromagnétiques, avec les meilleurs microphones à électret et à condensateur utilisés dans les instruments de mesure du bruit (Kardous, 2016). Les microphones MEMS ont certaines limites de par leur taille miniaturisée et de l'emplacement de la carte de circuit imprimé. Ce sont des facteurs qui affectent leur plage dynamique et leur réponse au rapport signal/bruit (Robinson & Tingay, 2014 cité par Kardous 2016) (277).
- Une autre contrainte importante est que ces microphones intégrés ne sont pas accessibles rendant un étalonnage périodique ou avant la mesure impossible. Plusieurs applications permettent de fixer un microphone externe à la prise des appareils iOS. (Kardous, 2016) (277), ce qui en facilite l'étalonnage.

Annexe 5 « Test de la voix » ou test de communication dans le bruit

A - LE TEST ET SON UTILISATION



Cet outil est valide pour départager les situations de travail et les travailleurs dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les valeurs limites d'exposition (VLE) dans les milieux de travail. Selon le résultat obtenu à ce test, la démarche pourra être complétée avec d'autres outils ou moyens.

Selon les résultats de l'évaluation effectuée à partir du test de la voix, une liste des postes/situations de travail et des travailleurs qui les occupent peut être complétée (voir exemple : tableau A-7).

« Test de la voix » ou test de communication dans le bruit
Identification des travailleurs ou situations de travail dont l'exposition est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE au bruit
Cet outil d'estimation préalable n'exige aucun mesurage du bruit, il est essentiellement fondé sur les observations des travailleurs. Ce test est réalisé par l'employeur auprès de l'ensemble des travailleurs ou de travailleurs représentatifs de la situation de travail en vérifiant la possibilité de communiquer et la présence d'événements bruyants importants.
1) ÉVALUATIONS 1.1 Évaluation de la possibilité de communiquer (voir note de bas de page)^A L'employeur doit vérifier si le ou les travailleurs exécutent leurs tâches : « À quelle fréquence, dans votre travail, un bruit intense rend difficile de tenir une conversation à un (1) mètre de distance (distance d'un peu plus d'un bras), même en criant » : ☐ Souvent (plus de la moitié du temps) ☐ Parfois ou de temps en temps ☐ Jamais Notes : 1.2 Évaluation de la présence d'événements bruyants importants, intenses La survenue d'événements bruyants importants, même de courte durée, peut soumettre le travailleur à un niveau d'exposition quotidienne au bruit supérieur à 85 dBA ($L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$) ou à un niveau de pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeakmax}$) supérieur à 140 dBC. Pour évaluer cet aspect de l'exposition au bruit, l'employeur doit tenir compte de toutes les sources de bruits forts (événements bruyants importants), y compris ceux de très courte durée (bruits impulsifs) ou peu fréquents, tels : ☐ Utilisation de soufflettes ☐ Utilisation de jet d'air comprimé ☐ Détente (relâchement) d'air comprimé ☐ Martelage, chocs métalliques ☐ Usage occasionnel de machines ou d'outils très bruyants ☐ Passage de véhicules bruyants ☐ Alarmes sonores (ex. : alarmes de recul) ☐ Autre(s) bruit(s) intense(s) : _____

^A Deux autres questions formulées selon des critères différents permettent d'estimer l'exposition en fonction des niveaux d'actions préventives. Celles-ci sont présentées à la section B.1.2.

« Test de la voix » ou test de communication dans le bruit																	
Identification des travailleurs ou situations de travail dont l'exposition est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE au bruit																	
1.3 Opérations bruyantes à des moments particuliers : Quels sont les moments où des opérations très bruyantes ont lieu? ☐ Début ou fin du quart de travail ☐ Ajustements, approvisionnement du poste ☐ Démarrage/Arrêt ou en fin de production ☐ Lors du nettoyage ☐ Autre Notes : _____																	
2) INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS 2.1 Évaluation de la possibilité de communiquer La possibilité que le niveau d'exposition quotidienne au bruit soit supérieur à 85 dBA ($L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$) est : • Dépassement certain des VLE : lorsqu'on travaille dans un bruit si intense qu'il est tout le temps ou souvent (ou plus de la moitié du temps) difficile de tenir une conversation avec une autre personne située à un mètre de distance (distance d'environ un bras), même en criant. • Dépassement possible des VLE : lorsqu'on travaille dans un bruit si intense qu'il est, parfois ou de temps en temps, difficile de tenir une conversation avec une autre personne située à un mètre de distance (distance d'environ un bras), même en criant. • Aucun dépassement ou peu probable : lorsqu'on travaille dans un bruit tel qu'on n'a jamais besoin de crier pour tenir une conversation avec des collègues de travail situés à un mètre de distance (distance d'environ un bras). 2.2 Évaluation de la présence d'événements bruyants importants (selon les items 1.2 et 1.3) La présence d'une seule source de bruits forts ou d'événement bruyant important indique un dépassement possible (possibilité que le niveau d'exposition quotidienne au bruit soit de plus de 85 dBA ($L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h} > 85$ dBA) ou que le niveau de pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeakmax}$) soit supérieur à 140 dBC. Critères d'interprétation du « test de la voix », jumelé à la présence d'événements bruyants intenses : <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%; padding: 5px;">Q. : À quelle fréquence, dans votre travail, un bruit si intense rend difficile de tenir une conversation à un (1) mètre de distance, même en criant</th> <th style="width: 30%; padding: 5px;">Bruits forts de courte durée Présence événements bruyants dont le bruit est intense</th> <th style="width: 40%; padding: 5px;">Interprétation de la possibilité de dépassement des VLE (voix + évén.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Tout le temps ou souvent (plus de la moitié du temps)</td> <td style="padding: 5px;">AVEC ou SANS la présence d'événements bruyants...</td> <td style="padding: 5px; background-color: #d9534f; color: white;">Dépassement certain</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Parfois ou de temps en temps</td> <td style="padding: 5px;">AVEC ou SANS la présence d'événements bruyants...</td> <td style="padding: 5px; background-color: #f1c40f; color: black;">Dépassement possible</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Jamais</td> <td style="padding: 5px;">AVEC la présence d'événements bruyants...</td> <td style="padding: 5px; background-color: #27ae60; color: white;">Aucun dépassement ou dépassement peu probable</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;">Aucun</td> <td style="padding: 5px; background-color: #27ae60; color: white;">Aucun dépassement ou dépassement peu probable</td> </tr> </tbody> </table>			Q. : À quelle fréquence, dans votre travail, un bruit si intense rend difficile de tenir une conversation à un (1) mètre de distance, même en criant	Bruits forts de courte durée Présence événements bruyants dont le bruit est intense	Interprétation de la possibilité de dépassement des VLE (voix + évén.)	Tout le temps ou souvent (plus de la moitié du temps)	AVEC ou SANS la présence d'événements bruyants...	Dépassement certain	Parfois ou de temps en temps	AVEC ou SANS la présence d'événements bruyants...	Dépassement possible	Jamais	AVEC la présence d'événements bruyants...	Aucun dépassement ou dépassement peu probable		Aucun	Aucun dépassement ou dépassement peu probable
Q. : À quelle fréquence, dans votre travail, un bruit si intense rend difficile de tenir une conversation à un (1) mètre de distance, même en criant	Bruits forts de courte durée Présence événements bruyants dont le bruit est intense	Interprétation de la possibilité de dépassement des VLE (voix + évén.)															
Tout le temps ou souvent (plus de la moitié du temps)	AVEC ou SANS la présence d'événements bruyants...	Dépassement certain															
Parfois ou de temps en temps	AVEC ou SANS la présence d'événements bruyants...	Dépassement possible															
Jamais	AVEC la présence d'événements bruyants...	Aucun dépassement ou dépassement peu probable															
	Aucun	Aucun dépassement ou dépassement peu probable															

Consulter la section B.1.2 (figure 11) et le tableau 6 (section B.1.5) pour connaître le suivi recommandé en fonction des résultats obtenus.

Tableau A-7 Exemple de contenu pour noter les résultats du test de la voix

Date de l'évaluation (test de la voix)	Département, services, etc.	Nom du travailleur ^a	Fonction, Poste	Résultat dépassement des VLE - Aucun ou peu probable - Possible - Certain	Résultat bruits forts, intenses Si OUI, préciser	Suivi (actions prises, échéanciers, responsables)

^a Cette information pourrait présenter un enjeu de confidentialité.

B - AVANTAGES ET CONDITIONS D'UTILISATION DU « TEST DE LA VOIX »

Dans le cadre d'un avis d'experts (222), certains avantages et conditions ont été identifiés relativement à l'utilisation du « test de la voix » (en gras dans le tableau A-8). Ils ont été complétés par l'auteur (validité, critères du test, certaines conditions).

Tableau A-8 Avantages et conditions d'utilisation du test de la voix

Points à considérer	Avantages (facteurs facilitants)	Conditions, remarques
Méthode d'utilisation	• Outil simple^a : lors d'une visite exploratoire du milieu (département, site de travail... • Facile d'utilisation et d'application, sans exiger de prendre la forme d'un questionnaire formel complété par les travailleurs.	• Un des outils ou moyens pour identifier les postes ou situations de travail dont l'exposition pourrait dépasser ou dépasse la VLE. • Pour les travailleurs portant des protecteurs auditifs, leurs réponses doivent refléter leurs difficultés à communiquer sans le port de ceux-ci. • Sous forme écrite (moins souhaitable) : plus lourd en termes de gestion, voir à ce que la confidentialité soit assurée et prévoir que des travailleurs pourraient avoir des difficultés à le compléter.
Validité du test, représentativité	• Question valide et utilisée partout (voir section B.1.2 du guide). • Validité accrue si l'estimation est effectuée par une personne qui a les compétences et qui connaît le bruit. • Objectivable, lorsque la personne qui évalue tente de converser (pour autant que son audition soit normale). • Repose sur cinq critères interreliés : – Bruit intense (présence) – Difficulté (de l'activité) – Tenir une conversation (activité) – Distance – Reste difficile même en criant^b (degré)	• S'assurer que toutes les situations de travail de chaque travailleur seront prises en compte. Être alerte aux situations suivantes : • Autant la personne qui réalise le test, mais surtout chaque travailleur interrogé, devrait avoir une bonne audition pour effectuer une appréciation la plus juste possible (pas de perte auditive connue ou de difficulté à entendre dans un milieu non bruyant); • Biais possible dû à l'« habitude » au bruit : le test devrait être peu influencé par cette perception, car il mesure la possibilité de tenir une conversation (p. ex. des travailleurs qui ne perçoivent plus le bruit alors qu'il est très élevé, comme dans une scierie). • Test non nécessaire lorsqu'on note la présence d'outils bruyants utilisés fréquemment ou de travailleurs portant des protecteurs auditifs. Ce sont des éléments qui peuvent confirmer des situations de travail dont l'exposition au bruit dépasse la VLE (« dépassement certain » ou correspondre à des situations où il est difficile de tenir une conversation à 1 mètre, même en criant.
Impacts pour les travailleurs	• Participation au processus et connaissance approfondie de leurs tâches	• Rassurer les travailleurs que l'identification d'un risque ne nuira pas à la relation avec son employeur. • L'exercice ne remet pas aux travailleurs la responsabilité des actions sur le bruit.

Note : les avantages et conditions identifiés par des experts ont été accentués en gras.

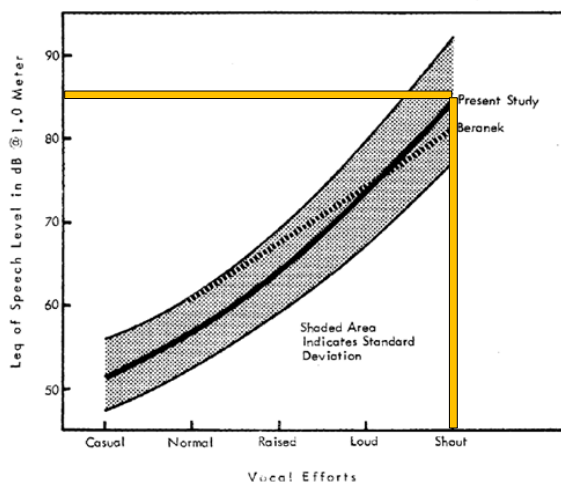
^a Simple, car basé sur la distance entre deux interlocuteurs (Thiéry et coll. 2009) (223). L'expression « simple » est aussi utilisée par le gouvernement ontarien pour qualifier cet outil (235).

^b Le fait d'entendre des mots lorsque quelqu'un crie est différent de pouvoir tenir une conversation avec cette personne (il faut comprendre ce que l'on nous dit et être en mesure de communiquer).

Les experts ont d'ailleurs suggéré que cet outil se retrouve dans un guide précisant les différentes façons d'estimer la présence de bruit nocif pour l'audition (222).

C - NIVEAUX SONORES DE LA VOIX POUR TENIR UNE CONVERSATION EN FONCTION DES NIVEAUX DE BRUIT AMBIANT

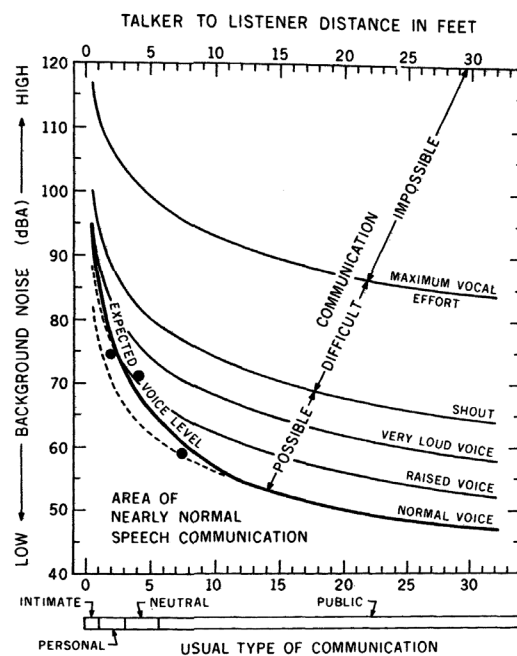
Figure A-15 Niveaux de la voix (en dB) selon le niveau de bruit ambiant et la capacité de tenir une conversation à 1 mètre



Casual : décontracté; *normal*; *raised* : élever la voix; *loud* : voix forte; *shout* : crier.

Source : Pearsons et coll. 1977, p. 69 (224). Les lignes orangées ont été ajoutées par l'auteur du présent guide.

Figure A-16 Qualité de la communication vocale en fonction du bruit de fond et de la distance en pieds entre le locuteur et l'auditeur (modifiée d'après Webster 1969)



Source : Miller 1971 (US-EPA), p. 61 (243).

Annexe 6 Exemples tirés de quelques bases de données avec des niveaux d'exposition au bruit

A - NIOSH – HEALTH HAZARD EVALUATIONS (HHE)

Recherche dans les rapports complets

Pour faire une recherche dans les HHE :

- Accéder au site : <https://www2a.cdc.gov/hhe/search.asp> (page consultée le 26 août 2024).
- Spécifier « Noise » dans le sujet (*topic*).
- Choisir une catégorie d'industries (*industry category*).
- Il n'est pas nécessaire de préciser un choix dans les effets sur la santé. À titre d'information la catégorie « système sensoriel » existe (*sensory system [eye, ear]*).
- Une période peut être précisée, au besoin (*year published*).

Avantages/Inconvénients de ces rapports

- Avantages :
 - Précise la méthode de mesurage utilisée;
 - Permet de distinguer les données à retenir : ne prendre que celles qui répondent au critère du NIOSH (note : malgré certaines différences – voir « inconvénients » ci-dessous, les mesures effectuées par le NIOSH utilisent un facteur de bissection (Q) de 3 dB correspondant à la réglementation québécoise en vigueur depuis le 16 juin 2023.
- Inconvénients :
 - La situation décrite peut différer de celle dont on veut estimer l'exposition;
 - Source de langue anglaise;
 - Seuls les niveaux de bruit de 80 dBA ou plus sont intégrés dans les mesures faites par le NIOSH (sous-estimation possible);
 - Les données ne valent que pour les journées échantillonnées^A (et pourraient ne pas être représentatives des activités d'une activité ou d'un secteur).

^A « *Industrial hygiene sampling can only document exposures on the days of sampling in the locations sampled* ». (NIOSH, 2020; p. B-12) (376).

Figure A-17 Page d'accueil du NIOSH pour la recherche de rapports Health Hazard Evaluations (HHE)

Health Hazard Evaluations (HHEs)

Search HHE Reports

Search for your topic in the box below. Enter search terms separated by spaces.

noise

You can also search by selecting from one or more of the filters below.
You can use these filters alone or in addition to search terms entered in the search box above.

State/OSHA Region:	Industry Category:
(All States/OSHA Regions) ▾	(All Industry Categories) ▾
Industry Subcategory:	Health Effect:
(All Industry Subcategories) ▾	(All Health Effects) ▾
Year Published:	
to	
Search	Clear Form

Exemple : niveaux d'exposition associés aux procédures dentaires dans un hôpital vétérinaire (376) [\[Accès au rapport\]](#) - Hyperlien consulté le 26 août 2024.

Results: Noise Exposure and Hearing Health

Personal Noise Exposures

A summary of personal noise dosimetry results collected on 10 employees over two work shifts is in Table C1. We compared employees' noise monitoring results with the noise exposure limits set by NIOSH and OSHA. These occupational noise exposure limits are meant to be the amount of noise that most employees can be exposed to without substantial risk of hearing loss. OSHA and NIOSH measure and calculate noise exposures in different ways, as described in Section D. For an 8-hour work shift, the NIOSH REL is 85 decibels, A-weighted (dBA). The OSHA AL is 85 dBA, and the OSHA PEL is 90 dBA. Employers are required to keep noise exposures below the OSHA PEL; however, the NIOSH REL is more protective.

Results showed that employees in all job titles we monitored had full-shift TWA noise exposures below the NIOSH REL. We found minimal differences between the measurement results taken near an employee's right and left ears. All employees we observed performing dental procedures were right-handed.

We observed five dental cleanings on Day 1 and three dental cleanings on Day 2. All dental cleanings were performed on dogs. Following dental cleanings and X-rays, a drill was used for tooth extraction(s) on one dog on Day 1 and on three dogs on Day 2. Dental cleanings and procedures sometimes occurred at the same time on tables located approximately 5 feet from one another. The veterinary technicians and veterinarians performing cleanings and procedures were different on both days.

Source : page B-2 du rapport.

