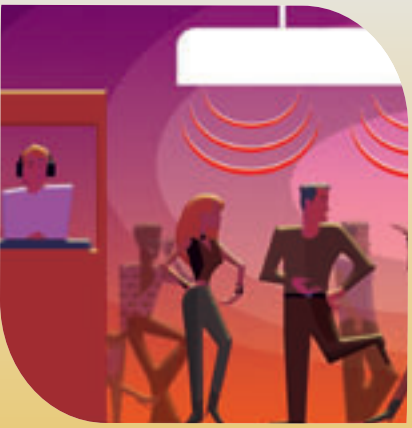
GUIDE DE BONNES PRATIQUES À CARACTÈRE NON CONTRAIGNANT POUR LA MISE EN ŒUVRE DE LA DIRECTIVE 2003/10/CE (« BRUIT SUR LE LIEU DE TRAVAIL »)



Commission européenne

« COMMENT ÉVITER OU RÉDUIRE L'EXPOSITION DES TRAVAILLEURS AU BRUIT ? »

Guide de bonnes pratiques à caractère non contraignant pour la mise en œuvre de la directive 2003/10/CE du Parlement européen et du Conseil concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit)

Commission européenne

Direction générale de l'emploi, des affaires sociales et de l'égalité des chances
Unité F/4

Manuscrit terminé en décembre 2007

Ni la Commission européenne ni aucune personne agissant au nom de la Commission ne sont responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations contenues dans cette publication.

© photos Yves Cousson — Avec l'aimable autorisation de l'INRS – France

Pour les photos non protégées par les droits d'auteur des Communautés européennes, il convient de demander directement l'autorisation aux détenteurs desdits droits d'auteur pour toute utilisation ou reproduction.

Pour plus d'informations:

DG Emploi, affaires sociales et égalité des chances
EMPL F/4 «Santé, sécurité et hygiène au travail»
Bâtiment EUROFORUM
Email: EMPL-F4-secretariat@ec.europa.eu
Fax: (+352) 4301 34259

Site Web de l'unité EMPL F/4:
http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=148&langId=en

Europe Direct est un service destiné à vous aider à trouver des réponses aux questions que vous vous posez sur l'Union européenne.

Un numéro unique gratuit (*):
00 800 6 7 8 9 10 11

(*) Certains opérateurs de téléphonie mobile ne permettent pas l'accès aux numéros 00 800 ou peuvent facturer ces appels.

De nombreuses autres informations sur l'Union européenne sont disponibles sur l'internet via le serveur Europa (http://europa.eu).

Une fiche bibliographique ainsi qu'un résumé figurent à la fin de l'ouvrage.

Luxembourg: Office des publications de l'Union européenne, 2009

ISBN 978-92-79-08413-3
doi 10.2767/64036

© Communautés européennes, 2009
Reproduction autorisée, moyennant mention de la source

Printed in France

IMPRIME SUR PAPIER BLANCHI SANS CHLORE

Préface

Les problèmes de perte auditive due au bruit sont une des dix maladies professionnelles les plus fréquentes dans l'Union européenne (UE). L'hypoacousie (perte auditive) ou surdité provoquée par le bruit lésionnel fait partie des maladies qui sont reconnues sur la base de la liste européenne des maladies professionnelles[1]. Les résultats des données recueillies par EUROSTAT dans le cadre des "Statistiques Européennes des Maladies Professionnelles" (EODS) montrent qu'environ 14 300 cas de perte auditive due au bruit ont été reconnus en 2005 au niveau européen (UE 15), ce qui représente un taux d'incidence de 9,5 cas pour 100 000 travailleurs ayant un emploi. Parmi les cas reconnus, il convient de souligner qu'environ 98% touchent les hommes, et 73% les travailleurs des secteurs de l'industrie manufacturière, des mines et de la construction.

La dernière Enquête Européenne sur les Conditions du Travail (ESWC) réalisée par la Fondation de Dublin en 2005, montre qu'environ 20% des travailleurs européens sont exposés, au moins pendant la moitié de leur temps de travail, à des niveaux de bruit si élevés qu'ils doivent parler plus fort pour pouvoir se faire entendre par d'autres personnes.

Si le bruit est, à l'heure actuelle, un problème fréquent, en particulier dans les secteurs de l'industrie manufacturière, des mines et de la construction où environ 35% à 40% des travailleurs sont exposés, il est aussi présent dans tous les autres secteurs d'activité.

La persistance de cette situation entraîne toute une série de limitations et incapacités pour les travailleurs qui souffrent de perte d'audition, limitant leur éventuelle mobilité ou réinsertion ou un simple changement d'activité, sans oublier les aspects négatifs pour la qualité de leur vie privée et l'exclusion sociale qui en résulte.

Le bruit en général, ainsi que la perte auditive des travailleurs déjà affectés, engendrent des risques supplémentaires d'accidents sur le lieu de travail dus aux problèmes de communication qui découlent de l'activité en soi-même. En outre, le bruit contribue aux problèmes de santé du type psychosociaux tels que le stress ou l'angoisse qui s'ajoutent aux problèmes de perte d'audition.

Cette situation peut contribuer à dévaloriser, aux yeux du public, l'image des secteurs concernés, rendant plus difficile le recrutement de jeunes travailleurs, car ces travaux ou activités sont moins attractifs ce qui entrave également le maintien des travailleurs plus expérimentés qui pouvaient transmettre leurs connaissances aux générations futures.

L'Europe s'est fixé comme objectif la qualité de l'emploi. Réduire les cas de perte auditive due au bruit est un objectif essentiel, et sa réussite doit impliquer tous les acteurs concernés, les employeurs de tous les secteurs sans exclusion - en particulier ceux appartenant à des secteurs qui sont actuellement les plus bruyants - les travailleurs, les pouvoirs publics, les caisses d'assurance ou de sécurité sociale, les services d'inspection du travail, sans oublier les PME.

L'adoption en février 2003 par le Parlement européen et le Conseil de la Directive 2003/10/CE[2] « Exposition des travailleurs aux risques dus au bruit », qui a remplacé la directive 86/188/CEE[3], donne un outil concret et efficace à cet engagement.

En outre, je dois rappeler que la « Stratégie communautaire de santé et de sécurité 2002-2006[4] », soutenue par le Conseil [5] et le Parlement européen[6], a aussi appelé à renforcer la culture de prévention des

1. COM(2003) 3297 final du 19 septembre 2003, J.O. L 238 du 25.09.2003, p. 28.
2. 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), JO L 42 du 15.02.2003, p. 38
3. Directive 86/188/CEE du Conseil, du 12 mai 1986, concernant la protection des travailleurs contre les risques dus à l'exposition au bruit pendant le travail, JO L 137 du 24.05.1986, p. 28.
4. Communication de la Commission : s'adapter aux changements du travail et de la société : une nouvelle stratégie communautaire de santé et de sécurité 2002-2006, COM(2002) 118 final du 11.03.2002.
5. Résolution du Conseil du 3 juin 2002 concernant une nouvelle stratégie communautaire de santé et de sécurité au travail 2002-2006, JO C 161 du 05.07.2002, p. 1.
6. Résolution du Parlement européen concernant la communication de la Commission « S'adapter aux changements du travail et de la société : une nouvelle stratégie communautaire de santé et de sécurité 2002-2006 », COM(2002) 118 final, JO C 300 E du 23.10.2002, p. 290.

risques, à appliquer efficacement la législation communautaire, en s'appuyant sur des acteurs formés et sensibilisés à cet enjeu, et à utiliser différents instruments disponibles, afin de promouvoir de véritables démarches de progrès, au-delà du simple respect des normes. Dans ce sens, des objectifs de réduction continue des accidents et maladies professionnelles ont été établis au niveau national ; le présent guide pourrait contribuer à leur accomplissement.

La directive 2003/10/CE prévoit l'établissement d'un code de conduite, à caractère non contraignant, en consultation avec les partenaires sociaux, afin d'aider les employeurs et les travailleurs des secteurs de la musique et du divertissement à respecter les obligations prévues dans la directive. Dans cette optique, le présent guide contient un chapitre spécifique avec des orientations pratiques et spécifiques pour aider les travailleurs et les employeurs des secteurs de la musique et du divertissement, secteurs où les travailleurs sont particulièrement exposés à des niveaux très élevés de bruit.

Le présent guide à caractère non contraignant qui a été préparé sur la base de la directive 2003/10/CE vise à aider les entreprises, notamment les PME, ainsi que tous les acteurs impliqués dans la prévention des risques professionnels, à la mise en œuvre des dispositions de cette directive

Enfin, le présent guide à caractère non contraignant doit servir à la mise en œuvre pratique des dispositions de la directive 2003/10/CE, en ce qui concerne les mesures à prendre pour éviter les risques dus à l'exposition au bruit au travail, notamment, en combattant ce risque à la source, et en privilégiant les mesures de protection collective par rapport à des mesures de protection individuelle. Ce guide pourra également aider les entreprises à faire un meilleur choix des solutions les plus appropriées afin que l'amélioration de la santé et de la sécurité de leurs travailleurs soit effective et efficace. En effet, une politique de prévention ambitieuse est un facteur de compétitivité. A l'inverse, la non-application de cette politique engendre des coûts qui pèsent lourdement sur les économies et les sociétés, sans oublier les souffrances humaines.