Section C: Tables

Table C1. TWA personal noise exposure results (dBA)

Day	Job title	Side	Result using NIOSH REL criteria	Result using OSHA AL criteria	Result using OSHA PEL criteria
1	Veterinarian 1	Right*	77.8	71.9	59.3
		Left	77.5	71.5	58.4
	Certified veterinary technician	Right*	76.4	69.1	57.6
		Left	77.1	70.9	57.9
	Veterinary nurse 1	Right*	76.4	69.9	53.4
		Left	70.5	60.4	42.7
	Veterinary technician	Right*	70.9	60.9	43.9
		Left	63.1	46.3	38.0
	Technician assistant 1	Right	69.7	57.2	49.3
	Technician assistant 2	Right	67.7	54.2	44.1
2	Veterinarian 2	Right*	81.5	76.4	68.3
		Left	77.6	71.0	60.3
	Veterinary nurse 2	Right*	73.4	64.9	51.6
		Left	76.6	68.2	57.2
	Technician assistant 3	Right	74.7	66.5	54.7
	Veterinary nurse 3	Right*	65.3	53.1	26.3
		Left	61.9	46.9	26.9
	Noise exposure limits (8-hour work shift)		85	85	90

*Dominant hand

Source : page C-1.

Recherche dans la base des données de mesures de bruit des HHE, 1996-2013 (NIOSH)

NIOSH Health Hazard Evaluation Program Noise Measurement Database NIOSH (Dataset RD-1005-2014-0)

Cette base de données d'exposition au bruit a été développée afin de fournir aux chercheurs et autres parties prenantes intéressées les résultats des mesures du bruit effectuées par le NIOSH lors des évaluations HHE. Celles-ci sont réalisées à la suite de demandes d'employés ou de leurs représentants, ou par les employeurs, pour préciser les risques pour la santé présents dans un lieu de travail.

Note : à utiliser avec discernement, puisque **les données de cette base ont plus de 10 ans** au moment de la publication du présent guide.

[Lien vers la page d'accueil^A](#)

[Pour télécharger le fichier Excel *Combined Noise Dataset*, contenant les résultats de mesures de bruit^B](#)

[Lien vers les précisions sur la méthode de mesure utilisée^C](#)

Les variables contenues dans le fichier Excel sont les suivantes (les variables d'intérêt sont surlignées en gris) :

- HHE N°.
- Area/Department (variable à utiliser pour chercher)
- Job Title (variable à utiliser pour chercher)
- Noise-generating activities
- Start date
- End date
- # of samples
- FS/PS/T
- Duration (hh:mm)
- OSHA PEL (dBA)
- OSHA PEL (%)
- OSHA AL (dBA)
- OSHA AL (%)
- NIOSH REL (dBA)
- NIOSH REL (%)

^A Adresse vers la base de données (fonctionnelle au moment de la publication) : <https://www.cdc.gov/niosh/data/datasets/rd-1005-2014-0/default.html>

^B Adresse pour le téléchargement de la base de données (fonctionnelle au moment de la publication) : <https://www.cdc.gov/niosh/data/datasets/rd-1005-2014-0/datasets/DSHEFS-SD-HHENOISE-072115.xlsx>

^C Adresse menant au document sur les méthodes de mesure (fonctionnelle au moment de la publication) : <https://www.cdc.gov/niosh/data/datasets/rd-1005-2014-0/pdfs/Noise-measurement-methods-detailed-508.pdf>

- Leq (dBA)
- Leq (%)
- HPU (Y/N/U)
- Noise type (C/IMP/I)
- Exp. ototoxic chems. (Y/N/U)
- Un [dictionnaire des données](#) décrit la nature et le contenu de chaque variable.
- Pour estimer l'exposition pour de situations de travail ou un emploi en particulier, rechercher à partir des variables *Area/Department* et *Job Title*.
- Seuls les niveaux de bruit dans la colonne « NIOSH REL » doivent être utilisés. Les données avec une mention OSHA ne répondent pas aux exigences réglementaires depuis le 16 juin 2023.

B - SUVA - LISTE DES « TABLEAUX DES NIVEAUX SONORES » : DONNÉES DE NIVEAUX D'EXPOSITION AU BRUIT OU DE NIVEAU DE PRESSION ACOUSTIQUE CONTINU ÉQUIVALENT

Aperçu de la liste (première de deux pages) :

Sécurité / Protection de la santé au travail Chimie, physique et ergonomie Suva Röschmattstrasse 39 Case postale 6002 Lucerne Telephone 041 419 55 24 Fax 041 419 55 28 akustik@suva.ch www.suva.ch suva	
Liste des tableaux des niveaux sonores	
	Form. No
Industrie du bâtiment	
Fabriques de ciment, de chaux et de plâtre	86201
Entreprise de sables et de graviers, fabriques d'enrobés	86202
Industrie de la pierre et du ciment	86204
Céramique commune (tuileries), céramique fine	86206
Industrie du bâtiment	86208
Second œuvre	86212
Horticulture, entreprise de jardinage	86216
Industrie du verre	86218
Industrie métallurgique	
Fonderies avec moulage en sable, fonderies sous pression	86221
Ateliers de forgeage à frappe libre et par estampage	86228
Commerce d'acier et de produits semi-finis métalliques	86232
Construction métallique (fabrication de tubes incluse)	86238
Entreprises de ferblanterie industrielle	86239
Construction de machines et d'équipements (inclus fabriques de robinetterie)	86242
Industrie d'articles en métal	86250
Ateliers de décolletage	86259
Entretien et réparation de véhicules	86266
Tréfileries et câbleries	86270
Fabrication de montres, technologie micro et médicale	86276
Traitement de surface et traitement thermique de métaux	86281
Industrie du bois et exploitation forestière	
Exploitation forestière	86291
Industrie du bois	86294
Usines de traitement du papier et du carton, imprimeries	
Fabriques de papier	86300
Usines de traitement du papier et du carton	86301
Imprimeries	86303
Traitement des matières plastiques et caoutchouc	
Industrie de la matière plastique	86316
Usines de caoutchouc, rechapage de pneumatiques	86326

86005.f – 01.2024 - (disponible uniquement sous forme de fichier pdf)

Hyperlien pour y accéder (246) : <https://www.suva.ch/86005.f> (consulté le 26 août 2024).

Remarque générale : les niveaux sonores diffusés par la Suva sont en fait des niveaux d'exposition et d'autres fois, des niveaux de pression acoustique continu équivalent.

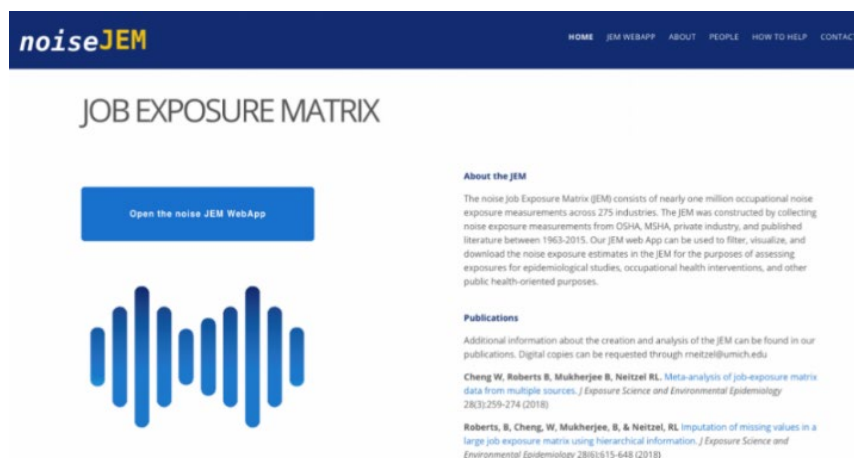
Avantages	Inconvénients
- Qualité des données. - Données recueillies par le personnel de la Suva (acousticiens)^a.	- Le type de travail exécuté pourrait différer du Québec (contexte). - Les équipements utilisés pourraient ne pas être les mêmes qu'en Suisse.

^a « Les tableaux de niveaux sonores sont faits par les acousticiens de la Suva. Nous nous rendons dans plusieurs entreprises et effectuons des mesurages pour les activités dites "typiques" pour les différents domaines d'activités et professions (p. ex. soudeur, maçon, pâtissier...). Ces tableaux évoluent dans le temps (évolution des machines et des activités, nouvelles professions...). » (Suva, 13 mai 2022. Réponse au courriel de R. Martin, INSPQ, 7 avril 2002. Information sur le système en place pour le prêt d'instruments de mesure du bruit dans les milieux de travail).

C - NOISE JEM

	- Les seules données d'exposition à utiliser doivent provenir de mesures effectuées selon les recommandations du NIOSH, c.-à-d. selon un facteur de bissection (Q) de 3 dB correspondant à la réglementation québécoise en vigueur depuis le 16 juin 2023. - Noise JEM contient un nombre limité de données qui répondent aux critères (NIOSH), soit 1,1 % du total de toute la base; - Toutefois, les résultats OSHA ou MSHA, mesurés selon un facteur de bissection de 5 dB et qui dépassent 85 dBA dépassent aussi 85 dBA ($L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$). - Les données « plus récentes » ont trait à la période 2005-2015 et correspondent à 10 535 résultats sur les 12 191 résultats NIOSH contenus dans la base; ils représentent 2,8 % (10 535/379 164) des résultats inscrits dans la base pour cette période; - L'utilisation de mesures réalisées il y a moins de 10 ans est à favoriser (voir section B.1.1), soit entre 2013-2015. Cela correspond à 2 785 résultats NIOSH (sur les 40 780 ajoutés pour cette période). - Les critères de sélection des données incluses dans Noise JEM ne sont pas bien précisés quoique la majorité des données proviennent de bases gouvernementales tenues par OSHA et le MSHA. D'autres proviennent de publications scientifiques et de l'industrie privée (> 100 000).
---	---

- Page d'accès à la base « Noise JEM » : <http://noisejem.sph.umich.edu/>
- Pour ouvrir l'application en ligne, cliquer sur le bouton : *Open the noise JEM WebApp*.



noiseJEM HOME JEM WEBAPP ABOUT PEOPLE HOW TO HELP CONTACT

JOB EXPOSURE MATRIX

Open the noise JEM WebApp

About the JEM

The noise Job Exposure Matrix (JEM) consists of nearly one million occupational noise exposure measurements across 275 industries. The JEM was constructed by collecting noise exposure measurements from OSHA, MSHA, private industry, and published literature between 1963-2015. Our JEM web App can be used to filter, visualize, and download the noise exposure estimates in the JEM for the purposes of assessing exposures for epidemiological studies, occupational health interventions, and other public health-oriented purposes.

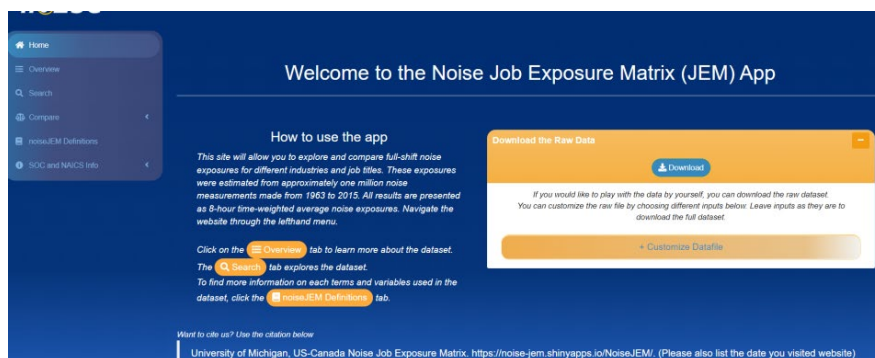
Publications

Additional information about the creation and analysis of the JEM can be found in our publications. Digital copies can be requested through metz@umich.edu

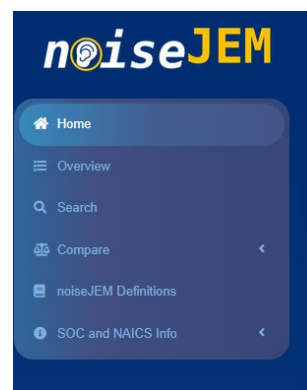
Cheng W, Roberts B, Mukherjee B, Neitzel RL. Meta-analysis of job-exposure matrix data from multiple sources. *J Exposure Science and Environmental Epidemiology* 28(3):259-274 (2018)

Roberts, B, Cheng, W, Mukherjee, B, & Neitzel, RL. Imputation of missing values in a large job exposure matrix using hierarchical information. *J Exposure Science and Environmental Epidemiology* 28(6):615-648 (2018)

- Affichage de l'application en ligne :



- À gauche de l'écran, le menu rend disponible différents modes de recherche et donne accès à des informations complémentaires.
- Ce menu contient entre autres les définitions des termes et codifications utilisées dans la base de données pour classer les résultats d'exposition au bruit selon les emplois aux États-Unis (SOC : *Standard Occupational Classification*)^A et les secteurs d'activités (NAICS, soit le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN)).



- La fonction recherche *SEARCH* (colonne 1, ci-dessous) de Noise JEM permet de faire une recherche par secteur d'activités (*industries*) ou par catégorie d'emplois (*occupations*).

Attention : il arrive que certains fureteurs ne donnent pas accès aux menus, ce qui n'est pas le cas de Mozilla Firefox, par exemple.

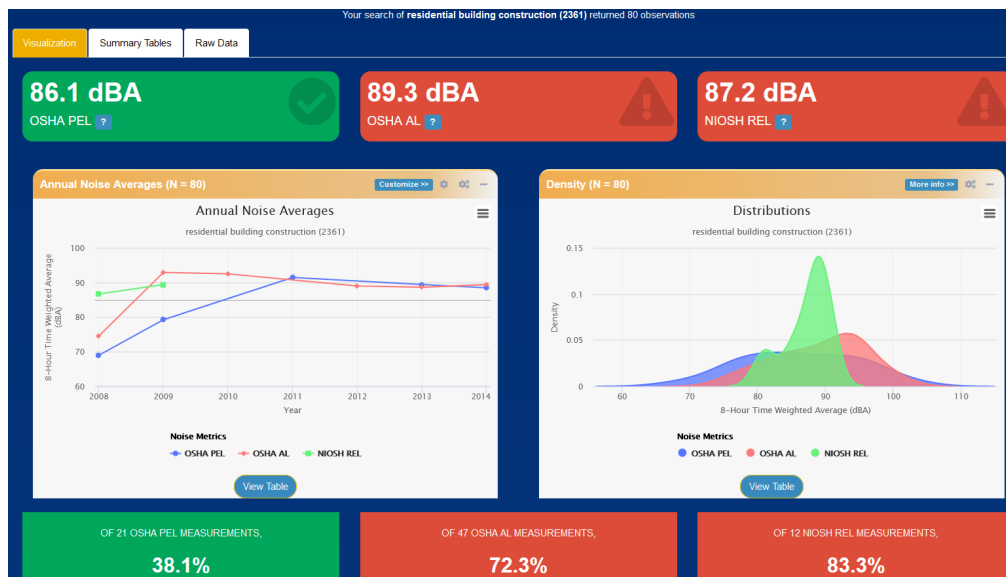
Colonne 1	Colonne 2	Colonne 3
Menu de recherche	Choisir le secteur d'activités	Sélectionner la période couverte par les mesures

^A Disponible sur le site du U.S. Bureau of Labor Statistics: https://www.bls.gov/soc/2018/major_groups.htm (page consultée le 26 août 2024).

La colonne 2 illustre une sélection, soit le secteur : *residential building construction*. L'étiquette de ce secteur d'activité est celle du code SCIAN 2361 du Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN), mais sous son appellation anglaise (*NAICS : North American Industry Classification System*).

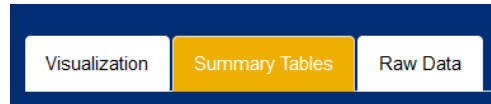
La 3^e étape, montrée à la 3^e colonne, consiste à ajuster la recherche pour choisir une période pendant laquelle les mesures ont été effectuées :

- Pour estimer les niveaux d'exposition, il est recommandé de sélectionner les données les plus « récentes » :
 - **Déplacer le curseur sur la période choisie.** Le résultat initial affiche des résultats pour la période 1981-2014 (colonne 2);
 - Restreindre la période aux données de 2013-2014, comme recommandé pour inclure les 10 dernières années;
 - Puis, cliquer sur *SEARCH*;
 - Ce premier résultat (non présenté) n'affiche aucune donnée *NIOSH REL* pour 2013-2014;
 - Pour inclure des résultats *NIOSH REL*, la période a été ajustée pour 2008-2014 (colonne 3), étant conscient que cette période ne rencontre pas la recommandation d'utiliser des résultats de mesure de 10 ans et moins, mais plutôt en fonction des données les plus récentes;
 - Puis, cliquer sur *SEARCH*.
- Résultats affichés : trois types de résultats sont présentés : *OSHA PEL*, *OSHA AL* et *NIOSH REL*.
- **Seuls les résultats identifiés *NIOSH REL* doivent être utilisés.** Il n'y a pas de résultats *NIOSH* pour tous les secteurs d'activités.
- L'exemple choisi (*residential building construction*) affiche 12 mesures *NIOSH REL* sur les 80 disponibles pour ce secteur dans la base de données en fonction de la période choisie.



La page de l'application *Noise JEM* contient trois onglets (à gauche, en haut des résultats affichés) : *Visualization* (soit l'onglet présentant les trois résultats moyens), *Summary Tables* et *Raw Data*.

- Pour obtenir plus de détails sur les données : choisir l'onglet *Summary Tables*.



Summary Tables affiche un résumé de l'ensemble des données disponibles pour le secteur (*Industry Averages*), en plus des titres emplois associés pour lesquels des résultats sont disponibles. Tous les emplois d'un secteur sont affichés, même ceux sans aucune donnée d'exposition.

- L'onglet *Summary Tables* fournit les statistiques correspondantes au niveau d'exposition moyen calculé par la base de données : nombre de mesures, écart-type (*SD : Standard Deviation*), le minimum et le maximum ainsi que la proportion des résultats qui dépassent 85 dBA et la période couverte.

Industry Averages

Copy CSV Excel PDF Print Show 10 entries Search:

	Industry	NAICS	Noise Metric	N	Mean	SD	Minimum	Maximum	% > 85 dBA	% > 90 dBA	Minimum Year	Maximum Year
1	residential building construction	2361	OSHA.PEL	114	89.67	7.03	69	106.6	78.9%	53.5%	1981	2014
2	residential building construction	2361	OSHA.AL	61	89.71	6.72	74.6	106.6	73.8%	57.4%	1981	2014
3	residential building construction	2361	NIOSH.REL	12	87.22	3.36	80.4	90.8	83.3%	25%	1981	2014

Previous1Next

- **Toujours utiliser la catégorie *NIOSH REL* sous la colonne *Noise Metrics*** : pour limiter l'affichage aux données du NIOSH, utiliser le menu *SEARCH* à droite en insérant le choix *NIOSH REL*.