Nikolaus G. van der Pas
Directeur Général

TABLES DES MATIÈRES :

INTRODUCTION 6

Principales différences entre la Directive 2003/10/CE et l'ancienne Directive 86/188/CEE 8

Comment lire le guide ? 14

Pourquoi réduire l'exposition au bruit ? 15

Comment trouver des informations dans le guide ? 16

CHAPITRE 1 : Acoustique – notions de base 21

CHAPITRE 2 : Procédure d'évaluation des risques 37

CHAPITRE 3 : Conception du lieu de travail 57

CHAPITRE 4 : Comment réduire l'exposition au bruit ? 65

CHAPITRE 5 : Équipements de Protection Individuelle (EPI) : caractéristiques et choix des protecteurs auditifs individuels (PAI) 81

CHAPITRE 6 : Acheter des équipements de travail silencieux 95

CHAPITRE 7 : Altération de l'ouïe et surveillance de la santé 111

CHAPITRE 8 : Les secteurs de la musique et du divertissement 121

CHAPITRE 9 : Résumé de la réglementation européenne en matière de bruit 135

ANNEXES

I. Glossaire, liste de mots-clés et liste d'abréviations 141

II. Législation, normes et autres sources d'information relatives au bruit 147

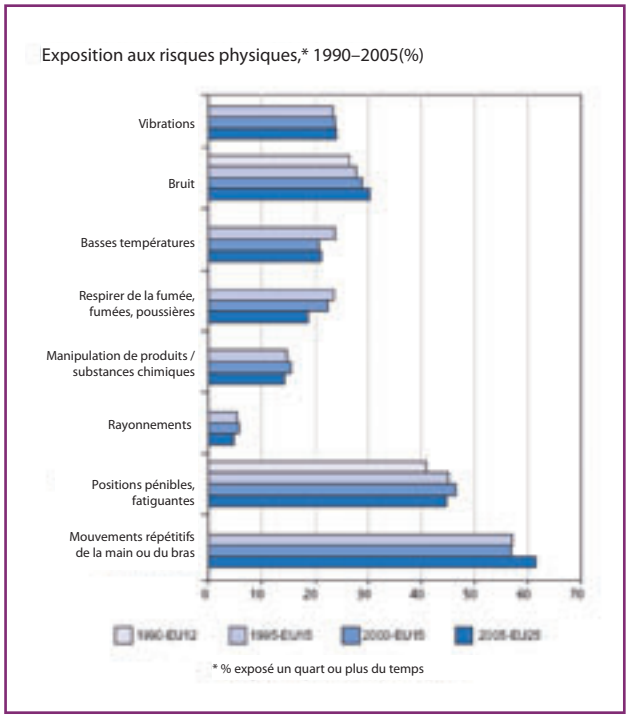
- Directives européennes 147
  - Directives santé et sécurité sur le lieu de travail 147
  - Directives marché intérieur 147
- Sélection de normes 147
  - Normes européennes 147
  - Normes internationales 148
- Textes de transposition de la Directive 2003/10/CE dans la législation des états membres (au 31 décembre 2007) 149
- Annexe bibliographique 155
- Sites web 163

III. Experts associés à l'élaboration de ce guide 167

Introduction

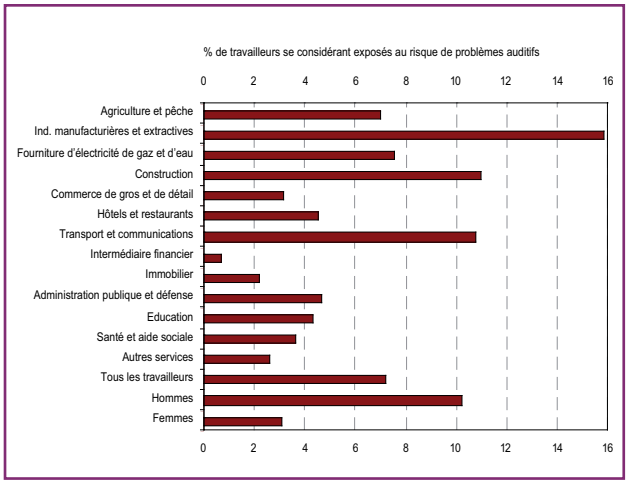
La directive 2003/10/CE[7] du Parlement européen et du Conseil adoptée le 6 février 2003 concerne les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus au bruit et est le fruit de la réflexion menée lors de l'analyse de dix années de mise en œuvre de la directive 86/188/CEE[8] du Conseil.

En effet, la directive 86/188/CEE prévoyait leur réexamen par le Conseil (article 10) sur proposition de la Commission afin de prendre en compte les expériences acquises pendant l'application de la directive, le progrès technique et les connaissances scientifiques dans le domaine.



Par ailleurs, dans sa Communication[9] sur son programme dans le domaine de la sécurité, de l'hygiène et de la santé sur le lieu de travail, la Commission avait prévu l'adoption de mesures pour le renforcement de la sécurité sur le lieu de travail, l'extension du champ d'application de la directive 89/188/CEE, ainsi que la réévaluation des valeurs seuils. Dans sa résolution du 21 décembre 1987[10], le Conseil accueille favorablement le programme de la Commission et partage son opinion en soulignant la nécessité d'améliorer la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs au travail. En septembre 1990, le Parlement européen a adopté une résolution invitant la Commission à élaborer une directive spécifique dans le domaine des risques liés au bruit et aux vibrations ainsi qu'à tout autre agent physique sur le lieu de travail.

Après l'adoption par le Parlement européen et par le Conseil de la directive "Vibrations" (2002/44/CE[11]), le Parlement européen et le Conseil ont estimé opportun d'introduire des mesures protégeant les travailleurs des risques dus au bruit étant donné ses incidences sur la santé et la sécurité des travailleurs, notamment les dommages causés à l'ouïe.



7. Directive 2003/10/EC 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), JO L 42 du 15.02.2003, p. 38.

8. Directive 86/188/CEE du Conseil, du 12 mai 1986, concernant la protection des travailleurs contre les risques dus à l'exposition au bruit pendant le travail, JO L 137 du 24.05.1986, p. 28.

9. JO C 28 du 03.02.1988, p. 3.

10. JO C 28 du 03.02.1988, p. 1.

11. 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), JO L 177 du 06.07.2002, p. 13.

La quatrième "Enquête Européenne sur les Conditions de Travail" (ESWC[12]) réalisée par la Fondation de Dublin en 2005, montre qu'environ 30 % des travailleurs européens sont exposés au bruit pendant un quart de leur temps de travail au moins. Cette exposition au bruit est actuellement un problème commun à toutes les activités économiques, en particulier dans les secteurs de la manufacture industrielle, des industries extractives, de la construction, de l'agriculture, de la pêche et du transport, où 25 à 46% des travailleurs sont exposés à ce risque. Parmi tous les travailleurs, les hommes sont exposés au bruit deux fois plus que les femmes.

L'enquête ESWC montre également qu'environ 7% des travailleurs européens considèrent que leur travail affecte leur santé sous forme de troubles de l'audition. Ce risque est signalé particulièrement dans les secteurs de la manufacture industrielle et dans les mines, dans la construction et les transports, tandis qu'il est pratiquement inexistant dans le secteur financier.

En outre, et selon les résultats du module ad hoc "Accidents du travail et problèmes de santé liés au travail" réalisé dans l'enquête sur les forces de travail (LFS) en 1999, environ 0,1% des réponses montrent que les travailleurs ont souffert d'un problème d'audition qui, selon eux, a été déclenché ou aggravé par leur activité professionnelle. Cela signifie qu'environ 200 000 travailleurs européens (en activité ou retraités) ont ces problèmes d'audition. Finalement chaque année, à ces chiffres il s'ajoute des milliers de nouveaux cas de perte auditive reconnus comme une maladie professionnelle.

Selon les informations recueillies dans le cadre du projet "Statistiques Européennes des cas reconnus de Maladies Professionnelles" (EODS) pour l'année de référence 2005, parmi les dix maladies professionnelles reconnues les plus nombreuses dans l'Union européenne, la perte auditive due au bruit occupe le quatrième rang avec 10 590 cas reconnus dans les 12 États Membres ayant fourni des données (c'est-à-dire environ 14 300 cas si l'on extrapole aux 15 États Membres). Ce qui représente un taux d'incidence[13] de 9,5 pour 100 000 personnes ayant un emploi.

Compte tenu de ces informations, des connaissances scientifiques les plus récentes, de la nécessité de couvrir tous les secteurs d'activité, la directive 86/188/CEE ne s'appliquant pas aux travailleurs de la navigation maritime et de la navigation aérienne, et compte tenu des principes généraux de prévention énoncés dans la directive 89/391/CEE[14] (directive-cadre), à savoir que les mesures de protection collective doivent avoir la priorité sur les mesures de protection individuelle, ainsi que de l'existence des règles internationales sur le niveau de bruit, la Commission a présenté une nouvelle proposition de directive qui a été finalement adoptée par le Parlement européen et par le Conseil le 6 février 2003.

Enfin, il est à noter que, compte tenu des dispositions de la directive 2003/10/CE selon lesquelles les niveaux de bruit auxquels les employeurs doivent mener des actions en vue de la réduction et de la maîtrise du bruit au travail ont été abaissés, tous les employeurs devraient savoir que leurs installations ou lieux de travail peuvent désormais entrer dans le champ d'application de cette directive. Les secteurs traditionnellement bruyants connaissent les risques dus au bruit, mais, en réalité, les bureaux, jardins d'enfants, écoles, lieux de loisirs, crèches, salles d'impression à l'intérieur de bâtiments, salles de tri postal, petites unités de production, etc., pourraient être concernés par la valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action de 80 dB(A) et être tenus pour la première fois de protéger activement leurs travailleurs contre les risques dus au bruit, conformément à cette directive.

Par conséquent, il est essentiel que les employeurs prennent en considération les risques dus au bruit sur leur lieu de travail, sachant qu'ils en sont seuls responsables (indépendamment de la taille de l'entreprise, du nombre réduit de travailleurs employés ou du secteur d'activité) en ce qu'ils sont tenus de protéger leurs travailleurs contre les risques d'une exposition au bruit lorsque le bruit est présent sur le lieu e travail ou produit par une activité professionnelle.

12. ESWC signifie "European Survey of Working Conditions".

13. Eurostat – Données – Population et conditions sociales – Santé – Santé et sécurité au travail
http://www.eurofound.europa.eu/ewco/surveys/ewcs2005/index.htm

14. 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, JO L 183 du 29.06.1989, p. 1.

PRINCIPALES DIFFÉRENCES DE LA DIRECTIVE 2003/10/CE PAR RAPPORT A LA PRÉCÉDENTE DIRECTIVE 86/188/CEE

Structure de la directive

La nouvelle directive 2003/10/CE, basée sur l'article 137 du traité instituant l'Union européenne, est beaucoup plus claire dans sa structure, car elle suit l'approche préventive de la directive 89/391/CEE (directive-cadre) en tant que dix-septième directive particulière.

Par contre la directive 86/188/CEE, qui reposait sur une autre base juridique (article 100 du traité instituant la Communauté économique européenne), ne suivait pas cette approche préventive et, par conséquent, ne permettait pas la fixation d'objectifs clairs tels que la prévention des risques, l'évaluation des risques inévitables et la maîtrise des risques à la source en privilégiant les mesures collectives par rapport aux mesures de protection individuelle.

La directive 89/391/CEE, établit les principes généraux de prévention et en particulier les obligations et responsabilités des employeurs. Ces principes sont d'application "mutatis mutandis", notamment l'évaluation des risques, la prise de mesures visant à éviter ou réduire l'exposition des travailleurs au bruit, la limitation de l'exposition, la surveillance de la santé, l'information, la formation et la consultation du personnel et la participation des travailleurs au processus.

Objectif

L'article 1er de la nouvelle directive 2003/10/CE fixe des prescriptions minimales en matière de protection des travailleurs contre les risques pour leur santé et leur sécurité résultant ou susceptibles de résulter d'une exposition au bruit, et notamment le risque pour l'ouïe. Ces dispositions s'appliquent aux activités dans l'exercice desquelles les travailleurs sont ou risquent d'être exposés, du fait de leur travail, à des risques dus au bruit.

La directive 2003/10/CE vise la lutte contre les risques dus à l'exposition des travailleurs au bruit.

(Article 1er)

Champ d'application

En ce qui concerne le champ d'application, la nouvelle directive 2003/10/CE s'applique à tous les secteurs d'activité sans aucune exception (article 1er, paragraphe 2). Les seules exceptions pourraient être celles qui sont reprises dans l'article 2, paragraphe 2, de la directive 89/391/CEE, à savoir "lorsque des particularités inhérentes à certaines activités spécifiques dans la fonction publique, par exemple dans les forces armées ou la police, ou à certaines activités spécifiques dans les services de protection civile s'y opposent de manière contraignante". Par contre, la directive 86/188/CEE excluait les secteurs de la navigation maritime et aérienne et donc les travailleurs à bord de ces moyens de transport.

La directive 2003/10/CE s'applique à tous les secteurs d'activité sans aucune exception.

(Article 1er, paragraphe 2)

Définitions

La nouvelle directive 2003/10/CE simplifie de manière claire (sans recours aux formulations mathématiques compliquées) les différents paramètres physiques utilisés comme prédicteurs du risque. A cet égard, elle renvoie à la norme internationale ISO 1999/1990, ce qui simplifie le texte.

Définitions:

- Pression acoustique de crête "$p_{crête}$"
- Niveau d'exposition quotidienne au bruit "$L_{EX,8h}$ dB(A)"
- Niveau d'exposition hebdomadaire au bruit "$L_{EX,8h}$"

Valeur limite d'exposition et valeurs d'exposition déclenchant l'action

La directive 2003/10/CE introduit les concepts de « Valeur limite d'exposition » et « Valeurs d'exposition déclenchant l'action ». Celles-ci permettront à l'employeur de mieux gérer l'application de la directive, notamment lors de l'évaluation du risque auquel les

travailleurs seront ou pourraient être soumis lors de leur travail.

La nouvelle valeur limite d'exposition établie par la directive 2003/10/CE est fixée à un niveau inférieur à celui établi par la directive 86/188/CEE et constitue le niveau de bruit admissible par la société comme étant sans conséquence pour la santé et la sécurité des travailleurs. En termes d'exposition au bruit, le risque augmente quand les valeurs d'exposition augmentent, et il faut donc appliquer des mesures proportionnelles pour combattre ce risque, sans que la valeur limite soit dépassée dans aucun cas.

La nouvelle valeur limite est fixée à $L_{EX,8h}$ = 87dB(A) comme niveau d'exposition quotidienne au bruit (moyenne pondérée dans le temps des niveaux d'exposition pour une journée de travail de huit heures) et à $\rho_{crête}$ = 200 Pa comme pression acoustique de crête.

La directive 86/188/CEE établissait que $L_{EX,8h}$ = 90dB(A) en tant que exposition quotidienne personnelle et $\rho_{crête}$ = 200 Pa en tant que valeur de pression acoustique.

Valeurs limites d'exposition :

$L_{EX,8h}$ = 87 dB(A) et $\rho_{crête}$ = 200 Pa

Cette valeur ne peut être dépassée en aucun cas !!!

(Article 3)

Pour l'application de la valeur limite d'exposition, la détermination de l'exposition effective du travailleur au bruit tient compte de l'atténuation assurée par les protecteurs auditifs individuels portés par les travailleurs.

La nouveauté de la directive 2003/10/CE, par rapport à la directive 86/188/CEE, est qu'elle établit deux valeurs d'exposition déclenchant l'action : une supérieure [$L_{EX,8h}$ = 85 dB(A) et $\rho_{crête}$ = 140 Pa] et une inférieure [$L_{EX,8h}$ = 80 dB(A) et $\rho_{crête}$ = 112 Pa]. Ces valeurs déclenchant l'action, qui peuvent être dépassées, sans toutefois dépasser la valeur limite d'exposition en aucun cas, donnent à l'employeur la possibilité de gérer d'une manière appropriée et modulée les actions préventives à prendre pour combattre le risque dû à l'exposition des travailleurs au bruit. Dans le cas où la valeur supérieure déclenchant l'action est dépassée, la directive impose à l'employeur l'obligation d'établir et mettre en œuvre un programme de mesures techniques et/ou organisationnelles pour réduire l'exposition au bruit ainsi que faciliter au travailleur exposé un contrôle médical de son ouïe.

Si la valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action est dépassée :

$L_{EX,8h} \geq$ 85 dB(A) et $\rho_{crête} \geq$ 140 Pa

L'employeur doit :

- établir et mettre en œuvre un programme de mesures techniques et/ou organisationnelles visant à réduire l'exposition au bruit (article 5, par. 2).
- Les travailleurs qui sont exposés au bruit sur leur lieu de travail reçoivent des informations et une formation en rapport avec des risques découlant de l'exposition au bruit (article 8).
- Les lieux de travail où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à un bruit dépassant les valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action font l'objet d'une signalisation appropriée (article 5, par. 3).
- Les travailleurs ont le droit de bénéficier d'un contrôle de l'ouïe effectué par un médecin ou une autre personne dûment qualifiée sous la responsabilité d'un médecin, conformément à la législation et/ou aux pratiques nationales (article 10, par. 2).

Les travailleurs doivent :

- utiliser les protecteurs auditifs individuels lorsque l'exposition au bruit égale ou dépasse les valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action (article 6, par. 1, point b).

En outre, et dans les lieux de travail où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à un bruit dépassant la valeur supérieure déclenchant l'action, $L_{EX,8h} \geq$ 85 dB(A) et $\rho_{crête} \geq$ 140 Pa, l'employeur doit donner une formation et une information aux travailleurs sur les risques auxquels ils sont exposés et les lieux doivent faire l'objet d'une signalisation appropriée, limitant l'accès, lorsque cela est faisable et que le risque le justifie, et offrir aux travailleurs un examen audiométrique préventif.

Si l'exposition se situe :

$L_{EX,8h}$ entre 80 et 85 dB(A) et $\rho_{crête}$ entre 112 et 140 Pa

L'employeur veille à ce que :

- les travailleurs qui sont exposés au bruit sur leur lieu de travail reçoivent des informations et une formation en rapport avec des risques découlant de l'exposition au bruit (article 8) ;
- des protecteurs auditifs individuels soient mis à la disposition des travailleurs (article 6, par. 1, point a) ;
- les travailleurs considérés comme exposés au risque se voient offrir un examen audiométrique préventif (article 10, par. 2).

Enfin, et lorsque les travailleurs sont exposés sur le lieu de travail à un niveau sonore égal ou supérieur aux valeurs inférieures déclenchant l'action, $L_{EX,8h} \geq 80$ dB(A), et $\rho_{crête} \geq 112$ Pa, l'employeur doit donner des informations et une formation appropriée par rapport aux risques découlant de l'exposition au bruit, et proposer un examen audiométrique préventif.

Si la valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action est dépassée :

$L_{EX,8h} \geq 80$ dB(A) *et* $\rho_{crête} \geq 112$ Pa

L'employeur doit :

- informer les travailleurs (article 8),
- former les travailleurs (article 8),
- mettre à la disposition des travailleurs des protecteurs auditifs individuels (article 6, par. 1, point a),
- offrir aux travailleurs un examen audiométrique préventif (article 10, par. 2).

Détermination et évaluation des risques

La nouvelle directive 2003/10/CE prévoit des dispositions spécifiques sur la détermination et l'évaluation des risques par les employeurs. Par contre, la directive 86/188/CEE n'était pas suffisamment claire sur ces aspects, notamment en ce qui concerne le niveau et le type d'exposition, les valeurs limites, les incidences directes ou indirectes sur la santé des travailleurs, les renseignements sur les émissions sonores fournis par les fabricants des équipements, sur l'existence d'équipements de remplacement, la surveillance de la santé, la problématique des interactions entre le bruit et les substances ototoxiques ou entre le bruit et les vibrations ou entre le bruit et les signaux d'alarme destinés à prévenir les accidents, etc.

Évaluation des risques :

(Article 4)

L'employeur évalue et, si nécessaire, mesure le niveau de bruit.

Les méthodes peuvent comporter un échantillonnage représentatif.

Éléments à prendre en compte :

- Niveau, type et durée d'exposition
- Valeurs limites d'exposition
- Valeurs d'exposition déclenchant une action
- Groupes à risques particulièrement sensibles
- Interactions avec les substances ototoxiques et les vibrations
- Interaction entre le bruit et les signaux d'alarme
- Informations sur les émissions sonores des équipements

Dispositions visant à éviter ou à réduire l'exposition au bruit

La directive 2003/10/CE est beaucoup plus précise dans ce domaine, car elle donne à l'employeur des indications à prendre en considération pour éviter ou réduire l'exposition. Elle privilégie toujours les mesures collectives par rapport aux mesures de protection individuelle. De même, la directive 2003/10/CE prévoit des dispositions pour que l'employeur prenne des mesures immédiatement dans le cas du dépassement des valeurs limites d'exposition.

Dispositions visant à éviter ou à réduire l'exposition au bruit :

(Article 5)

L'employeur doit tenir compte du progrès technique et il établit et met en œuvre un programme de mesures techniques et/ou organisationnelles.