Industry Averages

Copy

CSV

Excel

PDF

Print

Show10entries

Search:NIOSH REL

	Industry	NAICS	Noise Metric	N	Mean	SD	Minimum	Maximum	% > 85 dBA	% > 90 dBA	Minimum Year	Maximum Year
3	building finishing contractors	2383	NIOSH.REL	24	96.51	13.61	69.8	118	79.2%	62.5%	2000	2012

Previous

1

Next

La section qui suit le secteur (*industry*) présente les données pour les emplois (*job averages*) :

- Répéter la sélection *NIOSH REL* pour cette section.
- Les données peuvent être triées par ordre d'importance par un « clic » sur la colonne « N » :
 - L'exemple affiche six titres d'emplois pour lesquels il existe des données d'exposition : les charpentiers-menuisiers (*carpenters*), les opérateurs d'équipements de construction (*construction equipment operators*), les ouvriers du bâtiment (*construction laborers*), les travailleurs en installation, entretien et réparations (*maintenance and repair workers, general*), les tôliers (*sheet metal workers*), les régleurs, opérateurs et conducteurs de machines à bois (*woodworking machine setters, operators, and tenders*);
 - Les titres d'emplois sont ceux de la classification américaine des emplois (SOC – *Standard Occupational Codes*).

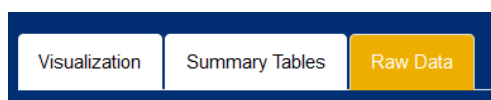
Job Averages

Copy CSV Excel PDF Print Show 10 entries Search: niosh rel

	Job Title	Broad SOC Code	Noise Metric	N	Mean	SD	Minimum	Maximum	% > 85 dBA	% > 90 dBA	Minimum Year	Maximum Year
6	Carpenters	47-2030	NIOSH.REL	2	90.7	0.14	90.6	90.8	100%	100%	1982	2014
12	Construction Equipment Operators	47-2070	NIOSH.REL	2	85.35	0.07	85.3	85.4	100%	0%	1982	2013
15	Construction Laborers	47-2060	NIOSH.REL	2	88.55	0.21	88.4	88.7	100%	0%	1993	2014
60	Maintenance and Repair Workers, General	49-9070	NIOSH.REL	2	81.05	0.92	80.4	81.7	0%	0%	2008	2008
90	Sheet Metal Workers	47-2210	NIOSH.REL	2	88.15	0.21	88	88.3	100%	0%	2008	2008
96	Woodworking Machine Setters, Operators, and Tenders	51-7040	NIOSH.REL	2	89.5	0.71	89	90	100%	50%	1982	2013
3	Brickmasons, Blockmasons, and Stonemasons	47-2020	NIOSH.REL	0	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Cement Masons, Concrete Finishers, and Terrazzo Workers	47-2050	NIOSH.REL	0	-	-	-	-	-	-	-	-
18	Crane and Tower Operators	53-7020	NIOSH.REL	0	-	-	-	-	-	-	-	-
21	Cutting Workers	51-9030	NIOSH.REL	0	-	-	-	-	-	-	-	-

Previous 1 2 3 4 Next

- Le dernier onglet, *Raw Data*, n'est pas utile dans le cas de la recherche pour estimer un des niveaux d'exposition, notamment parce que le contexte de chaque mesurage n'est pas connu ou précisé.



- À titre d'information, cet onglet (*Raw Data*) donne accès aux données détaillées [non présentées] qui peuvent être aussi restreintes aux données *NIOSH REL*. Ces données peuvent aussi être téléchargées.

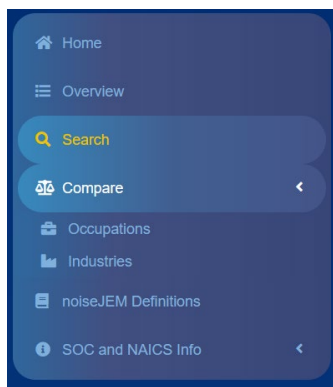
AUTRE MODE DE RECHERCHE DANS Noise JEM : COMPARAISON DES DONNÉES D'EXPOSITION DE DEUX CATÉGORIES D'EMPLOIS

Une autre possibilité est d'utiliser la fonction *COMPARE* (colonne 4) pour effectuer une comparaison des données.

- Comparaison des expositions entre deux catégories d'emplois :
 - Cliquer d'abord sur le « < » à la droite de *COMPARE* pour accéder au choix *occupations* (colonne 5);
 - Par ailleurs, une recherche peut aussi être faite pour comparer les données de deux secteurs d'activités (*industries*);

Colonne 4

Champs actuels de recherche à compléter avec le sous-menu *COMPARE*

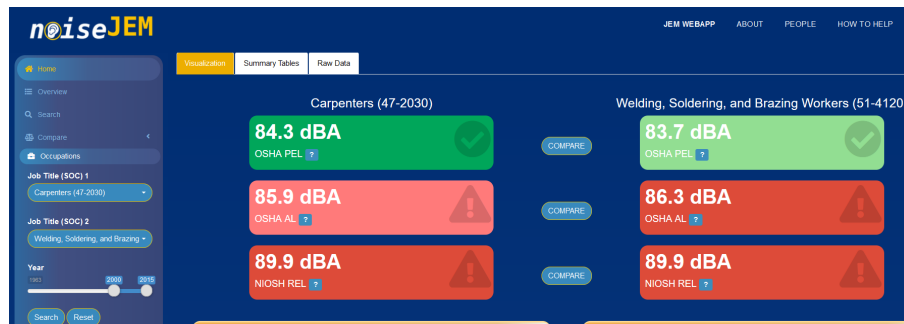


Colonne 5

Deux catégories d'emplois choisies : charpentiers-menuisiers (*Carpenters*) et soudeurs (*Welding, Soldering and Brazing Workers*)



- Les catégories d'emplois sont choisies (colonne 5) à l'aide d'une recherche textuelle dans chaque champ (*Job Title 1* et *Job Title 2*); ces catégories réfèrent à la classification *SOC* déjà mentionnée.
- Une fois terminée la sélection des catégories d'emplois à comparer, cliquer sur *SEARCH* pour amorcer la recherche.
 - L'exemple fourni utilise les emplois de charpentiers-menuisiers (*Carpenters 47-2030*) et de soudeurs (*Welding, Soldering and Brazing Workers 51-4120*).
- Les résultats sont affichés comme suit :
 - Trois types de résultats sont présentés : *OSHA PEL*, *OSHA AL* et *NIOSH REL*;
 - RAPPEL : n'utiliser que les résultats identifiés *NIOSH REL*;
 - 89,9 dBA pour les charpentiers-menuisiers et 89,9 dBA pour les soudeurs;
 - À remarquer que la période des mesures a été restreinte entre 2000 et 2015.



- Pour accéder aux statistiques correspondantes au niveau d'exposition moyen calculé par la base de données, sélectionner l'onglet **Summary Tables** avec la catégorie **NIOSH REL** sous la colonne **Noise Metrics** situé à droite.

Visualization

Summary Tables

Raw Data

Carpenters (47-2030)

Copy

CSV

Excel

PDF

Print

Show 11 entries

Search: NIOSH

	Job Title	Broad SOC Code	Noise Metric	N	Mean	SD	Minimum	Maximum	% > 85 dBA	% > 90 dBA	Minimum Year	Maximum Year
3	Carpenters	47-2030	NIOSH REL	538	89.86	5.98	63.7	118	85.5%	48.5%	2000	2014

Previous

1

Next

Welding, Soldering, and Brazing Workers (51-4120)

Copy

CSV

Excel

PDF

Print

Show 11 entries

Search: NIOSH

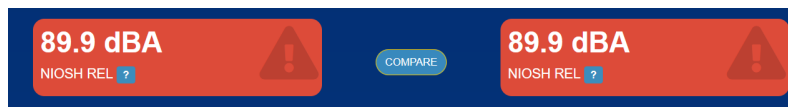
	Job Title	Broad SOC Code	Noise Metric	N	Mean	SD	Minimum	Maximum	% > 85 dBA	% > 90 dBA	Minimum Year	Maximum Year
3	Welding, Soldering, and Brazing Workers	51-4120	NIOSH REL	95	89.88	7.3	77	117.9	76.8%	42.1%	2000	2015

Previous

1

Next

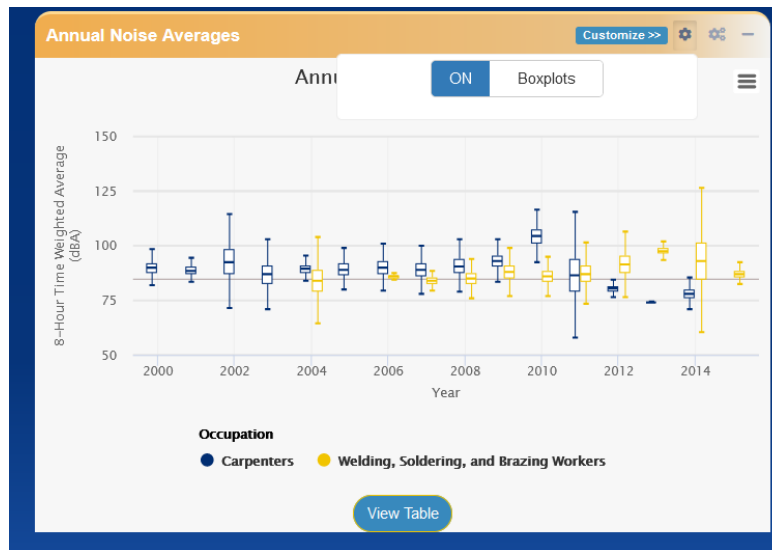
- Le tableau résumé (*Summary Tables*) permet de constater que :
 - Pour les charpentiers-menuisiers, le niveau d'exposition moyen de 89,6 dBA, provient de 538 mesures (63,7-108,5 dBA) dont 85,5 % dépassaient 85 dBA (période 2000-2014);
 - Pour les soudeurs, le niveau d'exposition moyen de 89,9 dBA, provient de 95 mesures (77-117,9 dBA) dont 76,82 % dépassaient 85 dBA (période 2000-2015).
- Dans l'onglet *Visualization*, d'autres détails sur les niveaux d'exposition selon les paramètres du NIOSH peuvent être obtenus en cliquant sur le bouton *COMPARE* situé entre les résultats affichés :



- La comparaison présente deux formats de résultats sous les niveaux moyens calculés :
 - À gauche : les niveaux annuels moyens d'exposition au bruit (*Annual noise averages*);
 - À droite : les niveaux selon la courbe de distribution ou de densité (*Density*) permettent de comparer la distribution des résultats des niveaux d'exposition entre les deux catégories d'emplois choisies. **Information peu utile dans le cadre d'une estimation du niveau d'exposition.**



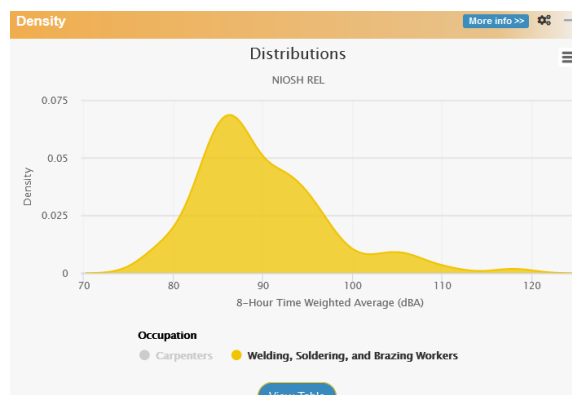
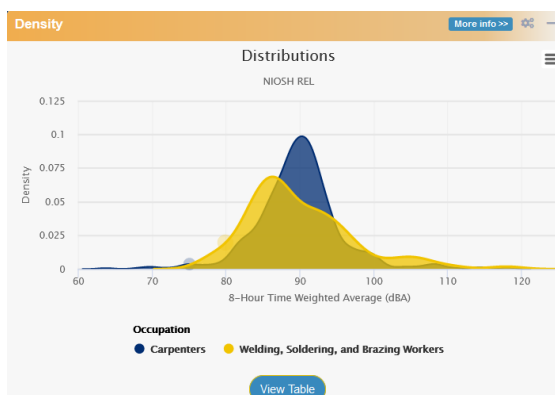
- Pour les résultats moyens annuels, le graphique de gauche présente :
 - Des courbes selon le niveau d'exposition et l'année des mesures;
 - Ces courbes peuvent être changées pour des boîtes à moustaches (*boxplots*) en utilisant l'option *Customize*, en haut, à droite du graphique.



- Le bouton *View Tables*, sous le graphique :
 - Permet de voir la distribution des résultats annuels intégrés dans la base pour les deux catégories d'emplois;
 - Les données sont présentées par année et par type d'emplois ou de métiers. Elles incluent la moyenne (*mean*) de chaque année, la médiane, l'écart interquartile (IQR : *inter quartile range*), l'écart-type (*SD*), le quartile inférieur ou premier quartile (Q1) ainsi que le quartile supérieur (Q3) en plus des niveaux minimum et maximum d'exposition au bruit pour chaque année (exemple de la première page contenant les données des charpentiers-menuisiers).

Data Table											
Copy CSV Excel PDF Print Show 10 entries Search:											
	Year	Job Title	N	Mean	Median	IQR	SD	Q1	Q3	Min	Max
21	2010	Welding, Soldering, and Brazing Workers	12	86.29	86	4.5	5.33	83.75	88.25	77	95
22	2011	Welding, Soldering, and Brazing Workers	8	87.64	87.2	7	4.27	83.7	90.7	73.2	101.2
23	2012	Welding, Soldering, and Brazing Workers	31	90.85	91.5	7.5	4.99	87.75	95.25	76.5	106.5
24	2013	Welding, Soldering, and Brazing Workers	2	97.55	97.55	2.05	2.9	96.525	98.575	93.45	101.65
25	2014	Welding, Soldering, and Brazing Workers	17	96.12	93.2	16.5	11.27	84.95	101.45	60.2	126.2
26	2015	Welding, Soldering, and Brazing Workers	3	88.23	87.1	2.5	2.69	85.85	88.35	82.1	92.1
Previous 1 2 3 Next										Close	

- Pour la courbe de distribution ou de densité (*Density*) :
 - Possibilité de choisir les données à afficher : au bas du graphique, cliquer sur la légende correspondant aux données à ne pas afficher; dans l'exemple ci-dessous, les résultats des charpentiers-menuisiers ne sont pas affichés :



Note : une courbe de densité représente la distribution d'une valeur continue d'un point de vue probabiliste. Un pic dans une densité permet de visualiser une concentration de données, reflétant une plus grande probabilité d'observer une valeur dans ses environs. La largeur de la courbe permet quant à elle d'apprécier l'étendue des valeurs possibles et le poids de ses extrêmes. Il est d'ailleurs aisé de comparer deux courbes de densité, car l'aire sous la courbe de celles-ci équivaut toujours à 1, soit la somme des probabilités d'observer toutes les valeurs possibles que peuvent prendre les données comparées.

- *View Tables* donne accès à une distribution du nombre de résultats par catégorie de niveaux d'exposition au bruit, mais sans distinguer ces résultats selon la catégorie d'emploi. **Donc, information non utile pour estimer le niveau d'exposition.**

Data Table

Copy CSV Excel PDF Print Search:

	Measurement	N	Percent
1	[60, 65) dBA	1	0.2
2	[65, 70) dBA	2	0.3
3	[70, 75) dBA	6	0.9
4	[75, 80) dBA	13	2.1
5	[80, 85) dBA	78	12.3
6	[85, 90) dBA	232	36.7
7	[90, 95) dBA	220	34.8
8	[95, 100) dBA	52	8.2
9	[100, 105) dBA	12	1.9
10	[105, 110) dBA	10	1.6
11	[110, 115) dBA	3	0.5
12	[115, 120) dBA	4	0.6

Previous 1 Next

Close

Annexe 7 Chiffriers (« calculettes ») et leur utilisation : CNESST et autres organisations

Utilité des chiffriers (« calculettes »)

Usage principal : la « calculette » proposée par la CNESST^A (269), bien qu'explicitement prévue pour répondre à l'exigence réglementaire relative au calcul de la réduction de la durée d'exposition^B, pourrait comme les chiffriers de l'INRS, des Centres de santé des travailleurs de l'Ontario, du HSE et de la Suva (voir sections B.1.4 et C.3.6.2 du guide) servir à intégrer les résultats de mesures du bruit effectués pour différentes tâches au cours d'une journée de travail et leur durée correspondante, pour une fonction donnée ou pour une journée entière. Elle permet ainsi de calculer le niveau d'exposition quotidienne ($L_{EX,8h}$ ou $L_{EX,8h}$). Dans le RSPSAT, l'outil de calcul intégré dans le module hygiène du SISAT est habituellement celui utilisé.

Le tableau suivant (tableau A-9) présente les tâches d'un soudeur-assembleur avec leurs durées quotidiennes d'exposition et le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A mesuré ($L_{eq,t}$ ou $L_{pA,eqT}$) (voir les sections B.1.4 pour l'évaluation préliminaire, soit pour une estimation du niveau d'exposition, ou la section C.3 sur l'évaluation approfondie). Selon la source de ces données (évaluation préliminaire ou approfondie), elles ont été utilisées (saisies) avec un chiffrier (« calculette ») pour obtenir soit une estimation du niveau ou le niveau d'exposition quotidienne. Voir la démarche présentée ci-dessous.

Tableau A-9 Exemple du niveau d'exposition quotidienne d'un soudeur-assembleur (*tacker*), dont le quart de travail^C est d'une durée de 8 heures, calculé à partir de la durée d'exposition quotidienne de chaque tâche et du niveau de pression acoustique continu équivalent correspondant ($L_{eq,t}$)

Tâche	Durée quotidienne d'exposition	$L_{eq,t}$ (dBA)
Soudage MIG	5 h 00	88
Ébarbage, polissage	0 h 45	96
Déplacement des pièces	0 h 45	80
Nettoyage et application d'un apprêt (peinture)	1 h 00	83
Niveau d'exposition quotidienne au bruit : $L_{EX,8h} = 89$ dBA		

^A La « calculette » proposée par la CNESST est disponible sur la page suivante : <https://servicesenligne.cnesst.gouv.qc.ca/prevention/calculatrice-bruit/index.aspx> (page consultée le 26 août 2024).

^B RSST : art. 137, paragr. 2° et CSTC : art. 2.21.6, paragr. 2°.

^C Cette durée inclut deux pauses de 15 minutes, mais exclut la durée de la période de repas (1 h), considérant qu'elle n'est pas rémunérée et qu'elle est prise hors de l'aire de travail dans un lieu plus calme.

Utilisation

- Identifier chacune des tâches de la situation de travail.
- Obtenir les niveaux de pression acoustique continus équivalents ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$) de chacune d'entre elles.
- Pour **chaque tâche**, fournir les informations demandées :
 - Date de la mesure;
 - Description de la tâche;
 - Durée quotidienne de la tâche;
 - Niveau de pression acoustique continu équivalent ($L_{eq,t}$ arrondi au décibel près ou $L_{p,A,eqT}$ arrondi à la première décimale);
 - Des commentaires facultatifs peuvent être insérés.
- Une fois toutes les tâches ajoutées, il suffit de cliquer sur « calculer ».