Éléments à prendre en considération :

- Autres méthodes de travail
- Le choix d'équipements de travail appropriés
- La conception des lieux de travail
- L'information et la formation des travailleurs
- Moyens techniques pour réduire les bruit aérien et structurel
- Programmes de maintenance des équipements du travail
- L'organisation du travail
- Signalisation
- Mise à disposition d'équipements de protection individuelle (EPI)

Équipements de protection individuelle (EPI)

La directive 2003/10/CE est très claire sur cet aspect. "Si d'autres moyens ne permettent pas d'éviter les risques dus à l'exposition au bruit", la directive autorise en dernier recours l'utilisation de protecteurs auditifs individuels pour respecter la valeur limite d'exposition. Ces protecteurs doivent être mis à la disposition des travailleurs par l'employeur et être conformes aux dispositions de la directive 89/656/CEE[15] et de la directive 89/391/CEE, sans préjudice du respect de la directive 89/686/CEE[16] relative aux conditions essentielles de fabrication des EPI.

Équipements de protection individuelle :

(Article 6)

Si d'autres moyens ne permettent pas d'éviter les risques, l'employeur doit mettre des protecteurs auditifs individuels à la disposition des travailleurs.

Conditions:

- Lorsque l'exposition dépasse les « valeurs inférieures déclenchant l'action » , l'employeur met des protecteurs individuels à la disposition des travailleurs.
- Lorsque l'exposition est égale ou supérieure aux « valeurs supérieures déclenchant l'action », les travailleurs doivent utiliser des protecteurs auditifs individuels.
- Capables d'éliminer le risque ou le réduire le plus possible

Surveillance de la santé

Il s'agit d'un aspect fondamental, car le bruit est un risque qui nuit progressivement à la santé des travailleurs exposés. Le législateur a prévu des contrôles particuliers dans les cas de dépassement des valeurs d'exposition déclenchant l'action définis comme moyen de contrôle et diagnostic précoce de toute perte auditive due au bruit.

La directive 2003/10/CE dispose que les travailleurs peuvent bénéficier d'un contrôle de l'ouïe effectué par un médecin ou une autre personne dûment qualifiée quand l'exposition dépasse la valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action [$L_{EX,8h}$> 85dB(A) et $\rho_{crête}$> 140 Pa], et qu'un examen audiométrique préventif doit être offert aux travailleurs lorsque l'exposition dépasse la valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action [$L_{EX,8h}$> 80dB(A) et $\rho_{crête}$> 112 Pa].

Lorsque la surveillance détecte un cas d'altération identifiable, les travailleurs sont informés et l'employeur doit revoir l'évaluation des risques et les mesures à prendre pour supprimer ou réduire les risques.

Par contre la directive 86/188/CEE était beaucoup moins précise et moins contraignante, notamment en ce qui concerne le type d'examens et le niveau d'exposition, ainsi que sur la révision de l'évaluation des risques et les mesures à prendre.

Surveillance de la santé :

(Article 10)

- Les travailleurs peuvent bénéficier d'un contrôle de leur ouïe si l'exposition dépasse les 85 dB(A) et/ou $\rho_{crête}$ = 140 Pa
- Les travailleurs peuvent bénéficier d'un examen audiométrique préventif si l'exposition dépasse les 80 dB(A) et/ou $\rho_{crête}$ = 112 Pa

Dérogations

La directive 2003/10/CE, s'applique à tous les secteurs d'activité sans aucune exception. Elle prévoit néanmoins, dans des cas exceptionnels, la possibilité offerte aux États membres d'accorder des dérogations aux dispositions relatives à l'utilisation des équipements de protection individuelle. Ces dérogations peuvent être accordées à condition que les risques soient réduits au minimum et que les travailleurs concernés fassent l'objet d'une surveillance renforcée de leur santé. Ces dérogations feront l'objet d'un réexamen tous les quatre ans et les États membres doivent transmettre à la Commission la liste des dérogations accordées.

Dérogations :

(Article 11)

- Dans de cas exceptionnels
- Garantie que les risques soient réduits au minimum
- Surveillance médicale renforcée
- Réexamen tous les quatre ans
- Révocation lorsque les circonstances ont disparu

15. Directive 89/656/CEE du Conseil, du 30 novembre 1989, concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé pour l'utilisation par les travailleurs d'équipements de protection individuelle, JO L 393 du 30.12.1989, p. 18.

16. Directive 89/686/CEE du Conseil, du 21 décembre 1989, concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux équipements de protection individuelle (JO L 399 du 30.12.1989, p. 18).

Information, formation, consultation et participation des travailleurs

Sur la base de la directive-cadre 89/391/CEE, la nouvelle directive est très claire et précise sur ces chapitres. Elle oblige l'employeur à délivrer des informations et une formation appropriée lorsque les travailleurs sont exposés à un niveau sonore égal ou supérieur aux valeurs d'exposition déclenchant une action. Elle prévoit également des règles sur la consultation et la participation des travailleurs et/ou leurs représentants en ce qui concerne l'évaluation des risques, la détermination des mesures à prendre pour éliminer le risque et le choix de protecteurs auditifs individuels. Par contre, la directive 86/188/CEE ne faisait pas référence à ces questions.

La formation est essentielle pour appliquer et respecter la législation et pour garantir une protection appropriée des travailleurs au travail. Il importe aussi au plus haut point que les travailleurs soient sensibles aux motifs et qu'ils comprennent la nécessité de contrôles spécifiques et le pourquoi du choix de certaines mesures. En ce qui concerne les EPI, il est primordial que l'équipement correct et adapté soit fourni et porté, mais aussi que les travailleurs sachent pourquoi et comment ils doivent porter l'EPI pour obtenir une protection optimale. La formation à l'utilisation et au port de l'EPI est fondamentale et son absence peut amener le travailleur à se montrer trop confiant et/ou à supposer qu'un niveau de protection donné est assuré alors que ce n'est peut-être pas le cas en réalité (par exemple, si l'EPI n'est pas porté ou utilisé correctement).

Information, formation, consultation et participation des travailleurs :

(Articles 8 et 9)

- sur la nature du bruit
- sur les mesures prises
- sur les valeurs limites d'exposition et les valeurs déclenchant l'action
- sur le résultat des évaluations des risques
- sur l'utilisation correcte des protecteurs auditifs
- sur les conditions de la surveillance médicale
- sur le choix de protecteurs auditifs, etc.

Code de conduite

Par rapport à la directive 86/188/CEE, et compte tenu de la spécificité des secteurs de la musique et du divertissement, la directive 2003/10/CE demande aux États membres d'établir un code de conduite pour aider les travailleurs et les employeurs de ces secteurs à respecter les obligations qui leur incombent. Afin de permettre l'établissement de ce code de conduite pour ce secteur particulier, les États membres sont autorisés à recourir à une période transitoire de deux ans, c'est à dire jusqu'au le 15 février 2008.

Code de conduite :

(Article 14)

« Aider les travailleurs et les employeurs du secteur de la musique et du divertissement à respecter leurs obligations »

Délai supplémentaire de deux ans :

15.02.2008

Transposition

Les États membres doivent transposer la directive 2003/10/CE avant le 15 février 2006.

Afin de tenir compte de conditions particulières, la directive 2003/10/CE prévoit que les États membres peuvent disposer d'un délai supplémentaire de cinq ans, soit jusqu'au 15 février 2011, pour appliquer les dispositions de l'article 7 « Limitation de l'exposition » au personnel embarqué sur les navires de mer.

Transposition :

(Article 17)

15.02.2006

« Afin de tenir compte de conditions particulières, les États membres peuvent, le cas échéant, disposer d'un délai supplémentaire de cinq ans à compter du 15 février 2006, c'est-à-dire d'un total de huit ans, pour appliquer les dispositions de l'article 7 au personnel embarqué sur les navires de mer. »

15.02.2011

Disposition	Directive « Bruit » 86/188/CEE	Nouvelle directive « Bruit » 2003/10/CE
Réduire le risque	Niveau le plus bas raisonnablement possible	Éliminé à la source ou réduit au minimum
Évaluer et si nécessaire mesurer l'exposition	En cas de bruit	Lorsque les travailleurs sont exposés, ou sont susceptibles d'être exposés au risque
Période d'évaluation	Journée de travail	Journée de travail ou une semaine
Information et formation des travailleurs et de leurs représentants	Exposition quotidienne supérieure à 85 dB(A) et niveau de crête 140 dB	Exposition quotidienne supérieure à 80 dB(A) et niveau de crête 135 dB(C)
Surveillance de la santé	Bonnes pratiques à partir de 90 dB(A)	Exposition quotidienne régulière égale ou supérieure à 85 dB(A) ou niveau de crête de 137 dB(C)
Droit du travailleur à des contrôles de l'audition / un examen audiométrique	Exposition quotidienne supérieure à 85 dB(A) et niveau de crête 140 dB	Exposition quotidienne/hebdomadaire supérieure à 85 dB(A) et niveau de crête 137 dB(C). Disponible à 80 dB(A) et 112 Pa si un risque est indiqué.
Mise à disposition de protections contre le bruit	Exposition quotidienne supérieure à 85 dB(A) et niveau de crête 140 dB	Exposition quotidienne/hebdomadaire supérieure à 80 dB(A) et niveau de crête 135 dB(C).
Port de protections contre le bruit	Exposition quotidienne supérieure à 90 dB(A) et niveau de crête 140 dB	Exposition quotidienne/hebdomadaire égale ou supérieure à 85 dB(A) et niveau de crête 137 dB(C). Protecteurs pour éliminer le risque ou à le réduire le plus possible
Limite d'exposition	——	Exposition quotidienne/hebdomadaire égale à 87 dB(A) et niveau de crête 140 dB(C) au niveau de l'oreille.
Programme de mesures de contrôle	Exposition quotidienne supérieure à 90 dB(A) et niveau de crête 140 dB	Exposition quotidienne supérieure à 85 dB(A) et niveau de crête 137 dB(C).
Délimitation des zones, signalisation et contrôle d'accès	Dans la mesure du possible, exposition quotidienne supérieure à 90 dB(A) et niveau de crête de 140 dB	Exposition quotidienne/hebdomadaire supérieure à 85 dB(A) et niveau de crête 137 dB(C).
Information des représentants des travailleurs	Exposition quotidienne> 85 dB(A) et crête de 140 dB (évaluations) Exposition quotidienne> 90dB(A) et crête de 140 dB (programmes de mesures)	Renvoi à la directive 89/391/CEE
Dérogations	Moyennage de l'exposition hebdomadaire; Pour l'utilisation de protecteurs individuels en cas de risque pour la santé et la sécurité	Pour l'utilisation de protecteurs individuels en cas de risque pour la santé et la sécurité
Périodes transitoires	——	Période de transition supplémentaire pour les secteurs de la navigation et de la musique et du divertissement
Non-application	Transport maritime et aérien	Conflit avec les activités de service public

Tableau 0.1 Comparaison entre la précédente directive Bruit et la directive sur les agents physiques (bruit)

COMMENT LIRE LE GUIDE ?