Commission des normes, de l'équité,
de la santé et de la sécurité du travail

Calculatrice permettant d'évaluer le niveau d'exposition quotidienne au bruit ($L_{EX,8h}$ ou $L_{ex,8h}$)

Identification de la situation de travail du travailleur ou du groupe de travailleur homogène :

Date de calcul : vendredi 22 septembre 2023

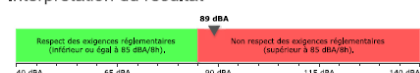
Tâche	Date de la mesure	Description de la tâche	Durée quotidienne			Niveau de pression acoustique continu équivalent ($L_{p,A,eqT}$ ou $L_{eq,t}$) dBA
			HH	MM	SS	
1	2023-09-14	Soudage MIG	05	00	00	88
2	2023-09-14	Ébarbage, polissage	00	45	00	96
3	2023-09-14	Déplacement des pièces	00	45	00	80
4	2023-09-14	Nettoyage et application d'un apprêt (peinture)	01	00	00	83

Durée totale de la journée de travail : 7,5h

Niveau de pression acoustique continu équivalent ($L_{p,A,eqT}$ ou $L_{eq,t}$) estimé pour la durée totale de la journée de travail : 89,3dBA

Niveau d'exposition quotidienne ($L_{EX,8h}$ ou $L_{ex,8h}$) estimé : 89,3dBA pour 8h

Interprétation du résultat



⚠ Une exposition répétée à un niveau de bruit supérieur à 85 dBA ($L_{EX,8h}$ ou $L_{ex,8h}$) cause de la surdité professionnelle.

Conditions et limites de cet outil :

- La validité des calculs dépend de la qualité des mesures de bruit et du découpage adéquat des tâches.
- Il faut s'assurer que la durée inscrite correspond à celle habituelle pour la tâche ou l'activité réalisée au cours d'une journée de travail.
- **S'assurer que toutes les tâches (et leurs résultats respectifs) sont incluses**, même celles dont le niveau de bruit est en deçà de la VLE, sinon la « durée du quart (journée de travail) » est, par défaut, celle correspondant aux durées d'exposition quotidiennes et aux tâches saisies dans la « calculatrice ».
- Les secondes doivent être saisies et, s'il y a lieu, il suffira d'inscrire « 00 » pour éviter l'affichage d'un message d'erreur.
- Un niveau seuil de 70 dBA est utilisé pour les calculs. Si un niveau mesuré est inférieur à 70 dBA, il sera donc saisi comme équivalent à 70 dBA dans la « calculatrice ».
- Attention : le résultat du niveau d'exposition quotidienne n'est pas arrondi au dB près, mais à la première décimale, comme exigé par ISO 9612 :2009(F) pour le $L_{EX,8h}$. Si on applique la norme CSA Z107.56-F13, 2014, le résultat du niveau d'exposition quotidienne devra être arrondi au dB près^A, comme prévu pour le $L_{ex,8h}$; p. ex. 84,6 devient 85 dBA.
- Et, la « calculatrice » n'est pas conçue pour faire une moyenne arithmétique ou énergétique de plusieurs échantillons de mesure $L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$ pour une tâche donnée ou de $L_{eq,t}$ ou $L_{EX,8h}$ pour une situation de travail donnée.

Bien que l'interprétation des résultats : « Une exposition répétée à un niveau de bruit supérieur à 85 dBA ($L_{EX,8h}$ ou $L_{ex,8h}$) cause de la surdité professionnelle » soit exacte, il ne faut pas oublier que la perte auditive causée par le bruit peut aussi se développer à partir de niveaux d'exposition au bruit dépassant 75 dBA (voir A.4.1).

^A La norme CSA Z107.56 :F18 (C2022) applique la même procédure.

Réorganisation des tâches visant à réduire l'exposition quotidienne au bruit d'un travailleur ou d'un groupe de travailleurs (groupe d'exposition similaire) :

- À partir des niveaux de pression acoustique continus équivalents mesurés et la nouvelle durée quotidienne réduite des tâches associées, un chiffrier (« calculatrice » peut aussi servir à vérifier quelle serait la variation du niveau d'exposition dans le cas d'une réorganisation des tâches.

Identifier les sources/tâches qui contribuent le plus à l'exposition quotidienne du travailleur peut aider à estimer l'impact potentiel d'une réduction du niveau de bruit d'une source/tâche sur le niveau d'exposition.

- Un chiffrier (« calculatrice ») pourrait permettre l'identification des tâches les plus contributives à l'exposition d'un travailleur au bruit, en calculant le niveau d'exposition (partiel) associé à chaque tâche et en comparant les valeurs entre elles. Il reste toutefois pertinent d'en préciser l'importance, par la contribution relative de chaque source ou tâche à l'exposition globale, notamment quand vient le moment de prioriser les interventions. Ainsi, le chiffrier (« calculatrice ») proposé par l'INRS^A (267) permet d'obtenir cette information comme l'affichent les deux tableaux suivants :

Tableau A-10 Contribution des différentes tâches au niveau d'exposition quotidienne d'un soudeur-assembleur (*tacker*) (quart de travail^B d'une durée de 8 heures)

Tâche	Durée d'exposition quotidienne	$L_{p,A,eqT}$ (dBA)	Contribution à l'exposition (%)
Soudage MIG	5 h 00	88,3	50 %
Ébarbage, polissage	0 h 45	96,2	46 %
Déplacement, manutention des pièces	0 h 45	80,4	1 %
Nettoyage et application d'un apprêt (peinture)	1 h 00	83,1	3 %
Niveau d'exposition quotidienne au bruit : $L_{EX,8h} = 89,3$ dBA			

Tableau A-11 Contribution des différentes tâches au niveau d'exposition quotidienne d'un préparateur-assembleur dans une usine de meubles de maison (quart de travail^B d'une durée de 8 heures)

Tâches et outils	Durée d'exposition quotidienne	$L_{eq,t}$ (dBA)	Contribution à l'exposition
Planage et rabotage de bois	45 min	103	63 %
Toupie	15 min	98	7 %
Moulurière	45 min	88	2 %
Découpe sur table de sciage	1 h 30	96	25 %
Assemblage	3 h 45	83	3 %
Préparation, matériel et nettoyage	30 min	80	0 %
Niveau d'exposition quotidienne au bruit : $L_{EX,8h} = 95$ dBA			

^A Chiffrier (« calculatrice ») de l'INRS : accessible sur cette page Internet : <https://www.inrs.fr/media.html?reflNRS=outil23> (page consultée le 26 août 2024).

^B Cette durée inclut deux pauses de 15 minutes, mais exclut la durée de la période de repas (1 h), considérant qu'elle n'est pas rémunérée et qu'elle est prise hors de l'aire de travail dans un lieu plus calme.

Annexe 8 Méthode des « points d'exposition »

Indications et conditions pour réaliser une évaluation préliminaire en utilisant la méthode des points d'exposition :

- La méthode (démarche) doit être appliquée au complet afin d'obtenir un résultat assez exact et représentatif.
- Applicable lorsque le travail peut être décomposé **en plusieurs phases distinctes**, chacune étant caractérisée par un niveau de bruit et une durée.
- Identifier un emploi, un poste, une situation de travail qui comporte plusieurs phases de travail distinctes.
- Son utilité :
 - Fournit l'estimation du niveau d'exposition quotidienne au bruit;
 - Classe les phases d'exposition selon leur contribution à l'exposition ce qui peut aider à identifier les priorités pour les actions éventuelles de réduction.
- Choisir une journée typique de travail.
- Découper cette journée en différentes (plusieurs) périodes. Cette approche, malgré des similitudes, diffère de la méthode par tâche proposée par ISO 9162 (section C 3.1.2).
- Préciser (estimer) la durée de chaque période. Ces durées seront à associer aux résultats de mesurage.
- Effectuer des mesures ponctuelles des niveaux de pression acoustique continu équivalent pondéré A ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$) associés à ces périodes (voir les sections B.1.4 pour l'évaluation préliminaire).
- Porter attention aux événements bruyants même rares et aux activités très bruyantes, entre autres celles de très courte durée (annexe 5, section A; test de la voix, items 1.2 : Événements bruyants et 1.3. Opérations bruyantes à des moments particuliers).
- Appliquer la méthode des points d'exposition. Voir les exemples ci-bas.
- Utiliser le tableau de référence proposé par l'INRS (223) contenant les points d'exposition (voir tableau XII reproduit à la fin de la présente annexe).
- Attribuer le nombre de points correspondant aux durées d'exposition quotidienne et niveaux de bruit des différentes phases ou périodes de travail mesurés.
- Additionner le nombre total de « points » pour estimer le niveau d'exposition quotidienne de situations de travail à partir des périodes dont le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$) a été mesuré.
- Selon le total des points obtenus, le résultat du niveau d'exposition quotidienne estimé permet de situer la **possibilité de dépassement ou le dépassement** d'une VLE. Cette méthode ne peut être utilisée pour vérifier la conformité réglementaire puisqu'elle ne répond pas aux exigences de mesurage du niveau d'exposition quotidienne au bruit et celui de la pression acoustique de crête (RSST : art. 139).
- Enfin, les points d'exposition peuvent être additionnés ou soustraits pour une durée d'exposition quotidienne se situant entre deux durées dans le tableau (voir figure A-18 et tableau A-12).

Exemple 1. Calcul de l'estimation du niveau d'exposition quotidienne au bruit lorsque le travail se divise en une ou plusieurs phases (voir figure A.18) :

- Phase ou période 1 de travail : 6 heures à 80 dBA ($16 + 8 = 24$ points)^A.
- Phase ou période 2 de travail : 1 heure à 90 dBA (40 points).
- Faire le total des points de toutes les périodes de travail, soit un total de 64 points ($24 + 40$).
- Puis, repérer dans la colonne « 8h » le niveau de bruit le plus près du nombre total de points :
 - Dans l'exemple, le total de 64 points correspond, dans le tableau, à un $L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$ de 83 dBA.
- La période 1 contribue à 38 % ($24/64$ points) au niveau d'exposition quotidienne estimé.
- Conséquemment, la période 2 y contribue à 62 % ($40/64$ points).

Autres exemples : addition ou soustraction des points d'exposition pour une durée d'exposition quotidienne se situant **entre deux durées** (voir figure A-18 ou le tableau A-12).

Exposition de 45 minutes à 97 dBA :

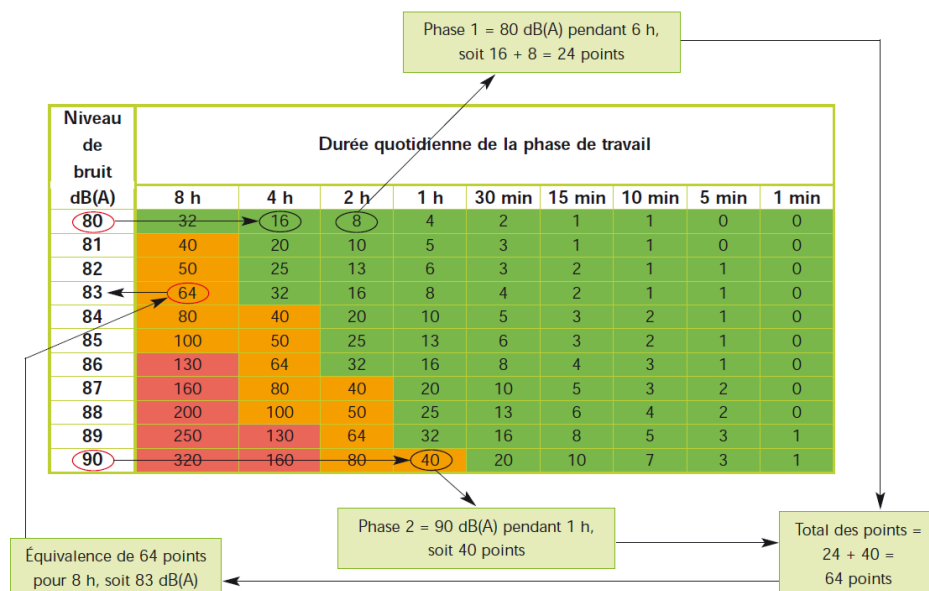
- Prendre la durée de 30 minutes et y associer le nombre de points correspondant au niveau d'exposition (100 points).
- Et utiliser la durée de 15 minutes pour le même niveau d'exposition (50 points).
- L'addition du nombre de points ($100 + 50$) = 150 points d'exposition pour 45 minutes.
- Le niveau d'exposition quotidienne estimé est obtenu en cherchant dans la colonne 8 h le niveau de bruit le plus près de 150 points, soit 87 dBA.

Autre exemple fourni par Thiéry et coll., (2009) (page 18) (223) :

- Une exposition à 86 dBA de durée égale à 7 heures sera décomposée en ($8\text{ h} - 1\text{ h}$), soit $(130 - 16) = 114$ points d'exposition. Le niveau d'exposition quotidienne estimé est obtenu en cherchant dans la colonne 8 h le niveau de bruit le plus près de 114 points, soit 85 dBA.

^A À l'aide de la figure A-18, prendre la durée de 4 heures et y associer le nombre de points correspondant au niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$) (16 points);
Puis, utiliser la durée de deux heures pour le même niveau d'exposition (8 points);
Additionner le nombre de points ($16 + 8$) = 24 points d'exposition pour 6 heures à 80 dBA.

Figure A-18 Illustration de l'utilisation de la méthode des points d'exposition



Source : Thiéry, 2009, p. 31 (223).

Exemple 2. Pour estimer la contribution de petites tâches très bruyantes, voire de courte durée, la méthode des points d'exposition est aussi utile. Voici l'exemple présenté par Thiéry et coll. (2009) (223) :

- À quel niveau d'exposition quotidienne estimé (8 h) correspond une activité dont l'exposition est de 5 minutes à 106 dBA au cours d'une journée?
 - Selon le tableau A-12 de la page suivante : pour 5 minutes à 106 dBA, il faut attribuer 130 points;
 - Le niveau d'exposition quotidienne estimé est obtenu en cherchant dans la colonne 8 h à quoi correspond 130 points, soit à 86 dBA.

Utilisation du tableau A-12 de la page suivante

- Le niveau d'exposition ($L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$) est de 80 dBA ou moins.
- Le niveau d'exposition ($L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$) se situe entre 80 et 85 dBA.
- Le niveau d'exposition ($L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$) est équivalent à plus de 85 dBA, la VLE est dépassée.

Toute situation qui dépasse la VLE donnera un nombre total de points supérieur à 100. La zone **jaune** du tableau se situe entre 81 et 85 dBA, alors que dans le cas du présent guide et de ce qui est recommandé, la zone **jaune** (dépassement possible) se situe entre 82-85 dBA. L'INRS utilise des résultats arrondis à la première décimale pour les rapports de mesurage, mais ne précise pas de règle à ce sujet pour ce tableau.

Tableau A-12 Tableau de référence pour la méthode des points d'exposition de l'INRS, selon le niveau de bruit, leur durée d'exposition quotidienne et le niveau d'exposition estimé correspondant (codes de couleurs)

Niveau de bruit (dBA)	8 h	4 h	2 h	1 h	30 m	15 m	10 m	5 m	1 m
75	10	5	3	1	1	0	0	0	0
76	13	6	3	2	1	0	0	0	0
77	16	8	4	2	1	1	0	0	0
78	20	10	5	3	1	1	0	0	0
79	25	13	6	3	2	1	1	0	0
80	32	16	8	4	2	1	1	0	0
81	40	20	10	5	3	1	1	0	0
82	50	25	13	6	3	2	1	1	0
83	64	32	16	8	4	2	1	1	0
84	80	40	20	10	5	3	2	1	0
85	100	50	25	13	6	3	2	1	0
86	130	64	32	16	8	4	3	1	0
87	160	80	40	20	10	5	3	2	0
88	200	100	50	25	13	6	4	2	0
89	250	130	64	32	16	8	5	3	1
90	320	160	80	40	20	10	7	3	1
91	400	200	100	50	25	13	8	4	1
92	510	250	130	64	31	16	11	5	1
93	640	320	160	80	40	20	13	7	1
94	800	400	200	100	50	25	17	8	2
95	1 000	510	250	130	60	32	21	11	2
96	1 300	640	320	160	80	40	27	13	3
97	1 600	800	400	200	100	50	33	17	3
98	2 000	1 000	510	250	130	60	40	21	4
99	2 500	1 300	640	320	160	80	50	27	5
100	3 200	1 600	800	400	200	100	70	33	7
101	4 000	2 000	1 000	500	250	130	80	40	8
102	5 100	2 500	1 300	630	320	160	110	50	11
103	6 400	3 200	1 600	800	400	200	130	70	13
104	8 000	4 000	2 000	1 000	500	250	170	80	17
105	10 000	5 100	2 500	1 300	630	320	210	110	21
106	13 000	6 400	3 200	1 600	800	400	270	130	27
107	16 000	8 000	4 000	2 000	1 000	500	330	170	33
108	20 000	10 000	5 000	2 500	1 300	630	420	210	40
109	25 000	13 000	6 400	3 200	1 600	790	530	270	50
110	32 000	16 000	8 000	4 000	2 000	1 000	670	330	70
111	40 000	20 000	10 000	5 000	2 500	1 300	840	420	80
112	51 000	25 000	13 000	6 300	3 200	1 600	1100	530	110
113	64 000	32 000	16 000	8 000	4 000	2 000	1300	670	130
114	80 000	40 000	20 000	10 000	5 000	2 500	1700	840	170
115	100 000	51 000	25 000	13 000	6 300	3 200	2100	1100	210
116	12 500	64 000	32 000	16 000	8 000	4 000	2700	1 300	270
117	160 000	80 000	40 000	20 000	10 000	5 000	3300	1 700	270
118	200 000	100 000	50 000	25 000	13 000	6 300	4200	2 100	420
119	255 000	125 000	64 000	32 000	16 000	8 000	5300	2 600	530
120	320 000	160 000	80 000	40 000	20 000	10 000	6700	3 300	670

NOTES : Tableau corrigé pour les niveaux entre 85 et 91 dBA associés aux durées de 2 h à 8 h (« 100 points » étaient placés dans une case de couleur rouge plutôt que jaune). Les trois résultats de 110 points correspondent à 85,2 dBA et donc 85 dBA, une fois arrondi. Par ailleurs, l'INRS précise que « pour simplifier le tableau, le nombre de points a été arrondi. Cet arrondi n'induit jamais d'erreur supérieure à 5 % en points, soit moins de 0,5 dBA sur le niveau de bruit. » (p. 18).

Source : reproduit de Thiéry, 2009, p. 19 (223).

Annexe 9 Normes de références des instruments de mesure du bruit

Tableau A-13 Liste des normes de référence des instruments de mesure selon la norme utilisée pour l'évaluation de l'exposition des travailleurs au bruit

Norme de mesure de l'exposition au bruit	Instruments associés à la norme	Spécifications
CSA Z107.56 :F18 (C2022) art. 2 et art. 4	Sonomètre intégrateur	Tolérance au moins de classe 2, conformément à IEC ^a 61672 ou ANSI/ASA S1.4
	Dosimètre	Tolérance au moins de classe 2 conformément à IEC 61672 ou à ANSI/ASA S1.25
Ouvrages de référence cités dans cette norme : • ANSI/ASA S1.4-2014 - <i>Sound Level Meters</i>. • ANSI/ASA S1.25-1991 (R2017) - <i>Specification for Personal Noise Dosimeters</i>. • IEC 61672 (2013) - <i>Électroacoustique — Sonomètres</i>.		
CSA Z107.56-F13, 2014 art. 2 et art. 4	Sonomètre intégrateur	Tolérance au moins de classe 2 (conformément à la norme CEI 61672-1 ou à l'ANSI S1.4)
	Dosimètre	Tolérance au moins de classe 2 (conformément à la norme CEI 61672-1, à l'ANSI S1.4 ou à l'ANSI S1.25)
Ouvrages de référence cités dans cette norme : • ANSI S1.4-1983 (R2006) - <i>Specification for Sound Level Meters</i>. • ANSI S1.25-1991 (R2007) - <i>Specification for Personal Noise Dosimeters</i>. • IEC 61672-1 (2002) - <i>Électroacoustique — Sonomètres — Partie 1 : Spécifications</i>.		
ISO 9612 :2009(F) art. 2 et art. 5	Sonomètre intégrateur	Instruments de classe 1 ou de classe 2 spécifiés dans la norme CEI 61672-1:2002 ^b . Les instruments de classe 1 sont préférés.
	Dosimètre (exposimètre)	Instruments de classe 2 spécifiés dans la norme CEI 61252 ^{c,d} . Ceux satisfaisant aux exigences de la classe 1 conformément à la CEI 61672-1:2002 sont recommandés.
	Source sonore d'étalonnage (« calibreur »)	Exigences relatives à la classe 1 spécifiées dans la norme CEI 60942 :2003 ^e .

^a L'acronyme anglais IEC (*International Electrotechnical Commission*) est celui utilisé dans la version française de la norme.

^b CEI 61672-1 : nouvelle version prévue en 2026.

^c Ouvrages de référence cités dans cette norme :

Pour les références non datées, la dernière édition s'applique (y compris d'éventuels amendements). Dans le cas de CEI 61252, l'édition 2017 est la plus récente : CEI 60942:2003, *Électroacoustique — Calibreurs acoustiques* ; CEI 61252, *Électroacoustique — Spécifications des exposimètres acoustiques individuels* ; CEI 61672-1:2002, *Électroacoustique — Sonomètres — Partie 1 : Spécifications*.

^d CEI 61252 : nouvelle version prévue en 2025.

^e CEI 60942 : nouvelle version attendue en 2026.

Annexe 10 Mesurage de l'exposition des travailleurs au bruit : comparaison entre les normes ISO et CSA, autres pratiques ailleurs dans le monde et stratégies de mesurage dans la documentation scientifique

A – TABLEAU SOMMAIRE COMPARATIF ISO 9612 :2009(F) ET CSA Z107.56 :F18 (C2022)

Tableau A-14 Comparaison de quelques caractéristiques des normes ISO et CSA pour la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit

Caractéristiques	ISO 9612 :2009(F)	CSA Z107.56 :F18 (C2022)
Analyse du travail	Étape avant mesurage et exigée dans tous les cas. Aspects à documenter sont précisés (art. 7).	Rien de spécifié sur la nécessité d'analyser le travail avant le mesurage. Recommandations générales formulées (art. 5.1 et 5.2).
Stratégie de mesurage	Trois stratégies définies (art. 6.2; 8.2) : Tâche, métier ou fonction, journée entière (art 9, 10, 11 et annexe B-Informative). Une combinaison des stratégies peut être utilisée (annexe B.6). Prendre des mesures ponctuelles pendant le mesurage sur une journée entière pour assurer la validité des résultats (art. 11.1, note et art. 11.2 b).	Pas de stratégie en tant que telle, mais on parle plutôt de types de mesurage en fonction des instruments : sonomètre intégrateur pour exposition associée aux activités (art. 6.5.1), méthode présente des ressemblances avec la stratégie selon la tâche (art. 6.3.2) et celle avec le dosimètre, pour la stratégie sur une journée entière (art. 6.4). L'instrumentation est aussi complémentaire (possibilité d'utiliser le sonomètre pour valider les mesures au dosimètre) (art. 4.3, note 5) ^a .
Planification du mesurage	Durée : recommandations spécifiques pour chaque stratégie : tâche (art. 9.3) : égale à la tâche ou au moins 5 minutes et couvrir 3 cycles; métier ou fonction (art. 10.2) : durée en fonction du groupe de travailleurs soumis au mesurage (groupe d'exposition homogène).	Durée dosimétrie (art. 6.4.1) : recommandations générales, durée suffisamment longue pour être représentative des activités quotidiennes et de toutes les variations du bruit. (art. 6.4.1, notes 1 et 2 : mesurage vise à être représentatif de la durée complète du quart de travail. En général, la durée de la mesure couvre le quart de travail ^b . Durée avec sonomètre intégrateur (art. 6.5.2) : la stratégie doit couvrir soit toute l'activité, ou une partie de celle-ci, avec plusieurs répétitions au besoin. Les mesures doivent être à $\pm 0,5$ dBA près. Si un écart différent de 0,5 dBA est utilisé, le rapport doit en faire état ^c .

^a Tous les articles mentionnés dans ce paragraphe se retrouvent aussi dans l'édition de 2014, sauf la note de l'article 4.3, qui correspond à la note 7.

^b Dans l'édition 2018, il a été ajouté que, généralement tout le quart de travail est couvert, « ...à moins de bons motifs pour déroger à cette règle, p. ex. si un travailleur enlève son dosimètre avant la fin du quart de travail pour s'occuper de charges administratives, a pris sa douche et a enlevé ses vêtements de travail. » (CSA Z107.56 :F18 (C2022), art. 6.4.1, note 2).

^c L'écart à faire état dans le rapport de mesurage se retrouve uniquement dans l'édition 2018 (C2022) et donc non mentionné dans l'édition 2014. En ce qui a trait à la durée de la sonométrie, elle est identique.

Tableau A-14 Comparaison de quelques caractéristiques des normes ISO et CSA pour la mesure de l'exposition des travailleurs au bruit (suite)

Caractéristiques	ISO 9612 :2009(F)	CSA Z107.56 :F18 (C2022)
Planification du mesurage (suite)	Nombre journée entière (art. 11.3) : par exemple si écart de 3 dB ou plus, exige 2 mesurages supplémentaires.	Nombre dosimétrie (art. 6.4.2.1) : Si un seul résultat de mesure est à 6 dBA près de la VLE, mesure doit être répétée (p. ex. pour 82 ou 88 dBA). Si l'écart entre les résultats de 2 mesures ne dépasse pas 2 dBA et que leur moyenne arithmétique est supérieure à 2 dBA, de part et d'autre de la valeur de référence (niveaux d'actions préventives ou VLE), le nombre de mesures est suffisant. Sinon, d'autres mesures sont nécessaires (annexe B - Informatives et art. 6.4.2.1). Nombre avec sonomètre intégrateur (art. 6.5.3.1) : au moins 2 mesures pour chaque activité. Suffisant, si elles diffèrent entre elles d'au plus 2 dBA, sinon d'autres mesures doivent être prises (annexe B - Informatives) ^d . Assouplissement possible lorsque les mesures sont nettement supérieures ou inférieures à la valeur de référence (niveaux d'actions préventives ou VLE) (art. 6.5.3.2) ^e .
	Métier ou fonction : précisions pour la constitution d'un groupe d'exposition homogène (art. 7.2; 10.2 et 10.4).	Norme applicable à groupes (art. 1.4) ^f (L _{groupe}) pour des travailleurs exposés à des niveaux similaires. Précisions fournies (art. 6.4.3 et annexe B - Informatives) ^g sur taille, calculs, test statistique et des tableaux sur la taille de l'échantillon.
Mesure de l'incertitude (Exactitude des mesures)	Calculs statistiques de l'incertitude (art. 6.4; 13; 14) du mesurage due aux instruments et à la position du microphone ainsi que pour les trois stratégies de mesurage (annexe C, normative ^h).	Pas d'exigences équivalentes sur l'incertitude. La « contribution de l'incertitude » (art. 6.4.2.1 b et 6.5.3.1) réfère à une annexe « Informatives » (annexe B) ⁱ . Toutefois, pour l'évaluation de la durée de l'activité lors de mesures au sonomètre (art. 6.5.1), elle doit être évaluée avec une précision d'au moins 25 % ^j , ce qui correspond à une incertitude d'environ 1 dB sur le niveau L _{eq,t} calculé. Mais, la norme CSA suggère un niveau de précision (P) pour les groupes (art.6.4.3 et annexe B - Informatives) ^k .

^d Dans le cas de la norme CSA Z107.56-F13, 2014, l'article 6.5.3.1 mentionne aussi : « (...) Sinon, d'autres mesures doivent être prises jusqu'à ce que l'écart type de tous les résultats soit d'au plus 2 dBA ». Et, l'article 6.5.3.2 mentionne autre chose : « Si les résultats des mesures dépassent les limites indiquées à l'article 6.5.3.1, les activités doivent être redéfinies ou les mesures répétées avec un dosimètre ». (CSA Z107.56-F13, 2014. Mesure de l'exposition au bruit, © 2014, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>).

^e Modalité similaire à l'article 6.5.3.4 dans la norme CSA Z107.56-F13, 2014.

^f Article 1.3 dans la norme CSA Z107.56-F13, 2014.

^g Semblable les deux éditions de CSA, sauf que dans l'édition 2018 (C2022), on demande de calculer une moyenne énergétique des résultats de mesure comme avec ISO 9612 :2009(F), alors dans l'édition 2014, c'est que moyenne arithmétique qui doit être calculée.

^h Cette annexe (annexe C) fait partie intégrante de la norme ISO 9612 : 2009(F).

ⁱ La norme CSA Z107.56-F13, 2014 ne parle pas de contribution de l'incertitude et ne réfère pas à une annexe pour ce faire. Il est plutôt question d'un écart type entre les mesures à ne pas dépasser (p. ex. 2 dBA) pour les mesures au sonomètre (art. 6.5.3.1) et d'un écart-type de 3 dBA pour les mesures avec un dosimètre (art. 6.4.2.1).

^j La référence à la précision d'au moins 25 % est la même dans les éditions des normes 2014 et 2018 (C2022).

^k L'annexe B diffère dans les éditions 2014 et 2018 (C2022) de CSA. Dans l'édition de 2018 (C2022), l'article 6.4.3 réfère à la moyenne énergétique des résultats de mesures tout comme ISO 9612 : 2009 (F), alors que l'édition de 2014 réfère à la moyenne arithmétique. CSA Z107.56 :F18 (C2022). Mesure de l'exposition au bruit, © 2019, Association canadienne de normalisation; CSA Z107.56-F13, 2014. Mesure de l'exposition au bruit, © 2014, Association canadienne de normalisation. Veuillez visiter <https://www.csagroup.org/fr/store/>.

B – APERÇU DES PRATIQUES DE MESURAGE DANS D'AUTRES PAYS ET EN ONTARIO

Communauté européenne

À partir de la directive européenne sur le bruit au travail (210), un guide de bonnes pratiques (211) donne des indications sur l'évaluation du risque associé au bruit. Celle-ci vise à identifier les travailleurs dont l'exposition est susceptible de présenter un risque pour leur audition, à préciser leur exposition et à produire les informations nécessaires pour contrôler le bruit et, le cas échéant, pour sélectionner les protecteurs auditifs. Pour préciser les personnes susceptibles d'être exposées, quatre moyens sont suggérés : test de la voix (« test d'écoute », ou les informations existantes, ou les données de bruit des machines ou celles de mesures de bruit. L'évaluation doit prendre en compte les interactions avec les agents chimiques ototoxiques d'origine professionnelle et les vibrations. À cela s'ajoutent les interactions entre le bruit et les signaux d'alarme ou autres sons afin de réduire le risque d'accident.

France

Le guide développé par l'INRS pour l'application de la directive européenne (210) propose une démarche progressive pour l'évaluation et le mesurage de l'exposition au bruit. La démarche inclut des outils pour identifier quand une évaluation sommaire qualitative (sans mesure) peut suffire et lorsqu'une évaluation simplifiée ou exacte (c.-à-d. mesurage normalisé) est nécessaire (223). Ainsi, les méthodes simplifiées permettent d'identifier les situations « certaines » (risque certain ou absence certaine de risque), alors qu'en cas de doute, la quantification plus précise est requise, comme lorsqu'on se situe près des seuils d'action réglementaire ou sur demande d'un inspecteur (223).

Royaume-Uni

L'employeur doit faire une évaluation suffisante et appropriée du bruit à l'égard du risque pour la santé et la sécurité de ses travailleurs (art. 5 (1)) (377). Les étapes consistent à observer les pratiques de travail, de se référer aux informations pertinentes sur les niveaux probables de bruit selon l'équipement et leurs conditions d'utilisation et, si nécessaire, « de mesurer les niveaux de bruit auxquels les travailleurs sont susceptibles d'être exposés » ((c) *if necessary, measurement of the level of noise to which his employees are likely to be exposed*) (art. 5 (2c)).

Suisse

Dans la plupart des pays, en particulier dans les petites et moyennes entreprises (PME), les mesures de bruit à un niveau individuel sont difficilement réalisables (247). Pour pallier ce problème, en Suisse, la Suva a publié des tableaux fournissant des niveaux de bruit typiques de plusieurs outils et machines. De plus, une base de données (voir annexe 6, section B) rend accessibles des niveaux d'exposition pour certains emplois et activités (246) afin d'aider les entreprises qui ne peuvent « calculer » l'exposition à long terme de leurs travailleurs et auxquelles ont été ajoutées les actions à prendre. L'accessibilité à de telles données et informations vise à axer les actions des entreprises sur des mesures efficaces de protection de l'audition des travailleurs plutôt que sur la mesure du bruit (247).

Nouvelle-Zélande

Le mesurage est requis pour des situations complexes, lorsqu'il y a un doute que l'exposition dépasse les limites d'exposition ou si l'évaluation préliminaire indique que les niveaux dépassent ou peuvent dépasser les limites de bruit permises (section 4.1) (378).

Ontario

Pour évaluer l'exposition des travailleurs au bruit, il est mentionné qu'il n'est pas toujours nécessaire de réaliser une évaluation approfondie. L'exposition peut être basée sur des données disponibles pouvant provenir de mesures dosimétriques ou de données sur le niveau d'exposition. L'objectif est de préciser le risque de dépasser la limite permise sur le lieu de travail. Pour établir les actions à appliquer auprès de groupes moins exposés, il est possible de se référer aux données du groupe de travailleurs le plus fortement exposé. En l'absence de données, il est recommandé de procéder au « test de la voix » pour vérifier la probabilité de dépasser 85 dBA (ministère du Travail, de la Formation et du Développement des compétences de l'Ontario) (288). En cas de dépassement possible de la VLE de 85 dBA, il serait alors approprié de procéder à une évaluation approfondie.

C - COMPARAISON DE DIFFÉRENTES STRATÉGIES DE MESURAGE DANS LA DOCUMENTATION SCIENTIFIQUE

Cette section de l'annexe présente une comparaison des stratégies de mesurage basées sur la tâche et la journée entière, sans qu'elles ne respectent nécessairement en tout point les stratégies recommandées par ISO 9612 :2009(F).

Seixas (379) a montré dans une étude sur les expositions des travailleurs au bruit qu'il y avait une très faible corrélation^A entre la somme pondérée des expositions basées sur les tâches et les échantillonnages réalisés sur une journée entière de travail. Cette étude comparative des deux stratégies a été effectuée auprès de 189 travailleurs occupant divers métiers du secteur de la construction^B. Ces résultats suggèrent que la stratégie par tâche ne permet pas de tenir pleinement compte des variations au cours d'une journée, ceci amenant un degré significatif d'erreur de mesure dans les estimations de l'exposition. Selon les auteurs, des informations plus spécifiques sur les tâches^C pourraient produire de meilleurs résultats, mais de manière pratique, observer et noter toutes les tâches détaillées pendant la mesure restent difficiles. À cet égard, la tenue quotidienne d'une fiche de tâches par les travailleurs concernés pourrait être une avenue à considérer. À ce propos, l'étude de Lowry et coll., publiée en 2022 (258), souligne qu'un journal, complété par les travailleurs en fin de journée, augmente l'exactitude des informations sur les tâches effectuées le jour de l'échantillonnage. Dans ce contexte, comparée à des mesures sur une journée entière, la stratégie de mesure par tâches fournirait une bonne estimation de l'exposition quotidienne au bruit. Antérieurement, en 2008, Ramachandran rapportait que la stratégie par tâches ne pouvait pas prédire les expositions individuelles, même si les tâches accomplies pendant un quart de travail étaient connues (380).

^A La corrélation entre les deux stratégies s'étendait de moins de 10 % à plus de 55 %.

^B Les mesures d'exposition au bruit ont été réalisées auprès de 189 travailleurs de cinq métiers à partir de 502 mesures pour la journée entière couvrant 248 677 minutes.

^C Les données ont été utilisées conjointement avec les informations fournies par les cartes de travail sur les chantiers.

En milieu industriel, Virji et coll., constatent que la situation diffère puisque l'estimation de l'exposition au bruit à partir d'une stratégie de mesure basée sur les tâches concerne des emplois dont l'exposition varie peu, avec des tâches peu mobiles et peu complexes. Dans ces situations, les résultats des mesures par tâches correspondent bien avec l'exposition évaluée pendant des journées entières mesurées par dosimétrie (381). Les estimations de l'exposition au bruit à partir des tâches dont on a fait une observation directe couplée à des mesures de courte durée sont celles qui ont obtenu la meilleure concordance avec les données de dosimétrie couvrant un quart de travail. Les résultats obtenus suggèrent qu'un degré élevé d'accord peut être atteint entre les estimations des expositions fondées sur les tâches et les dosimétries couvrant un quart de travail complet. De plus, l'approche basée sur les tâches, qu'elles soient documentées par les travailleurs dans un journal de bord ou à partir de l'observation directe (plus exigeante en temps), a donné des résultats semblables aux niveaux d'exposition calculés selon une moyenne arithmétique ou géométrique sur un quart de travail complet. Cependant, selon l'étude de Virji et coll. (381), il reste difficile, de savoir dans quelle mesure ces estimations reflètent l'exposition moyenne à long terme ou l'exposition moyenne d'un groupe^A.

Comparaison de plusieurs stratégies

Une étude, effectuée par Neitzel et coll. (2011) (383) auprès de travailleurs du secteur de la construction, a montré qu'à partir des données disponibles et en considérant les limites associées à l'échantillonnage, la meilleure stratégie d'évaluation de l'exposition a été celle basée sur les tâches. Ce constat diffère de celui fait par Seixas (379) comme présenté précédemment. L'évaluation à partir des tâches a été suivie par une évaluation subjective du niveau d'exposition au bruit et par la technique utilisant les niveaux moyens d'exposition par métier (*trade mean exposure levels*)^B provenant de six autres chantiers (données externes). L'erreur de mesure de chacune des techniques était substantielle, variant entre 3 à 4 dBA. Mais, les méthodes permettant de combiner les estimations obtenues selon les différentes techniques ont le potentiel de réduire l'erreur de mesure de chacune des techniques d'évaluation individuelle (383).