- Le Guide est divisé en 9 chapitres que vous pouvez consulter séparément, en fonction de votre centre d'intérêt.

- Chaque chapitre est divisé en plusieurs points traités séparément en paragraphes, de sorte que vous avez un accès direct à l'information.

- Pour vous faciliter l'accès à ces informations, les points principaux sont imprimés en caractères gras et ils sont suivis par une liste de commentaires et conseils. Ils sont illustrés par des exemples tirés du monde de l'industrie. La plupart des paragraphes sont accompagnés de schémas.

- Si vous souhaitez obtenir des informations plus détaillées, vous trouverez à la fin du paragraphe un texte écrit en italiques qui vous donne des précisions techniques supplémentaires ; il est précédé du logo.

- Les chapitres sont introduits par un texte qui rappelle les principales exigences des directives.

- Le chapitre 4 vous donne des informations spécifiques sur les techniques de réduction du bruit ; leur présentation tient compte des aspects suivants :

  – Présentation et explication de la technique : comment ça marche ?
  – Précautions à prendre pour obtenir un résultat fiable.

- Il est possible d'utiliser le Guide en recherchant des mots précis ; deux listes de mots sont à votre disposition :

  – une liste de mots-clés donnant les références des chapitres du Guide dans lesquels ils sont expliqués.
  – Un glossaire, qui donne une définition courte et simple des mots les plus courants, susceptibles de se trouver dans plusieurs chapitres.

Une liste des abréviations figure à la fin du Guide.

POURQUOI RÉDUIRE L'EXPOSITION AU BRUIT ?

Même si l'on excepte l'aspect réglementaire, il semblerait évident d'essayer d'éviter le risque du bruit comme tout autre risque pour la santé, en particulier du fait que la perte auditive imputable au bruit est l'une des maladies professionnelles les plus répandues en Europe. Cependant, sur le lieu de travail, réduire le bruit ne nécessite pas seulement des efforts, mais cela implique également de modifier certaines pratiques et attitudes professionnelles, ce qui peut rebuter certains. De plus, le risque n'est pas très évident car la perte auditive survient généralement lentement et les travailleurs qui sont les plus exposés sont eux-mêmes réticents à modifier leurs habitudes. C'est pourquoi il est si important de répéter combien l'exposition au bruit sur le lieu de travail est dangereuse, ce qui devrait concerner l'encadrement autant que les travailleurs affectés.

L'exposition à des niveaux de bruit élévés :

- provoque une surdité irréversible ; qu'adviendra-t-il de la vie professionnelle des travailleurs et comment géreront-ils les conséquences dans leur vie privée ?
- nuit à la concentration, ce qui réduit les performances des travailleurs,
- crée un stress, ce qui réduit les capacités des travailleurs,
- constitue une menace pour la sécurité, du fait des difficultés à recevoir les informations concernant le danger,
- présente une mauvaise image de l'entreprise, particulièrement aux yeux des employés potentiels ou du grand public,
- retarde et gêne la communication entre employés.

Concernant ces points, le tableau 02 donne quelques éléments de réponse à des réactions fréquentes de la part des travailleurs.

Lorsque l'on traite ce problème dans l'entreprise, il est nécessaire d'informer les travailleurs et leurs représentants, et de les associer à cette analyse.

Une autre question étroitement liée à la protection contre le bruit est celle des **limites d'exposition** : quelles que soient les mesures prises, il reste toujours du bruit. Quel est donc le niveau acceptable pour ce bruit ?

La directive européenne 2003/10/CE précise certaines obligations concernant les valeurs déclenchant l'action et les valeurs limites (voir le chapitre 9 « Synthèse de la réglementation communautaire en matière de bruit »). Ces valeurs sont ensuite transposées dans le droit national de tous les États, où elles peuvent encore être réduites.

Cependant, ces niveaux sont définis en fonction du risque d'accident et l'employeur devrait donc se fixer des valeurs inférieures. Dans certaines situations, le type de travail requiert une certaine concentration (bureaux, ateliers de précision, laboratoires cliniques, centres de recherche,...) qui oblige à maintenir des niveaux sonores réduits et a pour conséquence de faire baisser le stress des travailleurs et d'augmenter l'efficacité de leur travail.

Comme dit ci-dessus, le bruit peut créer un stress et nuire à la concentration, ce qui restreint les capacités et les performances des travailleurs. Les efforts entrepris par les employeurs pour réduire le bruit sont donc dans leur propre intérêt.

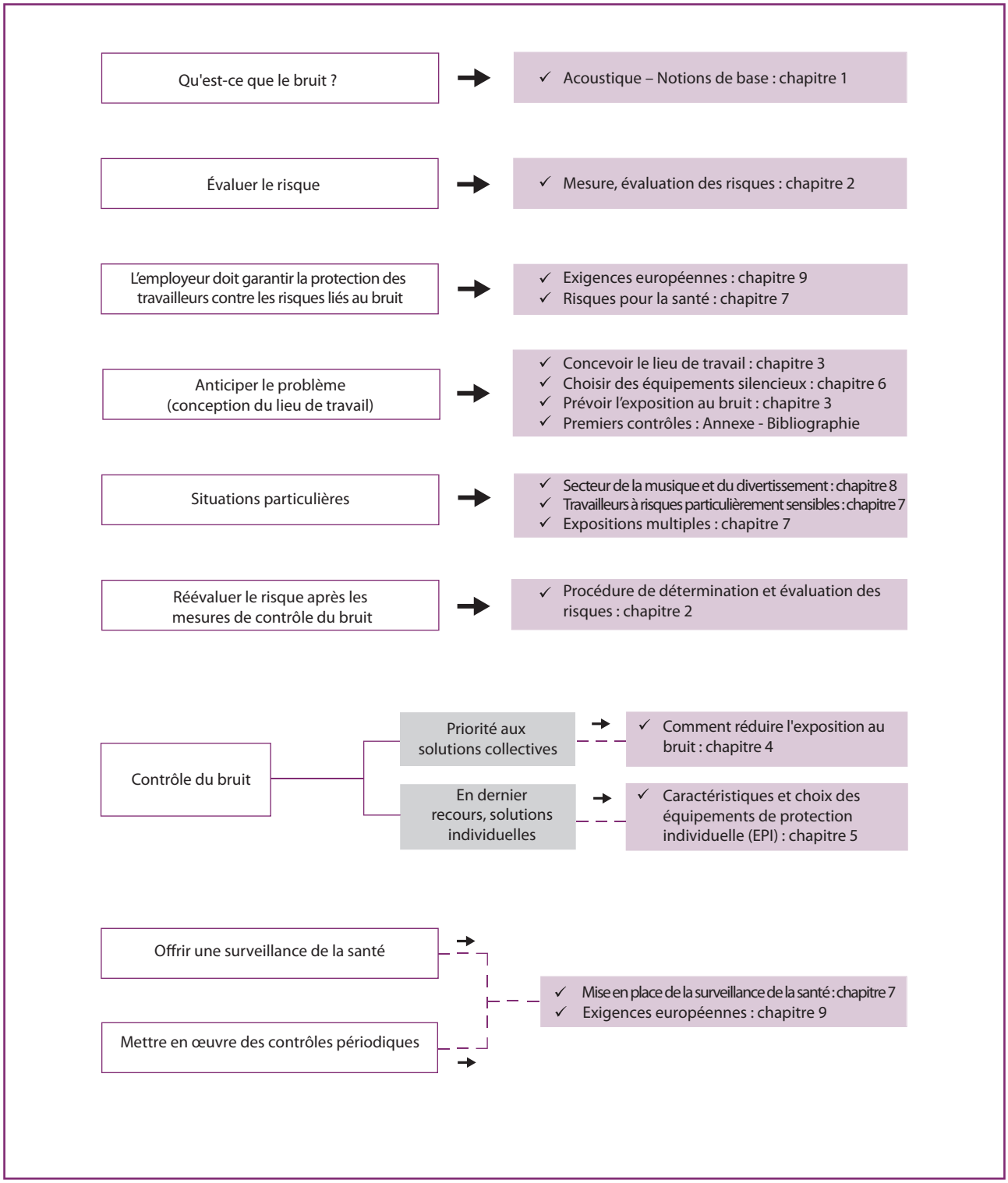
« Il est important de contrôler le bruit parce que l'homme est incapable de fermer ses oreilles comme il peut fermer les yeux. »

Réticence	Réponse
Je n'ai pas besoin de protection, j'ai l'habitude du bruit.	Est-ce que vous avez « l'habitude du bruit » ou est-ce que vous devenez sourd et donc moins sensible au bruit ?
Lorsque le bruit est réduit, je n'arrive pas à distinguer comment mon équipement fonctionne.	C'est uniquement une question d'habitude : vous « apprendrez » les nouveaux bruits de votre équipement.
Cela m'ennuie de porter des protecteurs individuels contre le bruit (PICB). Cela me rend claustrophobe, j'ai trop chaud et cela gêne le port des autres équipements de protection...	Il existe de nombreux types de PICB : essayez de trouver le plus adapté et le plus confortable.
Les équipements de protection me gênent dans l'utilisation de ma machine.	Cet équipement est destiné à votre propre protection. Cependant, avez-vous des idées sur la façon de mieux utiliser vos machines ?
Je travaille ici depuis longtemps et je ne suis pas encore sourd.	La surdité est progressive et il est difficile de réaliser que l'on perd l'audition. Subissez-vous régulièrement des examens audiométriques ?
De toutes façons, si je deviens sourd, je porterai un appareil.	N'oubliez pas que la surdité est irréversible, et que les aides auditives ne font qu'accentuer l'audition qu'il vous reste.

Tableau 0.2 Exemples de réactions et réponses en cas de réticence à porter des protections contre le bruit.

COMMENT TROUVER DES INFORMATIONS DANS LE GUIDE ?