Une publication subséquente de Neitzel et coll. en 2011 (384), aussi pour des travailleurs du secteur de la construction, conclut que les estimés de l'exposition utilisant deux méthodes sont généralement plus exacts que ceux établis à partir d'une seule, comme c'est la pratique habituelle. Leurs résultats suggèrent que l'évaluation subjective de l'exposition au bruit (*subjective rating exposure assessment*) associée avec une évaluation par tâches offrent la meilleure performance. Ces résultats concordent avec ceux d'autres études ayant montré la valeur de l'évaluation subjective de l'exposition au bruit (Ising et coll. 1997 cités dans Neitzel et coll. en 2011) (385). Selon les auteurs, cette double stratégie serait utile dans des milieux où le bruit est très variable. Par contre, le petit nombre de participants et de sites rendent difficile la généralisation des résultats.

Dans une autre étude, Arezes et coll. 2012 (386) a mesuré l'influence des stratégies de mesure préconisées par ISO 9612 sur l'incertitude de la mesure, tout en tenant compte du temps nécessaire à la préparation et à la réalisation des mesures. L'étude a été effectuée dans 23 compagnies (environnement industriel) sur 43 postes de type différent (fixe, mobile, les deux) groupant 236 travailleurs et sept groupes de tâches (simple, complexe, prévisible ou non, non définie, etc.). L'étude montre que la stratégie recommandée par la norme ISO 9612 :2009(F) pour chaque cas spécifique, était la meilleure en termes de gestion du temps.

^A Ces constats proviennent d'une étude réalisée au Québec en 2003-2004 par le NIOSH dans trois installations industrielles (plastique, produits en aluminium et réparation d'équipements lourds) à partir de 361 dosimétries réalisées auprès de 148 travailleurs afin de comparer les deux stratégies et d'évaluer leur concordance (Brueck et coll. 2006 cité dans Virji et coll. 2009) (381,382).

^B Technique décrite dans un autre article publié par Neitzel et coll. en 2011 (383).

À quelques exceptions près, ces stratégies ont présenté les plus faibles écarts relatifs à l'incertitude et se sont avérées être les plus appropriées (*wisest*). En outre, la différence dans les valeurs de l'incertitude entre la stratégie recommandée et les autres stratégies s'est révélée statistiquement significative dans plusieurs cas. Dans tous les cas, aucune association statistiquement significative n'a été observée entre le temps nécessaire pour la préparation et la mesure comparée à l'incertitude correspondante. Les auteurs ont conclu que, dans des environnements industriels, la sélection d'une stratégie de mesure de l'exposition au bruit peut être faite seulement en tenant compte du temps nécessaire pour réaliser l'évaluation.

Le choix d'une stratégie se doit de tenir compte du type de milieu et d'activités comme le montre une évaluation de l'exposition au bruit de pêcheurs canadiens par Burella et Moro (387). Ceux-ci ont comparé quatre stratégies : deux proposées par ISO 9612 :2009(F) (fonction et tâches), une méthode simplifiée recommandée par l'Organisation maritime internationale^A et celle sur une journée entière^B, les résultats de cette dernière étant utilisés comme référence. La méthode par fonction a été la plus efficace pour évaluer l'exposition au bruit à bord de petits navires de pêche. Elle a fourni des résultats exacts avec des échantillons relativement petits et a mieux pris en compte les incertitudes du mesurage et la variance élevée des mesures pour ce type de travail comparé aux autres stratégies.

^A Plus précisément par le *Maritime Safety committee* (MSC) de cette organisation liée aux Nations-Unies.

^B Les auteurs n'ont pas associé la stratégie de mesurage sur une journée entière à la norme ISO 9612 (*sic*).

Annexe 11 Étalonnage des instruments de mesure du bruit

Cette annexe reproduit des sections de deux guides d'utilisation provenant du RSPSAT (388,389). Elle rassemble les points techniques pour effectuer l'étalonnage des instruments de mesure (sonomètre et dosimètre). Les bonnes pratiques nécessitent un accompagnement et une formation pour toute personne qui n'a jamais procédé à l'étalonnage d'instruments de mesure du bruit.

A - ÉTALONNAGE D'UN SONOMÈTRE INTÉGRATEUR (EXEMPLE BRÜEL & KJÆR 2240)

- Éloignez-vous de toute source sonore importante qui pourrait influencer le signal de la source sonore d'étalonnage.
- Installez l'adaptateur de la bonne taille sur la source sonore d'étalonnage (voir photo).



Photos : exemples de sources sonores étalons.

Source : équipe de santé au travail de la DSP de Montréal.

- Retirez le correcteur à incidence aléatoire (anneau) :
 - Note : il n'y a pas nécessairement de correcteur pour tous les sonomètres.
- Insérez la source sonore d'étalonnage (dans le cas présent, la source Brüel & Kjær 4231) sur le microphone du sonomètre et posez le tout sur une surface plane.



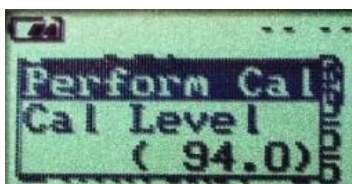
Source : équipe de santé au travail de la DSP de Montréal.

- Mettez le sonomètre sous tension. Il devrait afficher « L_{AF} ». Dans le cas contraire, appuyez sur le bouton  jusqu'à l'apparition de « L_{AF} ».
- Choisissez la gamme 60 à 140 dB en appuyant sur le bouton . Il s'agit de la gamme de référence du sonomètre, qui doit être utilisée pour l'étalonnage.
- Activez la source sonore d'étalonnage en appuyant sur attendez quelques secondes (5 secondes) pour que les niveaux se soient stabilisés.
- L'instrument devrait afficher 93,9 dB.
 - Si ce n'est pas le cas, ajustez le potentiomètre situé sur le panneau latéral du sonomètre à l'aide du petit tournevis fourni dans la pochette de l'instrument jusqu'à ce que l'instrument affiche 93,9 dB;
 - La valeur affichée doit être 93,9 dB (et non le signal de 94 dB émis par la source sonore d'étalonnage) pour raison de compatibilité avec le microphone du sonomètre).
- Retirez la source sonore d'étalonnage. Elle s'éteint automatiquement dès qu'elle est retirée du microphone.

Référence d'appoint : voir le manuel produit par le fabricant du sonomètre B&K 2240 (326).

B - ÉTALONNAGE MANUEL D'UN DOSIMÈTRE (EXEMPLE POUR LE DOSIMÈTRE LARSON DAVIS, SPARK 706)

- Insérer le microphone dans la source étalon et l'activer.
- Appuyer sur « ON/OFF » pour mettre le dosimètre en fonction.
- Appuyer sur « TOOLS », descendre ▼ vers « Calibrate » (étalonnage) confirmer avec « OK », choisir « Perform Cal » et appuyer sur « OK ». Aucune valeur pour le temps ne devrait apparaître dans le coin supérieur droit de l'écran (_ _ _).



- Toutefois, si le message « Must first RESET et OK » apparaît.
- Appuyer sur « OK » pour revenir au menu « Perform Cal » et deux fois sur « RESET » pour revenir au menu principal.
- Le message suivant apparaîtra : « Reset Overall ».
- Appuyer sur « OK » pour confirmer « YES » et le temps dans le coin supérieur droit de l'écran deviendra _ _ _ _

Les données de la session précédente resteront en mémoire dans l'instrument. Elles seront accessibles lors du téléchargement sur l'ordinateur.

- Appuyer sur « TOOLS », descendre ▼ vers « Calibrate » (étalonnage), confirmer avec « OK », choisir « Perform Cal » et appuyer sur « OK ».

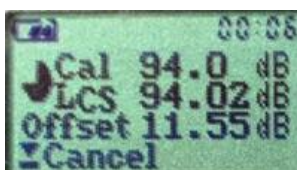
- Un sablier apparaît et l'étalonnage commence (dont la durée est d'environ 8 secondes).



- Appuyer sur « OK » pour « Save » ou « RESET » pour « Cancel ».
- « Keep new value? » : appuyer sur « OK » pour confirmer « YES » ou sur ► vers « NO » et appuyer sur « OK ».



- Pour revenir au menu principal, appuyer deux fois sur « RESET ».
- Prendre en note le décalage (« Offset ») afin de s'assurer que la lecture de l'instrument n'aura pas dévié de plus de $\pm 0,5$ dB lors de l'étalonnage post-échantillonnage.

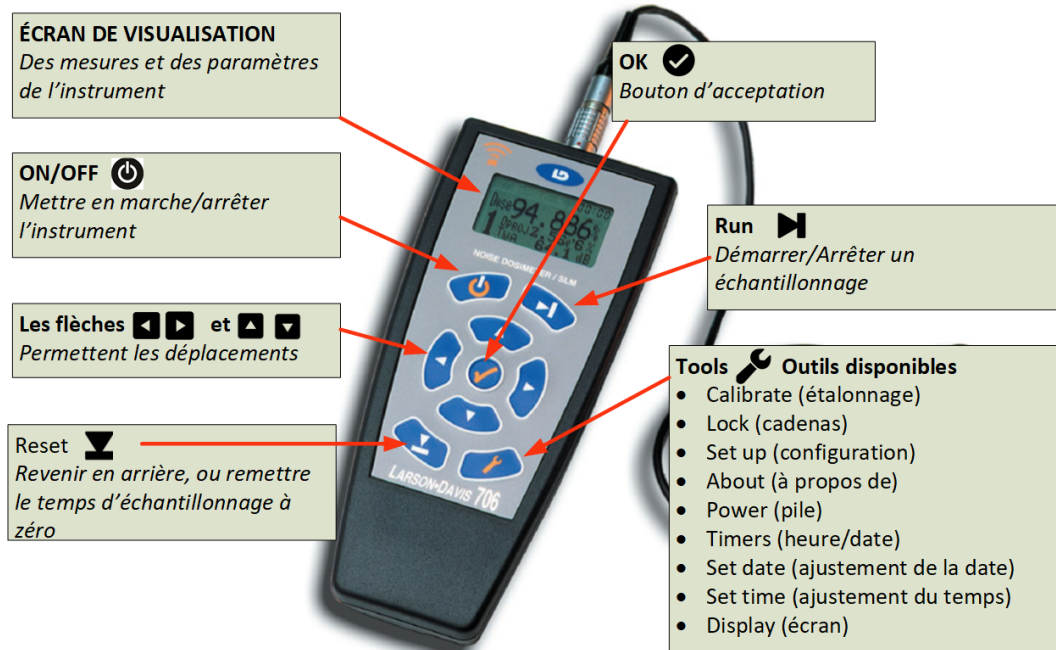


C - ÉTALONNAGE DU DOSIMÈTRE LARSON DAVIS, MODÈLE SPARK 706, AVEC LE LOGICIEL « BLAZE® »



Selon la norme CSA Z107.56 :F18 (C2022) (art. 6.4.4.2) mais aussi ISO 9612 :2009(F) (art. 12.2), l'étalonnage avant et après doivent être faits en milieu de travail, ce qui, en principe, **se fait manuellement**.

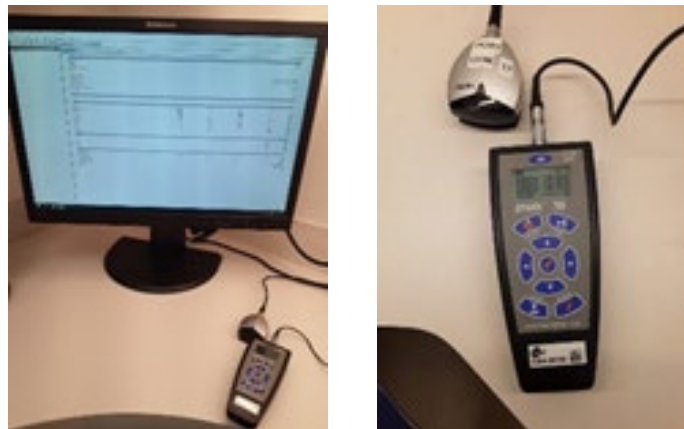
Figure A-19 Touches d'opération du dosimètre Larson Davis (LD) modèle Spark 706



Source : INSPQ (auteur), d'après Fortier, Cartaleanu, Lord et Pépin, 2017 (389).

- Insérer le microphone dans la source étalon et l'activer.

Figure A-20 Étalonnage d'un dosimètre Larson Davis (LD) Spark 706 à l'aide du logiciel Blaze®



Source : V. Chiosa, DSP de Montréal.

- Mettre le dosimètre et le logiciel en fonction.
- Cliquer sur l'onglet « Calibrate/Étalonner » à partir du menu.
- Modifier le niveau d'étalonnage s'il y a lieu dans la cellule intitulée « Calibrator Level/Niveau de calibration ».

- Appuyer sur « *Calibrate*/Étalonner »; l'étalonnage s'effectue automatiquement.
- Le décalage (« *Offset* ») doit être noté afin de s'assurer qu'il ne varie pas plus que $\pm 0,5$ dB avant et après l'échantillonnage.
- La variation du décalage (« *Calibration Deviation* ») peut être notée. Si le dosimètre *Larson Davis Spark 706* a été étalonné avec le logiciel *Blaze*® avant et après l'échantillonnage, *Blaze*® affiche la variation du décalage (« *Calibration Deviation* »), dans les résultats téléchargés.

Référence d'appoint : voir le manuel produit par le fabricant pour *Blaze*® : dosimètre (300).

NOTE : il est essentiel de référer aux manuels des fabricants pour tous les instruments de mesure présentés dans ce guide.

Annexe 12 Rapports de mesurage (contenu suggéré et liste de vérification), exemples de présentation de données, liste de vérification des moyens préventifs et fiche de suivi

A – CONTENU SUGGÉRÉ ET LISTE DE VÉRIFICATION D'UN RAPPORT DE MESURE DE L'EXPOSITION DES TRAVAILLEURS AU BRUIT

Contenu		Présent ☒	Items de la liste de vérification
Identification de l'établissement ou du chantier	Lieu	☐	Nom de l'établissement ou du chantier, adresse du lieu physique, numéro de téléphone et autres descripteurs pertinents (ex. : n° ÉTA* (établissement) ou no de chantier*, si disponible), numéro de dossier...) (* : pour le RSPSAT)
Résumé		☐	Bref rappel du but de l'évaluation, des principaux résultats et de la conclusion
But, objectifs du mesurage	Description du but et des objectifs	☐	Exemples : - Mesurer l'exposition au bruit des travailleurs de l'usine. - Comparer les résultats aux normes en vigueur et avec les niveaux d'actions préventives ainsi qu'avec les résultats de l'intervention effectuée en 20XX. - Recommander des moyens préventifs pour réduire et corriger l'exposition des travailleurs au bruit.
	Personnes rencontrées	☐	Nom(s) complet(s) et fonction(s) (titres) Incluant les opérateurs et les travailleurs à leur poste de travail
	Quand	☐	Date(s) de visite (s'il y a lieu)
		☐	Date(s) d'évaluation (ou dates d'intervention) (échantillonnage)
Description du procédé de fabrication ou des travaux en cours, incluant organisation du travail dans l'établissement ou chantier	Contexte de l'intervention (Ex. : pour le RSPSAT; à adapter pour autres situations)	☐	Préciser son origine : Demande de l'entreprise, du milieu, de travailleurs. Demande de la CNESST (préciser demandeur). Connaissance préalable; mise en application du programme de santé (PSSE ou PSAT); Programme Maternité sans danger (PMSD); suivi hors norme; programme de santé bruit (à compter de 2024). Autre...
		☐	Brève description des installations, et du travail effectué : usine, matières premières, produits fabriqués, processus (schéma d'écoulement du procédé ou des opérations), activité, durée du processus, travail saisonnier, chantiers (activités ou travaux en cours et simultanés), description adaptée selon type de milieu (ex. : restaurants, cuisines...).
		☐	Plan (carte) des sites d'échantillonnage (souhaitable, encouragé)
		☐	Nombre de travailleurs
Méthode et stratégie d'échantillonnage		☐	Horaire et heures de travail associés aux travailleurs visés : jour, soir, nuit; jours/semaine (ex. : 5 ou 4 jours); heures/jour (8 h, 10 h ou 12 h...), h/semaine (40 h, 45 h, etc.) (h/année, s'il y a lieu)
	Qui (intervenant, ressource en SST)	☐	Nom de la personne qui a effectué les mesures, titre d'emploi et adresse courriel
		☐	Information sur sa qualification, sa formation...
	Instrument(s) de mesure et sources sonores étalons utilisés(s)	☐	Marque (fabricant), type d'instrument (sonomètre intégrateur, dosimètre) et n° de série de l'instrument de mesure (ou numéro d'inventaire)
		☐	Conformité aux normes des instruments exigées dans l'une des deux normes de mesure de l'exposition au bruit précisées dans la réglementation.

Contenu		Présent ☒	Items de la liste de vérification
		☐	Détails sur l'étalonnage de l'instrument : n° de série de la source sonore d'étalonnage (ou n° d'inventaire), la date du certificat d'étalonnage annuel (max. 2 ans) des instruments et de la source sonore d'étalonnage par un laboratoire.
		☐	Certificats d'étalonnage (fabricant, laboratoire) des sources sonores étalon et des instruments joints en annexe du rapport
		☐	Étalonnage avant-après : mention si l'écart entre les 2 valeurs est inférieur à $\pm 0,5$ dB)
	Paramètres et réglages (instruments de mesure)	☐	Pondérations fréquentielles (dBA et dBC); seuil d'intégration (dosimètres seulement); la pratique recommandée est de ne pas appliquer de seuil ^A (voir tableaux des paramètres et réglages à appliquer, section C du guide)
	Norme(s) de mesurage identifiée(s)	☐	☐ Norme CSA-Z107.56 :F18, C2022 ☐ Si approche réglementaire : norme CSA-Z107.56-F13, 2014 ou ☐ Norme ISO 9612 :2009(F)
	Type d'évaluation	☐	☐ Évaluation de l'exposition des travailleurs au bruit ☐ Évaluation des niveaux de bruit d'une ou de sources à l'oreille du travailleur
		☐	Position microphones (épaule des travailleurs, zone auditive) (Lorsqu'un travailleur est davantage exposé d'un côté, important d'indiquer que le microphone était placé de ce côté)
	Où et qui ?	☐	Lieu, zone, département... Situations, fonctions, titres des emplois et postes dont l'exposition a été évaluée
	Horaire(s) de travail	☐	Horaires de travail concernés par l'évaluation sont précisés : jour, soir, nuit, heures/jour; heures/semaine (ou heures/année, s'il y a lieu)
	Stratégie d'échantillonnage	☐	La stratégie utilisée est justifiée et précisée : tâche, fonction, journée entière, groupe d'exposition similaire
		☐	Durée des mesures. Période de temps couverte par les mesures - dosimétrie : ≥ 70 % du temps de travail pour journée entière ^B
Conditions au moment des mesures	Activité	☐	Type de journée : normale, production lors du mesurage, tâches, équipements en fonction, nombre de travailleurs
		☐	Durée des pauses et des repas
	Environnement	☐	Précisions sur l'environnement de travail (facteurs d'influence) : types de murs, surfaces, bâtiments, état de fonctionnement des machines, entretien équipement, etc. Ouverture des portes ou fenêtres
		☐	Conditions environnementales décrites (température, humidité, etc.), lorsqu'applicables (ex. : à l'extérieur)
	Sources de bruit	☐	Source(s) de bruit , significative(s) ou non, en fonction pendant l'évaluation ont été précisées (incluant système de communication)
		☐	Événements avec bruit très intense ont été notés : description, durée...
	Moyens en place	☐	Mesures de réduction et de correction déjà en place (préciser lesquelles) et jugement (estimation) de l'adéquation/efficacité de ces mesures

^A La limite inférieure de la gamme de mesure sélectionnée dans certains dosimètres est un peu inférieure à 75 dBA ce qui reste acceptable (10 dB en bas de la VLE).

^B Il est rarement possible de mesurer pendant une journée complète de travail. Cependant, un mesurage d'une durée de 70 % doit inclure toutes les activités et tâches et doit être considéré comme représentatif par le milieu de travail. Dans le cas de mesures uniquement faites à l'aide de sonomètre, cette durée ne s'applique pas. Par contre, toutes les activités et tâches doivent avoir été incluses dans les calculs des niveaux d'exposition comme ce qui est décrit à la section C.3.1.1 du guide.

Contenu		Présent ☒	Items de la liste de vérification
		☐	Travailleurs concernés par l'évaluation utilisaient (ou non) des protecteurs auditifs (ÉPI) pendant le mesurage. Formés sur utilisation des protecteurs?
	Vibrations aux mains et aux bras	☐	Vérifiés, repérés ou validés (voir annexe 3)
	Agents chimiques ototoxiques	☐	Vérifiés, repérés ou validés (voir annexe 3)
Résultats	Traitement	☐	Ex. : Utilisation des logiciels <i>G4 LD Utility</i> ou <i>Blaze®</i> (Larson Davis) pour le traitement des résultats bruts à partir des dosimètres. Analyses statistiques, etc. Le cas échéant, afficher le niveau d'exposition hebdomadaire ou annuel.
	Synthèse	☐	Par poste ou département selon le cas (ex. : plan ou carte sommaire -si disponible, ou un tableau synthèse ou diagrammes en barres).
	Résultats détaillés	☐	En annexe : niveaux et durées des mesures associés à chaque résultat $L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h}$ sont inclus.
	Résultats (ou portions de résultats) non retenus	☐	Indiquer les raisons, tant pour les niveaux d'exposition ou le niveau de pression acoustique de crête.
	Travailleurs portant des protecteurs auditifs	☐	Ne pas réduire le niveau d'exposition ou le niveau de pression acoustique de crête.
Analyse et discussion des résultats du mesurage	Validité et représentativité des résultats	☐	Conditions habituelles de travail ou non. Exposition à des sources de bruit non considérées et à prendre éventuellement en compte. Proportion du temps du quart de travail qui a été couvert. Différences entre 2 échantillonnages (évaluations), si comparaison de résultats à partir de mesures avant-après des modifications.
	Résultats interprétés	☐	Comparaison avec les valeurs de référence : VLE ($L_{ex,8h}$ ou $L_{EX,8h} > 85$ dBA; ($L_{p,Cpeakmax} > 140$ dBC), niveaux d'actions préventives. Signification des résultats, lien avec sources de bruit, toute particularité d'intérêt, comparaison avec des mesures antérieures (p. ex. avant et après modifications), critères de signalement dans le cas du RSPSAT...), ototoxiques, vibrations aux mains et aux bras... Identification des situations ou travailleurs à risque
Recommandations		☐	Recommandations précises (et non pas vagues) : basées sur les résultats et leur interprétation. Présentées selon la hiérarchie des moyens préventifs (section A.3, figure 2). Liste des action(s) évidente(s) de réduction-contrôle du bruit (à la source et voies de propagation) qui pourraient être mises en œuvre, ou nécessiter des mesures plus approfondies de l'exposition associées à certaines sources de bruit... moyens de protection auditive, etc. (Voir liste disponible à la section C.3.7.1 du guide et voir les guides produits par la CNESST (25,182,183) et ceux d'autres organismes (184–202).
Conclusion		☐	Éléments importants à souligner et suivis applicables ou à appliquer

Note : liste qui considère les exigences des normes de mesure de l'exposition et adaptée à partir de : *Safe Work Australia* 2020, *Work Health and Safety Queensland* 2021, *SafeWork SA (South Australia)* 2008, *WorkSafe BC*, 2019 et 2020 (203,234,309–311), de la structure de rapport proposée par Legris et Deadman, 2022 (218) et des exemples de rapports de mesure fournis par les DSP du Bas Saint-Laurent, de la Capitale-Nationale et de Chaudière-Appalaches.

B – EXEMPLES D'ENREGISTREMENT ET DE PRÉSENTATION DE RÉSULTATS DE MESURES DE L'EXPOSITION DES TRAVAILLEURS AU BRUIT

Tableau A-15 Résultats provenant d'une évaluation préliminaire

Machine, zone de travail, tâches, poste (selon le cas)	Résultats de mesure (dBA) et leur durée			Durée expo. quot. estimée	Niveau expo. estimée	Par	Action(s) recommandée(s)
	Date	Date	Date				
Soudeur, tâche de meulage-rectification	99 dBA 2 min 30 s 2023-02-14			2 h	93 dBA	Robert T., tech. hyg.	Trouver meuleuses plus silencieuses et moins vibrantes. Vérifiez le dispositif de serrage du matériel soumis au meulage. En attendant, voir à réduire la durée d'exposition. En raison du port de protecteurs auditifs, s'assurer d'une formation sur le port adéquat et les effets du bruit...

Note : contenu du tableau proposé par CSA auquel ont été ajoutés :

- Durée des mesures.
- Durée expo. quot. estimée : durée d'exposition quotidienne estimée.
- Niveau expo. estimée : niveau d'exposition quotidienne estimée.
- Par : personne qui a effectué les mesures.

Les trois colonnes « date » sont prévues pour les mises à jour périodiques des évaluations.

Source : CSA Z1007:F22, annexe F.2 [informative], tableau F.3 - Registre d'enquête sur les mesures du bruit (dBA) (157).

Tableau A-16 Résultats d'estimation du niveau d'exposition au moyen de bases de données

✓ Date de l'estimation de l'exposition	Base de données utilisées (préciser); joindre une copie	✓ Département (zone, situation de travail)	✓ Nom du travailleur ✓ Poste (métier) ✓ Activité effectuée	✓ Résultat (dBA)	✓ Durée d'exposition (heures)	✓ Niveau quotidien LEX,8h ou Lex,8h ^b	Bruits forts, de très courte durée ou opérations très bruyantes (Préciser)	✓ Actions recommandées OU Suivi (actions prises) OU Notes
2023-02-16	Suva, tableaux niveaux sonores, industries d'articles en métal	Atelier de soudage	Denis, soudeur Atelier Préparation travail	80 (Suva) ^a	2	94		
		Poste-soudeur	Denis, Soudage	95 (Suva) ^a	6		Manutention pièces	Revoir mode manutention
2023-02-16		Atelier	Robert, meulage, polissage	90 (Suva) ^a	4	87		
		Chambre à peinture	Peinture Atelier	75 (Suva) ^a	4			

Notes :

^a Les données d'exposition proviennent de la Suva (246) – Industrie d'articles de métal (86250), contenu consulté le 26 février 2024.

^b Le $L_{EX,8h}$ a été calculé au moyen de la « calculatrice » de la CNESST.

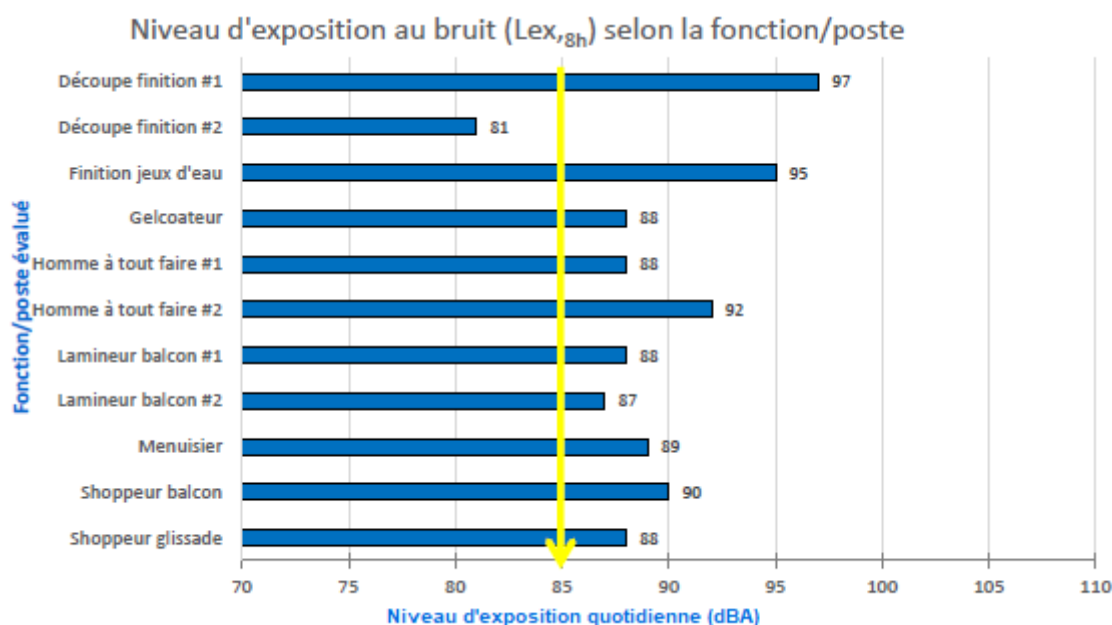
✓ = Contenu en partie proposé dans CSA Z1007:F22, annexe F.3 (informative) - Tableau F.4 - Formulaire des mesures de l'exposition au bruit (157).

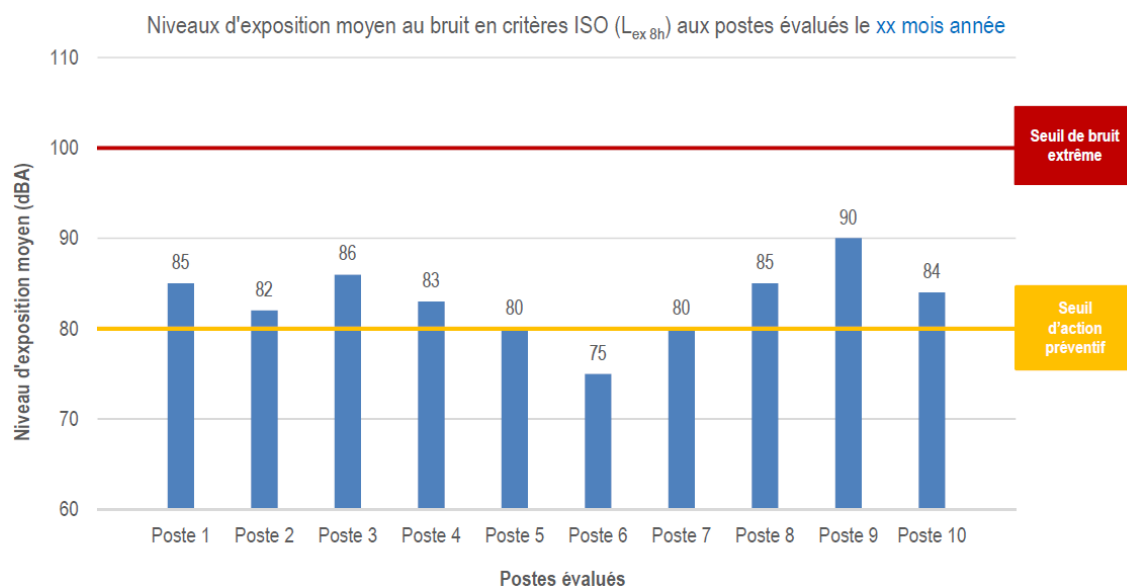
Tableau A-17 Mesures actuelles ou antérieures valides du niveau d'exposition au bruit effectuées à l'aide de dosimètres (stratégie journée entière)

Fonctions et tâches effectuées	Instrument, (N°)	Date Durée mesurage en minutes	Résultats d'exposition (dBA)			Niveau pression acoustique de crête	Remarques, notes, précisions
			Pour la période mesurée	Durée d'exposition	Niveau d'exposition quotidienne ($L_{EX,8h}$, $L_{EX,8h}$)	$L_{p,Cpeak}$	
Opérateur de chariot élévateur au rabotage et expédition	Spark 706, n° 4	2022-09-09 412 min.	89,2	480 min.	89	-	Durée du quart de travail : 8 h 30 (ou 510 min.) incluant 2 pauses de 15 min. Dîner 1 h non rémunéré
Homme à tout faire #1	Spark 706, n° 4	2022-09-09 500 min.	87,3	540 min.	88	-	Durée du quart de travail de 10 h (ou 600 min.); 4 jours/semaine Incluant Dîner 30 min (période rémunérée) et 2 pauses 15 min

Sources : proposition élaborée à partir de rapports de mesure provenant des DSP du Bas Saint-Laurent, de la Capitale-Nationale et de Chaudière-Appalaches.

Figure A-21 Exemples de diagrammes en barres pour le niveau d'exposition quotidienne au bruit par poste de travail





Sources : DSP du Bas Saint-Laurent et Chaudière-Appalaches.

C – LISTE DE VÉRIFICATION DES MOYENS PRÉVENTIFS (RÉDUCTION ET CORRECTION) DU BRUIT

Il n'y a pas de liste « parfaite » des moyens de réduction et de correction et chacune a son propre classement. La liste ci-dessous est une traduction et une adaptation d'une proposition de la *Mine Safety and Health Administration* (MSHA) (390). Elle a été complétée avec la fiche sur les moyens techniques utilisée dans le RSPSAT (391). La liste proposée peut être utilisée pour vérifier (observer) la présence de moyens préventifs dans un milieu de travail ou comme aide-mémoire afin de préciser des recommandations formulées dans un rapport de mesure de l'exposition des travailleurs au bruit.

Oui	Non	N/A	Type et détails des moyens préventifs (ou de réduction et correction) du bruit
			PLANIFICATION, AMÉNAGEMENT
			Programme, politique d'achat à faible bruit en place? Ex. : recherche d'équipements ou d'outils les moins bruyants, préciser spécifications réalistes d'émissions pour les nouveaux équipements ou machines, acheter de fournisseurs qui peuvent démontrer un produit moins bruyant... ^A
			Bruit considéré dans l'aménagement et l'agencement des opérations?
			Données d'exposition au bruit (ou d'émission de bruit) fournies lors des achats
			Moyens de réduction et de correction du bruit inclus lors de l'achat d'équipements neufs ou d'occasion
			Équipements non utilisés peuvent-ils être arrêtés?
			Rotation des tâches pour réduire l'exposition?
			Modifier l'horaire des travaux pour exposer moins de travailleurs
			ENTRETIEN
			Recommandations (programmes d'entretien) du fabricant respectées et suivies
			Mode de nettoyage ou d'entretien : p. ex. pelles à main vs petites chargeuses?
			Tous les contrôles de bruit existants ont été maintenus; p. ex. silencieux en bonne condition
			Composantes et systèmes mécaniques correctement entretenus
			Inspection et entretien préventif de la machinerie et de l'équipement
			Boulons bien serrés, couvercles et compartiments bien fixés pour éviter les expositions au bruit
			Joints étanches et en bon état autour des ouvertures (portes, fenêtres...) et aussi entre les compartiments
			Climatisation des cabines insonorisées des opérateurs est entretenue; Filtres de la ventilation-climatisation des cabines remplacés à intervalles réguliers
			PRATIQUES, MÉTHODES DE TRAVAIL
			Maintien de la coupe des outils tranchants
			Bonnes pratiques de travail qui limitent l'exposition au bruit ou n'entraînent pas une exposition évitable
			Radios éteintes ou leur volume est réduit au maximum
			Le travailleur exposé se tient à la plus grande distance possible de la source de bruit tout en étant capable de faire son travail
			Travailleurs ne prennent pas leurs pauses près de zones très bruyantes Zones à faible bruit en place pour les pauses et les heures de repas
			Lors de l'attente de chargement ou la répartition (<i>dispatch</i>) les travailleurs et leurs équipements, à l'arrêt, sont dans des zones à plus faible niveau de bruit

^A CSA Z107.58 : F15 (C2020) : Déclaration des valeurs d'émission sonore des machines. Toronto (ON) : Groupe CSA; 2020, 67 p.

Oui	Non	N/A	Type et détails des moyens préventifs (ou de réduction et correction) du bruit
			Respect des recommandations du fabricant pour la pression d'air pour les équipements pneumatiques?
			Nettoyage à l'aide d'outils manuels, d'aspirateur ou par lavage à l'eau plutôt qu'à l'air comprimé?
			Portes et fenêtres des enceintes insonorisantes ou des cabines sont toujours maintenues en position fermée, incluant celles des équipements mobiles (pelles hydrauliques, chargeuses...) pendant l'exécution des travaux
			Travaux bruyants déplacés dans une zone qui compte moins de travailleurs. Processus de travail aménagé pour que les machines bruyantes ne se trouvent pas dans les zones où les travailleurs passent le plus de temps
			MOYENS TECHNIQUES
			Plan d'action bruit identifiant les contrôles techniques et administratifs réalisables
			Contrôles techniques ou administratifs du plan d'action sont installés et utilisés?
			Possibilité de remplacer machines bruyantes par des machines plus silencieuses
			Équipement positionné de manière à minimiser l'exposition des travailleurs. Ex. : une source de bruit (ex. : machine) installée dans ou près d'un coin, à relocaliser
			Matériaux acoustiques appropriés pour le travail à effectuer, considérer : ex. : propriétés d'inflammabilité pour le travail à effectuer, risque de projection d'eau, d'huile, milieux humides, alimentaires et propriétés anti-moisissures, etc.
			Changement de procédé de production (ex. hydraulique plutôt que pneumatique)
			Changement des paramètres d'opération des équipements : (préciser)
			Changement des composantes de l'équipement : (préciser)
			Cabines pour opérateurs sur les équipements mobiles
			Système de commande à distance possible pour éloigner l'opérateur de la source de bruit
			Possibilité d'installer silencieux, soufflette sur sortie d'air comprimé?
			Enceinte insonorisante (encoffrement) complète ou partielle sur des équipements
			Conduits ou canalisations dotés d'une enveloppe acoustique
			Raccord flexible à envisager entre machine et canalisation
			Considérer l'installation d'un matériel acoustique absorbant dans le local
			Hauteur de chute des produits fabriqués est réduite. Moyens installés pour en freiner la chute
			Matériel isolant pour limiter vibrations aux points d'impact. Éviter le contact métal contre métal ou verre contre métal. (Ex. : bacs de réception au point de chute avec matériel amortissant).
			Des écrans séparent les travailleurs de la ou des sources de bruit. Ex. : panneau en plexiglass, rideaux acoustiques...
			Affichage des zones bruyantes
			Travailleurs formés pour éviter les zones à niveaux de bruit très élevés. Accès limité aux zones les plus bruyantes?