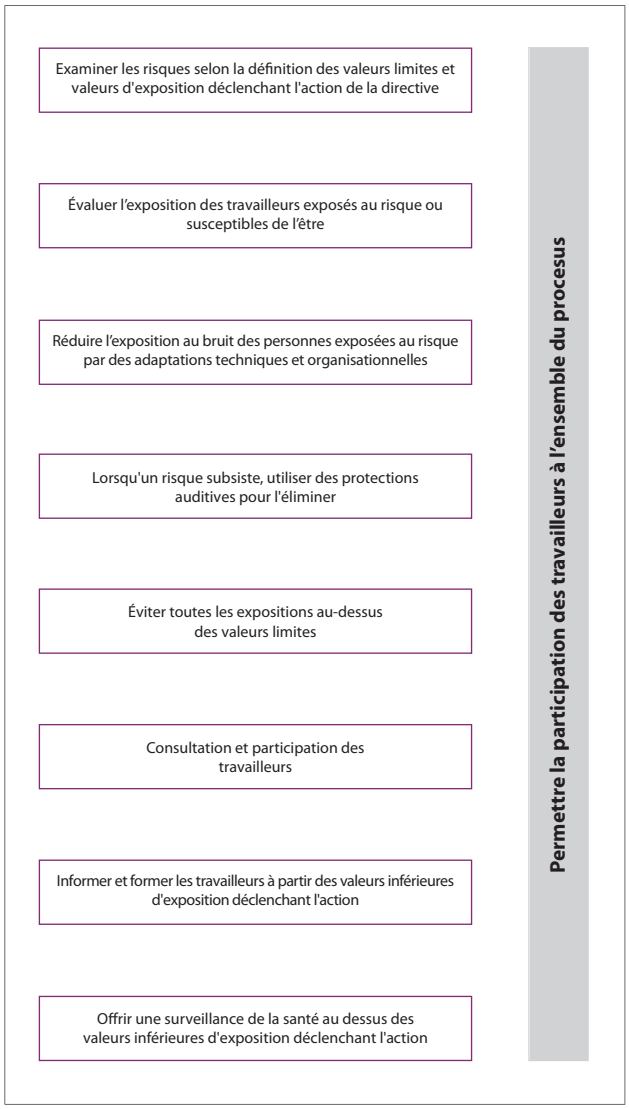
Première méthode : répondre à la question "Que faire pour réduire l'exposition au bruit ?"



Méthode 2: en fonction des exigences de la directive

Le tableau résume les actions requises par la directive 2003/10/CE.

Le tableau suivant résume les actions prescrites par la directive afin de réduire les risques liés au bruit. Il permet également de voir comment chaque action conduit à la suivante. Les informations données ensuite donnent les articles correspondants dans la directive, ainsi que les chapitres du guide qui donnent des renseignements complémentaires.

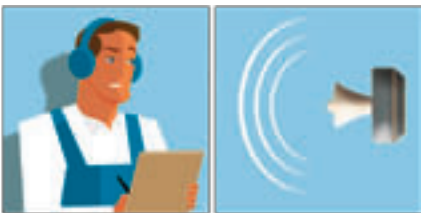


Méthode 3: en fonction des exigences de la directive

Articles de la directive 2003/10/CE et références correspondantes dans le guide
Vous trouverez au chapitre 9 un résumé des principales exigences de la directive et des réglementations connexes et au chapitre 1 des informations de base pour comprendre les termes et la technique utilisés en acoustique et contrôle du bruit.

Pour obtenir des conseils spécifiques au secteur de la musique et du divertissement, référez-vous au chapitre 8.

Article et orientations	Chapitre du guide	
Article 3 Valeurs limites d'exposition et valeurs d'exposition déclenchant l'action		**Article 9 Consultation et participation des travailleurs - Ch. 2.8**
• Directive – Valeurs limites d'exposition et valeurs d'exposition déclenchant l'action quotidiennes et de crête • Notions de base – termes utilisés pour décrire le risque de perte d'audition	Ch. 2.0 Ch. 1.6 & 7.5	
Article 4 Détermination et évaluation des risques		
• Directive – exigences en matière d'évaluation du bruit • Notions de base – paramètres utilisés pour décrire le son • Notions de base – termes utilisés pour évaluer le risque de perte d'audition • Procédure de détermination et d'évaluation du risque – Estimations de l'exposition sonore – Planification et réalisation de mesures de l'exposition au niveau sonore – Calcul de l'exposition au bruit	Ch. 2.0 & 2.1 Ch. 1.3 Ch. 1.6 Ch. 2 Ch. 2.3 Ch. 2.4 & 2.5 Ch. 2.7	
Article 5 Dispositions visant à éviter ou à réduire l'exposition		
• Directive – obligations des employeurs et travailleurs • Notions de base – production et propagation du son – Techniques de réduction du bruit – Éviter le bruit excessif – Réduire le bruit à la source – Réduire la transmission aérienne – Réduire la transmission solidienne – Spécifier une solution d'achat • Conception des lieux de travail • Sélection d'équipements silencieux	Ch. 4.1 Ch. 1.5 Ch. 4 Ch. 4.2 & 4.3 & 4.4 Ch. 4.5 Ch. 4.6 Ch. 4.7 Ch. 4.8 Ch. 3 Ch. 6	
Article 6 Protection individuelle		
• Directive sur l'utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI) • Caractéristiques et choix des équipements de protection individuelle (EPI) – Information pour les employeurs et travailleurs	Ch. 5.1 Ch. 5 Ch. 5.7	
Article 7 Limitation de l'exposition		
• Directive – obligations des employeurs	Introduction	
Article 8 Information et formation des travailleurs		
• Directive - Information, formation et consultation des travailleurs	Introduction	
Article 10 Surveillance de la santé		
• Directive - Surveillance de la santé • Troubles de l'audition – Troubles de l'audition dus au bruit – Troubles de l'audition dus aux agents chimiques – Symptômes des troubles de l'audition – Examen audiométrique	Ch. 7.1 Ch. 7 Ch. 7.3 Ch. 7.4 Ch. 7.5 & 7.6 Ch. 7.7	



CHAPITRE 1 :
Acoustique – notions de base

1. INTRODUCTION 22
2. SON ET BRUIT 22
   2.1. Son 22
   2.2. Bruit 23
   2.3. Propagation dans l'air, les fluides et d'autres milieux 23
3. PARAMÈTRES ÉLÉMENTAIRES UTILISÉS POUR DÉCRIRE LE SON 24
   3.1. Fréquence 24
   3.2. Infrasons et ultrasons 24
   3.3. Pression acoustique 25
   3.4. Niveau de pression acoustique et décibels 25
   3.5. Puissance acoustique et niveau de puissance acoustique 26
   3.6. Addition des niveaux de pression acoustique 26
4. ANALYSE DE FRÉQUENCE DU SON 27
   4.1. Tonalité et spectre acoustique 27
   4.2. Bandes d'octave et de tiers d'octave 29
5. PRODUCTION ET PROPAGATION DU SON 30
   5.1. Rayonnement, émission et immission (bruit ambiant) 30
   5.2. Directivité 30
   5.3. Propagation du son et influence de la pièce 31
6 TERMES ET EXPRESSIONS UTILISÉS POUR ÉVALUER LE RISQUE DE PERTE AUDITIVE 32
   6.1. Paramètres physiques utilisés comme représentatifs du risque 32
   6.2. Seuil d'audition 32
   6.3. Pondération de fréquence 32
   6.4. Exposition et niveau d'exposition 34
   6.5. Niveau de pression acoustique équivalent pondéré A 34
   6.6. Pression acoustique de crête 35
7. RECONNAISSANCE DES SIGNAUX D'AVERTISSEMENT ET INTELLIGIBILITÉ DE LA PAROLE 35

1. INTRODUCTION

L'acoustique est la science du son.

- Le son est l'un des éléments fondamentaux qui constituent l'environnement d'une personne
- Le bruit est un type de son spécifique, qui est généralement associé aux procédés industriels et il constitue l'un des principaux risques présents dans l'environnement professionnel.
- Les sons et les bruits sont ce que nous entendons ; nous sommes donc capables de les désigner intuitivement sans penser à leur nature physique.

Le chapitre qui suit explique quelques définitions et termes utilisés pour décrire les phénomènes acoustiques et donne quelques réponses aux questions suivantes :

- Qu'est-ce réellement que le son ?
- Quels sont les paramètres qui le décrivent ?
- Quelle est la différence entre son et bruit ?

2. SON ET BRUIT

2.1. Son

Le son est une vibration de molécules d'air qui se propage dans l'air sous forme d'une onde sonore (ou acoustique). L'espace dans lequel l'onde sonore se propage est appelé un champ acoustique

- Le son se produit lorsque les molécules d'air sont mises en vibration.
- La source de ces vibrations, c'est-à-dire la source du son, peut être un objet vibrant, une machine, un flux d'air ou un choc.

Le processus de création du son peut être illustré par l'exemple d'un gong (figure 1.1).

- Lorsque l'on frappe la surface d'un gong, elle commence à vibrer, en se déplaçant d'avant en arrière (les éléments ou capots de différentes machines utilisées par l'industrie peuvent vibrer de la même manière).

Figure 1.1 Le gong et la vibration de sa surface

- Lorsque la surface bouge vers l'avant, elle pousse les molécules d'air devant elle et donc augmente la densité de l'air (figure 1.2).
- Lorsqu'elle se déplace vers l'arrière, elle entraîne les molécules avec elle, ce qui provoque une diminution locale de la densité de l'air et le raréfie (figure 1.2)
- Les molécules d'air en mouvement commencent à vibrer d'avant en arrière de la même manière que la surface. Ces vibrations se propagent à des molécules d'air de plus en plus distantes, ce qui produit le son. Ce phénomène est identique à celui que l'on peut observer à la surface d'une mare lorsqu'on y lance un objet. L'objet met les molécules d'eau en mouvement, ce qui produit une vague, ou onde.
- Les vibrations de molécules d'air qui se propagent constituent une onde sonore.
- La vitesse à laquelle les vibrations des particules d'air se déplacent dans l'air est appelée « vitesse du son », et cette vitesse est égale à 340 m/s (mètres par seconde). Cela signifie qu'en 1 seconde, le son couvre une distance de 340 mètres à travers l'air.