D – FICHE DE SUIVI DES MOYENS DE RÉDUCTION ET DE CORRECTION À METTRE EN ŒUVRE

L'exemple suivant a été adapté à partir d'une fiche proposée en Suisse par la Suva pour le suivi des moyens de réduction et de correction à mettre en œuvre (318). Une fiche au contenu relativement semblable a déjà proposé par l'État de Singapour (392).

Liste des moyens de réduction et de correction					Complétée par :	
Bruit au poste de travail (situation de travail, fonction) :				Date :	Signature :	
N°	Mesure de réduction et de correction à mettre en œuvre	Délai		Responsable	Date d'implantation du moyen	Remarques, suivis

Annexe 13 Liste de vérification des étapes à réaliser pour l'identification et le mesurage de l'exposition au bruit

A - LISTE POUR LES ÉTABLISSEMENTS

VISITE EXPLORATOIRE OU DE REPÉRAGE (voir section B.1)

Activité préalable à l'utilisation de l'un ou l'autre des moyens ou outils d'identification (étape suivante) :

- ☐ Repérage des lieux, meilleure connaissance de l'ensemble des activités et des situations de travail tout en précisant les risques présents ou potentiels et des facteurs qui y contribuent, par exemple :
 - ☐ Présence ou utilisation de produits comme des solvants afin d'identifier les agents chimiques ototoxiques ou potentialisant les effets du bruit sur l'audition
 - ☐ Utilisation d'outils générant des vibrations aux mains et aux bras

IDENTIFICATION (voir section B.1.1 à B.1.4)

- ☐ Identification des travailleurs ou situations de travail dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE à l'aide d'un des outils ou moyens suivants :
 - ☐ Mesures antérieures valides du niveau d'exposition des travailleurs au bruit ou du niveau de pression acoustique de crête (voir section B.1.1 pour les critères de validité)
 - ☐ Test de la voix (de communication dans le bruit) (voir section B.1.2)
 - ☐ Bases de données sur l'exposition au bruit: données d'exposition de référence (voir section B.1.3) (préciser) :
 - ☐ Évaluation préliminaire (voir section B.1.4)

Ces moyens et outils suggérés peuvent être adaptés pour identifier les travailleurs ou situations dont le niveau d'exposition est entre 76-85 dBA ou de 135 dBC et plus, pour initier les actions préventives recommandées à la section A.4.1, qui sont celles à privilégier d'un point de vue de santé publique.

Utiliser le tableau 6 (section B.1.5), pour les suivis à prévoir selon le classement obtenu en fonction de l'outil ou moyen utilisé pour l'identification.

Une fois qu'un outil ou moyen permet d'identifier un dépassement possible ou certain des VLE ou des niveaux d'actions préventives : possibilité de repérer des sources de bruit et de rechercher des solutions de réduction et de correction, plutôt que de poursuivre l'évaluation de l'exposition. Tous les suivis proposés (tableau 6, section B.1.5) suggèrent de prioriser cette étape.

- ☐ Communiquer l'information au milieu de travail :
 - ☐ À titre de bonne pratique : faire connaître aux travailleurs, les résultats provenant des évaluations effectuées à l'aide des divers moyens ou outils utilisés. La communication peut notamment prendre la forme d'une diffusion ou d'un affichage sur les lieux de travail dès que les résultats sont disponibles (voir section B.1.6).

- ☐ Conserver dans le programme de prévention ou dans un registre :
 - ☐ Selon la réglementation : les **situations de travail susceptibles de dépasser ou dépassant les VLE** ainsi que la date de leur identification pour une durée minimale de 10 ans (voir section B.1.7).
 - ☐ À titre de bonne pratique : conserver une copie de **l'ensemble des résultats d'identification** et la date de réalisation. Ces résultats doivent être connus des travailleurs : **aucun dépassement ou peu probable**; **dépassement possible**; **dépassement certain**. Ces informations sont utiles pour les suivis et comme indication de la prise en charge du bruit par l'employeur (voir sections B.1.7).

ÉVALUATION APPROFONDIE (voir section C)

- ☐ Évaluer l'exposition des travailleurs au bruit à l'aide de la norme CSA Z107.56: F18 (C2022) ou ISO 9612:2009(F) (voir sections C.2.2 à C.3.5),
 - ☐ Évaluation effectuée dans le cadre d'une application réglementaire, l'édition 2014 de la norme CSA Z107.56 doit être utilisée ou ISO 9612 :2009(F) (voir sections C.2.2 à C.3.5)
- ☐ Traitement et analyse des résultats (voir sections C.3.5 et C.3.6).
- ☐ Produire les rapports des évaluations effectuées (voir sections C.3.6 et C.3.7).
- ☐ Afficher le(s) rapport(s) des mesures d'exposition à l'intention de tous les travailleurs et du personnel concerné (voir section C.3.7.2).

Une fois les activités de réduction et de correction de l'exposition des travailleurs au bruit complétées :

- ☐ Mesurer l'effet des changements suite à la mise en œuvre de moyens préventifs (correction-réduction)
 - ☐ Sur le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$) et, le cas échéant, sur le niveau de pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeak}$), de chaque source de bruit évaluée (voir sections D.1.1, D.1.2, D.2).
 - ☐ Sur le niveau d'exposition quotidienne des travailleurs concernés ($L_{ex,8h}$ ou $L_{Ex, 8h}$) et celui de la pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeakmax}$) (voir section D.2).
En dehors d'une application réglementaire, cette évaluation pourrait être une évaluation préliminaire et non pas approfondie (voir sections C.3.8 et D.2).
 - ☐ Calculer la réduction de l'exposition obtenue : si une évaluation antérieure du niveau d'exposition quotidienne ($L_{ex,8h}$ ou $L_{Ex, 8h}$) ou celui de la pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeakmax}$) est disponible (voir section D.2).
- ☐ Conserver tous les rapports des mesures d'exposition des travailleurs au bruit et toute information sur les moyens de réduction et de correction implantés.
 - ☐ Pendant au moins 10 ans, selon la réglementation.
 - ☐ Pendant 30 ans (rapports de mesure), comme bonne pratique recommandée par l'ACGIH (voir section C.3.7.3).
 - ☐ Dans le cas d'un changement de propriétaire, comme bonne pratique, assurer un transfert des rapports de mesure d'exposition au bruit, comme recommandé par l'ACGIH (voir section C.3.7.3).

Exemples d'informations à conserver mises à part les mesures de bruit après l'implantation des changements, modifications, corrections ainsi que la réduction de l'exposition obtenue, si une évaluation avant-après est disponible.

Pour chaque changement réalisé pour une source ou fonction donnée, identifier les modifications apportées (voir aussi Moyens techniques, annexe 12, section C) :

- ☐ Réaménagement de l'établissement;
- ☐ Changements dans le procédé ou d'équipements;
- ☐ Modifications à l'organisation du travail en vue de réduire l'exposition au bruit;
- ☐ Encoffrement de sources de bruit, installation de matériel acoustique absorbant, d'écrans, etc.;
- ☐ Réduction obtenue par l'entretien de machines ou d'outils (documentée par des mesures d'exposition);
- ☐ Politique d'achat à « faible bruit »;
- ☐ Informations relatives à la protection auditive :
 - ☐ Achat et sélection tenant compte du confort et des besoins d'écoute, de communication et de localisation;
 - ☐ Formation des travailleurs sur les effets du bruit sur l'audition et les autres effets sur la santé et la sécurité, sur l'utilisation des protecteurs auditifs, leur entretien et hygiène : dates et nombre de travailleurs formés; type (individuelle, petits groupes, système d'essai d'ajustement (*fit-test*), etc.;
 - ☐ Affichage des zones d'utilisation.

ÉVALUATIONS OU SURVEILLANCE PÉRIODIQUES DES MOYENS DE RÉDUCTION ET DE CORRECTION MIS EN ŒUVRE OU DE L'EXPOSITION DES TRAVAILLEURS AU BRUIT

- ☐ Évaluer, comme le prévoit la réglementation, tous les 5 ans, chaque situation de travail où les moyens raisonnables n'avaient pas permis d'abaisser l'exposition sous les VLE pour déterminer ceux qui permettent d'éliminer ou de réduire le bruit à la source, de respecter les VLE ou, à tout le moins, réduire l'exposition des travailleurs au bruit (voir section C.3.8).
- ☐ Comme bonnes pratiques :
 - ☐ Contrôler (*monitoring*) annuellement les moyens mis en œuvre (voir section D.2) (CSA Z1007:F22, art. 11.1 d)
 - ☐ Renouveler, à chaque 10 ans, les mesures de l'exposition des travailleurs au bruit (avis d'experts) (voir section C.3.8).

B - LISTE POUR LES CHANTIERS DE CONSTRUCTION

PLANIFICATION (voir section B.1)

- ☐ Identifier les situations de travail à risque de dépasser les valeurs limites d'exposition au bruit
- ☐ Identifier les moyens à mettre en œuvre pour éliminer ou réduire le bruit.

VISITE EXPLORATOIRE OU DE REPÉRAGE (voir section B.1)

Dans le cadre de la planification et comme activité préalable à l'utilisation de l'un ou l'autre des moyens ou outils d'identification (étape suivante) :

- ☐ Repérage des lieux, meilleure connaissance de l'ensemble des activités et des situations de travail tout en précisant les risques présents ou potentiels et des facteurs qui y contribuent, par exemple :
 - ☐ Présence ou utilisation de produits comme des solvants afin d'identifier les agents chimiques ototoxiques ou potentialisant les effets du bruit sur l'audition.
 - ☐ Utilisation d'outils générant des vibrations aux mains et aux bras.

IDENTIFICATION (voir section B.1.1 à B.1.4)

- ☐ Identification des travailleurs ou situations de travail dont l'exposition au bruit est susceptible de dépasser ou dépasse les VLE à l'aide d'un des outils ou moyens suivants :
 - ☐ Test de la voix (de communication dans le bruit) (voir section B.1.2).
 - ☐ Bases de données sur l'exposition au bruit: données d'exposition de référence (voir section B.1.3) (préciser) :
 - ☐ Évaluation préliminaire (voir section B.1.4).

Ces moyens et outils suggérés peuvent être adaptés pour identifier les travailleurs ou situations dont le niveau d'exposition est entre 76-85 dBA ou de 135 dBC et plus, pour initier les actions préventives recommandées à la section A.4.1, qui sont celles à privilégier d'un point de vue de santé publique.

Utiliser le tableau 6 (section B.1.5), pour les suivis à prévoir selon le classement obtenu en fonction de l'outil ou moyen utilisé pour l'identification.

Une fois qu'un outil ou moyen permet d'identifier un dépassement possible ou certain des VLE ou des niveaux d'actions préventives : une bonne pratique est de repérer les sources de bruit et de rechercher des solutions de réduction et de correction, plutôt que de poursuivre l'évaluation de l'exposition. Les suivis proposés (tableau 6, section B.1.5) suggèrent de prioriser cette étape.

- ☐ Conserver dans le programme de prévention ou dans un registre :
 - ☐ Selon la réglementation : les informations sur les situations de travail susceptibles de dépasser ou dépassant les VLE, jusqu'à la fermeture du chantier (voir section B.1.7).
 - ☐ À titre de bonne pratique : une copie **de l'ensemble des résultats d'identification** et leur date de réalisation. Ces résultats doivent être connus des travailleurs : **aucun dépassement ou peu probable; dépassement possible; dépassement certain**. Ces informations sont utiles pour d'autres chantiers ainsi que pour les suivis et comme indication de la prise en charge du bruit par l'employeur (voir section B.1.6).

ÉVALUATION APPROFONDIE

- ☐ Évaluer l'exposition des travailleurs au bruit à l'aide de la norme CSA Z107.56: F18 (C2022) ou ISO 9612:2009(F) (voir sections C.2.2 à C.3.5).
 - ☐ Évaluation effectuée dans le cadre d'une application réglementaire, l'édition 2014 de la norme CSA Z107.56 doit être utilisée ou ISO 9612 :2009(F) (voir sections C.2.2 à C.3.5).
- ☐ Traitement et analyse des résultats et carte sommaire des lieux (voir sections C.3.5 et C.3.6).
- ☐ Produire les rapports des évaluations effectuées (voir sections C.3.6 et C.3.7).
- ☐ Afficher, rendre disponible le(s) rapport(s) des mesures d'exposition effectuées à l'intention de tous les travailleurs, du personnel et des sous-traitants concernés et dans un endroit visible jusqu'à la fermeture du chantier...) (voir section C.3.7.2).

Une fois les activités de réduction et de correction de l'exposition des travailleurs au bruit complétées :

- ☐ Mesurer l'effet des changements suite à la mise en œuvre de moyens préventifs (réduction et correction)
 - ☐ Sur le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A ($L_{eq,t}$ ou $L_{p,A,eqT}$) et, le cas échéant, sur le niveau de pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeak}$), de chaque source de bruit évaluée (voir sections D.1.1, D.1.2, D.2).
 - ☐ Sur le niveau d'exposition quotidienne des travailleurs concernés ($L_{ex,8h}$ ou $L_{Ex, 8h}$) et celui de la pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeakmax}$) (voir section D.2).
En dehors d'une application réglementaire, cette évaluation pourrait être une évaluation préliminaire et non pas approfondie (voir sections C.3.8 et D.2).
 - ☐ Calculer la réduction de l'exposition obtenue : si une évaluation antérieure du niveau d'exposition quotidienne ($L_{ex,8h}$ ou $L_{Ex, 8h}$) ou celui de la pression acoustique de crête ($L_{p,Cpeakmax}$) est disponible (voir section D.2).
- ☐ Conserver tous les **rapports** des mesures d'exposition des travailleurs au bruit.
 - ☐ Pendant au moins 10 ans, selon la réglementation.
 - ☐ Pendant 30 ans, comme bonne pratique recommandée par l'ACGIH (voir section C.3.7.3).
 - ☐ Dans le cas d'un changement de propriétaire, comme bonne pratique, assurer un transfert de ces rapports, comme recommandé par l'ACGIH (voir sections C.3.7.3).
- ☐ Conserver toutes les informations sur les **moyens de réduction et de correction** implantés.
 - ☐ Jusqu'à la fermeture du chantier, selon la réglementation
 - ☐ Pendant au moins 10 ans, comme bonne pratique recommandée par CSA Z1007:F22 (voir section D.3).

Exemples d'informations à conserver mises à part les mesures de bruit après l'implantation des changements, modifications, corrections ainsi que la réduction de l'exposition obtenue, si une évaluation avant-après est disponible.

Pour chaque changement réalisé pour une source ou fonction donnée, identifier les modifications apportées (voir aussi Moyens techniques, annexe 12, section C) :

- ☐ Changements dans le procédé ou d'équipements;
- ☐ Modifications à l'organisation du travail en vue de réduire l'exposition au bruit (ex. chantiers : planification et réalisation des travaux);
- ☐ Encoffrement de sources de bruit, installation de matériel acoustique absorbant, d'écrans, etc.;
- ☐ Réduction obtenue par l'entretien de machines ou d'outils (documentée par des mesures d'exposition);
- ☐ Politique d'achat à « faible bruit »;
- ☐ Informations relatives à la protection auditive :
 - ☐ Achat et sélection tenant compte du confort et des besoins d'écoute, de communication et de localisation;
 - ☐ Formation des travailleurs sur les effets du bruit sur l'audition et les autres effets sur la santé et la sécurité, sur l'utilisation des protecteurs auditifs, leur entretien et hygiène : date(s) et nombre de travailleurs formés; type (individuelle, petits groupes, système d'essai d'ajustement (*fit-test*), etc.;
 - ☐ Affichage des zones d'utilisation.

SURVEILLANCE DES MOYENS DE RÉDUCTION ET DE CORRECTION MIS EN ŒUVRE

- ☐ Comme bonnes pratiques :
 - ☐ Les entreprises œuvrant dans ce secteur devraient contrôler (*monitoring*) annuellement les moyens préventifs mis en œuvre (voir section D.2) (CSA Z1007:F22, art. 11.1 d)

Annexe 14 Ressources ou fournisseurs de services dans le domaine du bruit ou de l'acoustique (consultants, fournisseurs, etc.)

Il y a divers types de fournisseurs de produits et services dans le domaine du bruit, de l'acoustique (et des vibrations), mais leur nombre reste assez restreint. Pour faciliter leur repérage via un moteur de recherche sur Internet, le guide propose le découpage suivant selon les trois types suivants :

Instruments de mesure du bruit et des vibrations (fabricants, fournisseurs)

- Fabricants, distributeurs (sonomètres intégrateurs, dosimètres).
- Location d'instruments de mesure : compagnie d'instrumentation (p. ex. XYZ instruments), de vente ou de location d'équipements de sécurité.

Services de mesurage et de réduction du bruit

- Consultants en hygiène industrielle, services de consultation, services-conseils ou consultants en acoustique (bruit, vibrations, ventilation, etc.), société d'ingénierie spécialisée dans le contrôle du bruit et des vibrations, ingénieurs-conseils...
- Mesures de bruit, évaluations de l'exposition des travailleurs au bruit, évaluations acoustiques, des vibrations, acoustique des bâtiments, analyses, études, identification des sources.
- Recommandations techniques, rapports, croquis, services de consultation d'ingénierie et de gérance de projets ou de supervision des travaux, solutions antibruit, design, sélection des matériaux insonorisants, fabrication et installation des correctifs.

Produits acoustiques (fabrication, vente, distribution, installation)

- Distributeurs et fabricants de produits isolants thermiques et acoustiques.
- Vente de produits acoustiques, d'insonorisation.
- Fabrication, distribution : plafonds suspendus, tuile, suspension, « baffles » (lames) acoustiques, panneaux muraux, enceintes insonorisantes, écrans ou rideaux acoustiques.
- Masquage sonore^A (fabrication, installation).

^A Masquage sonore : technologie qui émet un son neutre et non dérangeant dans un milieu afin, principalement, de diminuer l'intelligibilité de conversations non désirées dans des espaces à bureaux, par exemple.

Centre d'expertise et
de référence en santé publique

www.inspq.qc.ca

*Institut national
de santé publique*

Québec