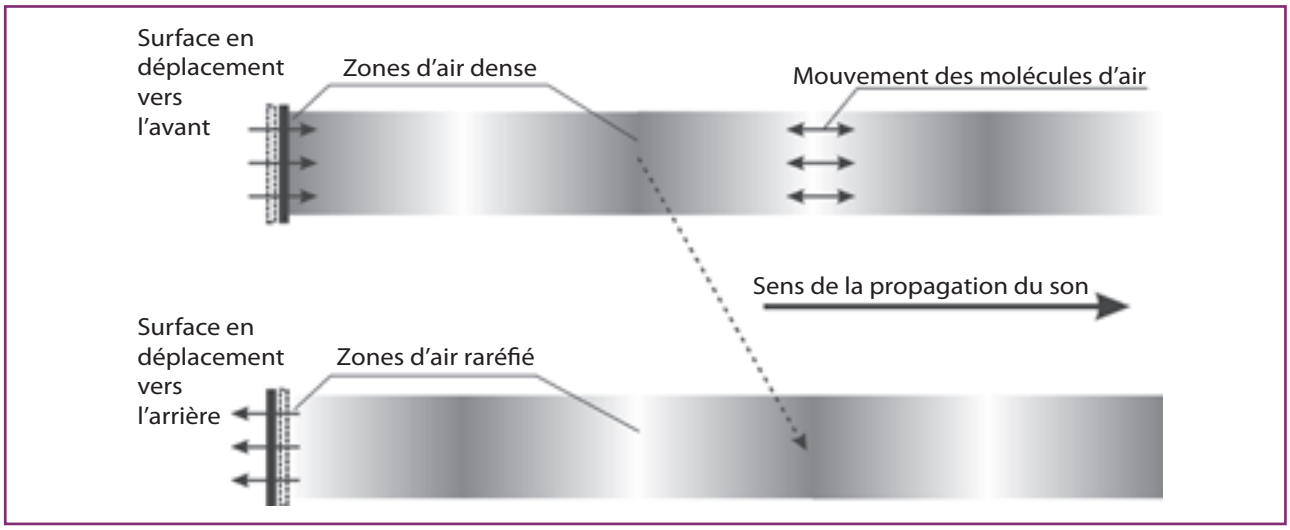


Figure 1.2 Production du son

Exemples :

Si l'on se tient à 340 mètres d'un équipement bruyant, on peut l'entendre une seconde après l'avoir mis en route.

Le phénomène le plus courant qui permette d'observer facilement la vitesse du son est la foudre. Etant donné que la lumière se déplace presque un million de fois plus rapidement que le son, nous voyons d'abord l'éclair et nous entendons le tonnerre quelques instants plus tard. Si nous entendons le tonnerre trois secondes après avoir vu l'éclair, il est facile de calculer que la foudre s'est produite à une distance de 1 kilomètre (3 x 340 m).

2.2. Bruit

Le bruit est un son indésirable.

- La plupart des gens associent le bruit à des sons forts qui peuvent endommager leur ouïe. Si nous envisageons ses conséquences éventuelles sur la santé, nous pouvons donc définir le bruit comme un son puissant capable d'endommager l'audition.
- Les sons forts ne sont cependant pas toujours perçus comme un bruit, bien qu'ils puissent affecter la santé d'une personne ; c'est le cas par exemple de la musique forte pendant un concert. Par ailleurs, dans certaines situations, des sons qui ne sont pas très forts, qui n'entraînent pas de perte d'audition, peuvent être perçus comme des bruits. Ces sons peuvent nuire à la concentration lors d'un travail nécessitant un effort intellectuel, tel que la lecture et l'écriture ou la communication verbale.
- Le bruit est un concept essentiellement subjectif qui peut être défini comme tout son indésirable à un moment précis.
- Chaque type de bruit est un son alors que tous les sons ne sont pas des bruits. Cependant, dans la suite de ce chapitre, les deux termes seront utilisés indifféremment.

Figure 1.3 Le bruit est un concept subjectif. Les sons qui sont de la musique pour certains peuvent être du bruit pour d'autres, même lorsqu'ils ne sont pas trop forts.

Le bruit impulsionnel ou bruit de chocs est un bruit fort surgissant soudainement.

- Les bruits impulsionnels ou bruits de chocs ne durent pas plus d'une seconde et sont suivis d'un moment de calme.
- Les bruits impulsionnels sont provoqués par différents types de chocs ou d'explosions.
- Le bruit de chocs est un bruit impulsionnel produit par un choc entre objets.

Exemples :

Un ballon qui éclate, un coup de marteau, le bruit produit par une presse à poinçonner et des coups de fusil.

Figure 1.4 Bruits impulsionnels

2.3. Propagation dans l'air, les fluides et d'autres milieux

Les sons, qui sont des ondes acoustiques, ne se propagent pas seulement dans l'air mais également dans d'autres milieux élastiques, tels que l'eau, le béton ou l'acier.

- Le son qui se propage dans l'air est appelé son aérien.
- Le son transmis à travers des solides est appelé son solidien.
- Le son qui se propage dans un liquide est appelé son liquidien.

De plus, les sources sonores peuvent être de natures diverses (air, fluide ou solide) et en fonction de cette nature, les mesures de réduction du bruit seront différentes.

- Les sources aériennes peuvent être des échappements de gaz, explosions…
- Les sources fluides sont produites par des écoulements de fluides à l'intérieur de tuyaux, ou des chutes d'eau…
- Les sources solidiennes consistent principalement en contacts mécaniques : engrenages, bielles, marteaux...

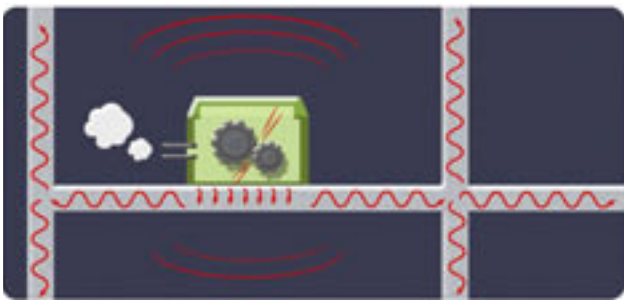


Figure 1.5 Différents types de bruits

La vitesse des sons traversant des milieux solides est supérieure à la vitesse du son traversant l'air.

Exemple :

La vitesse du son à travers le béton est de 3 800 m/s ; à travers l'acier elle est de 5 100 m/s.

3. PARAMÈTRES ÉLÉMENTAIRES UTILISÉS POUR DÉCRIRE LE SON

3.1. Fréquence

La fréquence est le nombre de cycles par seconde d'un mouvement périodique.

- Les vibrations des objets et de l'air en mouvement peuvent se produire à des nombres de cycles par seconde différents.
- La fréquence exprime le nombre de cycles de vibration effectués en une seconde. La fréquence est indiquée par le symbole **« *f* »** et se mesure en hertz (Hz).
- La fréquence est indiquée par le symbole « ***f*** » et se mesure en hertz (Hz).
- Une unité de fréquence mille fois plus grande que le Hz est représentée par le symbole kHz (kilohertz), 1000 Hz = 1 kHz.

Exemple :

Une fréquence d'un hertz (f = 1 Hz) signifie que la vibration d'un objet accomplit un mouvement alternatif dans la période d'une seconde ; une fréquence de 100 Hz signifie qu'en une seconde la vibration d'une molécule accomplit cent mouvements d'avant en arrière.

Les sons qui peuvent être entendus par l'oreille humaine sont appelés sons audibles.

- Les sons audibles sont dans la plage de fréquences de 20 Hz à 20 kHz.
- Les fréquences de sons audibles peuvent être divisées en :
  - sons basse fréquence, qui sont perçus comme une basse (figure 1.6),
  - sons haute fréquence, qui sont perçus comme la voix d'une soprano (figure 1.7).

Exemple :

Une voix de basse, le son émis par un moteur diesel ou un transformateur sont des sons basse fréquence. Les voix de sopranos, le bruit d'un moustique ou le sifflement d'une bouilloire sont tous des sons haute fréquence.

Figure 1.6 Sons en basses fréquences.

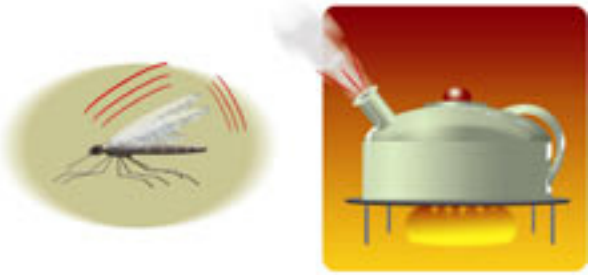


Figure 1.7 Sons en hautes fréquences.

3.2. 3.2. Infrasons et ultrasons

Un son situé dans la plage de fréquences inférieures à 20 Hz est appelé un infrason. Un son situé dans le spectre de fréquences supérieures à 20 000 Hz est appelé un ultrason (figure 1.8).

- Les infrasons et ultrasons sont inaudibles.
- Bien qu'ils ne soient pas audibles par l'oreille humaine, les sons situés dans ces fréquences peuvent nuire à l'organisme humain et provoquer par exemple des maux de tête, de la fatigue, etc.

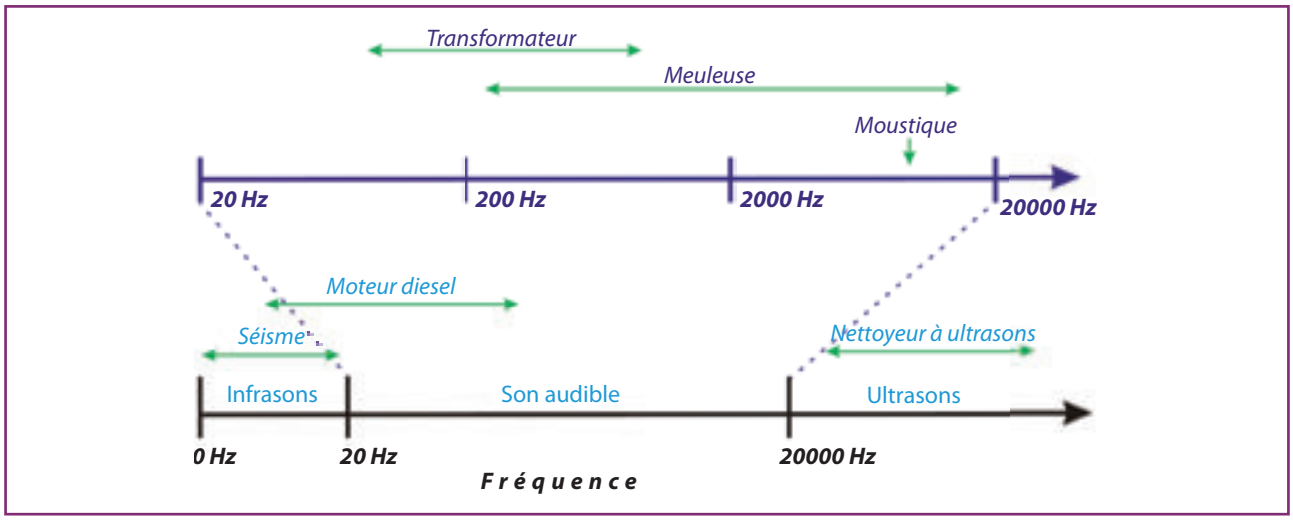


Figure 1.8 Plages de sons dans le spectre de fréquences

3.3. Pression acoustique

La pression acoustique « p » est une variation de la pression par rapport à la pression atmosphérique, qui se propage dans l'air comme une onde.

- Il existe une certaine pression dans l'air ambiant, appelée pression atmosphérique. Sa valeur est donnée quotidiennement dans les prévisions météorologiques.
- Lorsque le son se déplace dans l'air (figure 1.9), il crée des zones de haute et basse densité de l'air. Ceci signifie que dans les endroits où la densité de l'air est élevée, la pression est légèrement supérieure à la pression atmosphérique, alors que dans les endroits où la densité est faible (où l'air est localement raréfié), la pression est légèrement inférieure à la pression atmosphérique. Certains changements de pression mineurs se produisent donc dans l'air traversé par les sons.
- Ces changements mineurs de la pression de l'air provoqués par la propagation du son sont dénommés pression acoustique, représentée par le symbole « ***p*** ».
- L'unité de mesure de la pression acoustique est le Pascal [Pa].
- L'oreille humaine réagit à la pression acoustique, ce qui nous permet d'entendre les sons.
- Les vibrations importantes de la source d'un son engendrent une pression acoustique plus élevée. Les sons ayant une pression acoustique supérieure sont plus forts.

Exemples :

Pression acoustique de certains sons : un murmure – 0,0003 Pa, un réfrigérateur – 0,005 Pa, une conversation – 0,01 Pa, un aspirateur – 0,05 Pa, une scie circulaire – 5 Pa, un marteau pneumatique – 10 Pa, un avion au décollage (à proximité) – 30 Pa. Pression atmosphérique – 101 300 Pa.

3.4. Niveau de pression acoustique et décibels

Le niveau de pression acoustique (SPL) est la mesure logarithmique de la pression acoustique d'un son particulier relatif à une pression acoustique de référence. Il est représenté par « L_p » et exprimé en décibels [dB]. La pression de référence est égale à 20 µPa (micropascals).

- Pour une fréquence de 1 000 Hz, le plus faible son audible par une personne ayant une bonne audition

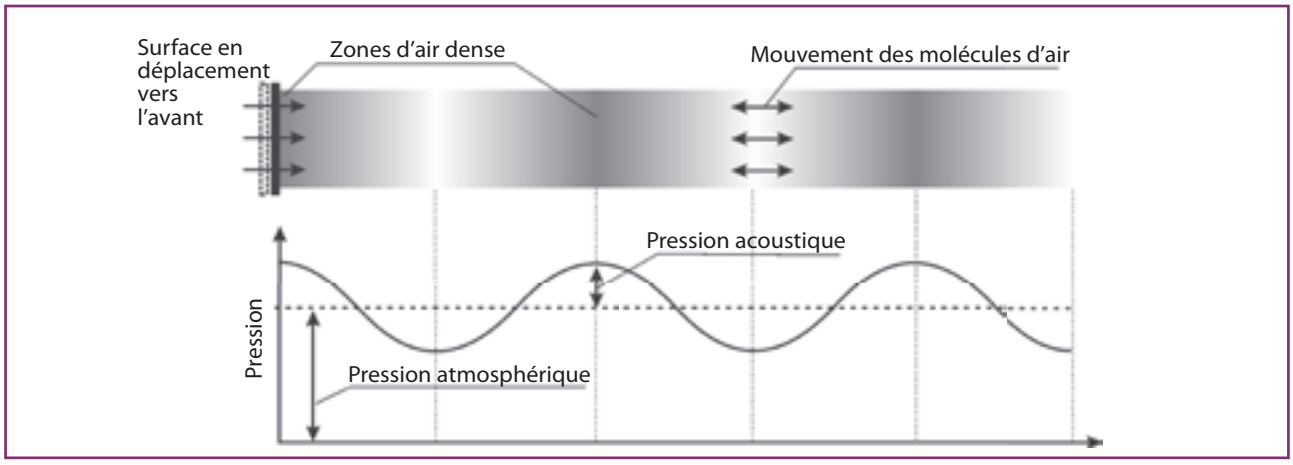


Figure 1.9 Pression acoustique

a une pression acoustique de 20 μPa, c'est-à-dire 0,00002 Pa. Par contre, le son le plus fort qu'un être humain peut entendre a une pression de 20 Pa environ (un son d'une pression acoustique aussi élevée est perçu comme une douleur dans l'oreille).

- La différence de pression acoustique entre les sons les plus forts audibles par les hommes est un million de fois plus élevée que les plus faibles (figure 1.10). Le bruit produit par certaines machines a une pression acoustique nettement supérieure à la valeur à laquelle peuvent se produire des troubles auditifs chez les personnes, par exemple le tir d'un gros canon – 1000 Pa.
- Une mesure adaptée de la pression acoustique a été mise en place pour cette gamme étendue de pressions acoustiques. C'est une mesure logarithmique exprimée en décibels [dB], appelée niveau de pression acoustique (SPL, de l'anglais « Sound Pressure Level »), qui indique dans quelle mesure la pression acoustique est supérieure à la valeur de référence est 20 μPa.
- Pour une pression acoustique de 20 μPa, le niveau de pression acoustique est égal à 0 dB.
- Le niveau de pression acoustique est lié à l'énergie acoustique. Chaque fois que l'énergie acoustique double, ou que la durée de l'exposition double, le niveau de pression acoustique augmente de 3 dB et vice versa.

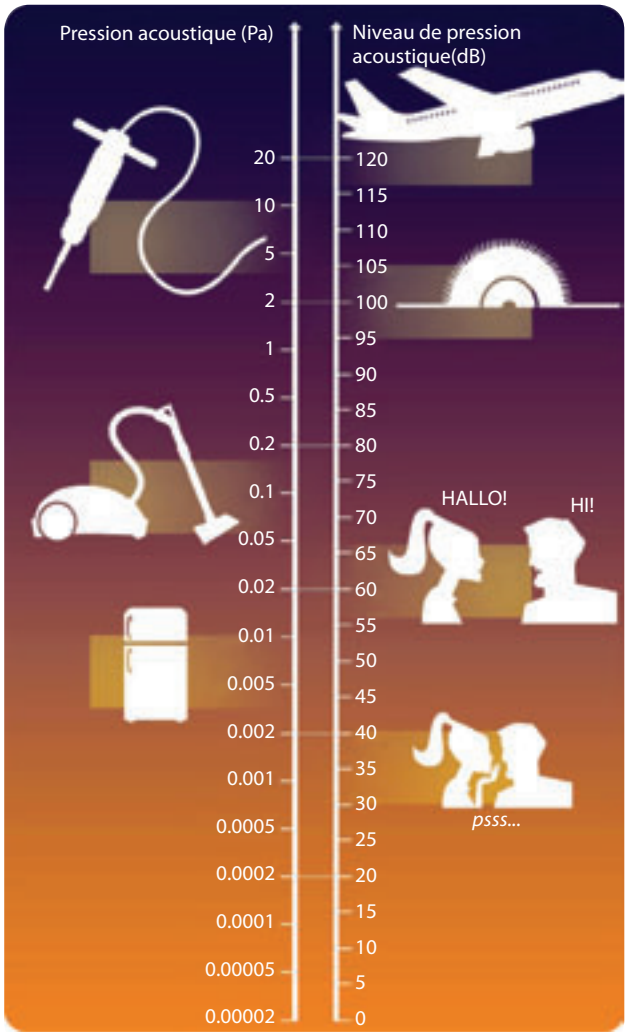


Figure 1.10 Comparaison entre pression acoustique et niveaux de pression acoustique de différents sons.

- Lorsque le niveau de pression acoustique augmente/diminue de 10 dB, il est normalement perçu comme étant deux fois plus/moins fort, mais +/- 10 dB signifie que le danger pour l'oreille augmente/diminue 10 fois !
- Une personne ayant une bonne ouïe peut reconnaître une modification de 1 dB à 3 dB environ du niveau de pression acoustique (selon la fréquence du son et de son niveau de pression acoustique).

3.5. Puissance acoustique et niveau de puissance acoustique

La puissance acoustique (P) est la quantité d'énergie émise par une source sonore dans une unité de temps donnée (c'est-à-dire pendant une seconde). La puissance acoustique est exprimée en watts (W).

- La puissance acoustique est l'un des paramètres fondamentaux utilisés pour décrire une source sonore étant donné qu'elle ne varie pas en fonction de l'environnement de la source sonore.
- Normalement, sur la base de la puissance sonore, il est possible d'établir un niveau de pression acoustique dans un lieu sélectionné près de la source sonore.

Exemples :

Sources sonores et leur puissance sonore : le murmure d'un homme - 0,0000001 W, un groupe de musiciens – 5 W, un avion à réaction – 100 000 W

Du fait de la grande variété de valeurs de puissance acoustique émises par les sources sonores, on utilise généralement (L_w), niveau de puissance acoustique en décibels (de même que pour le niveau de pression acoustique).

- La valeur de référence du niveau de puissance acoustique est
  P0 = 10-12 W = 0,000000000001 W.

Dans certains cas, selon les dispositions de la directive 98/37/CE, les fabricants de machines sont obligés de déterminer la puissance acoustique de celles-ci et d'inclure cette information dans les instructions et modes d'emploi.*

*Directive 98/37/CE du Parlement européen et du Conseil, du 22 juin 1998, concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux machines, JO L 207 du 23.07.1998, p. 1.

3.6. Addition des niveaux de pression acoustique

Le décibel est une mesure logarithmique ; le niveau de pression acoustique qui résulte du bruit produit par plusieurs sources sonores différentes ne peut donc pas être calculé en additionnant les niveaux de pression acoustique produits séparément par chaque source (figure 1.11a).

Exemples :

Une machine produit du bruit à un niveau de pression acoustique de 80 dB. Si l'on place une machine similaire à côté de la première, quel sera le niveau de pression acoustique du bruit produit simultanément par les deux machines ?

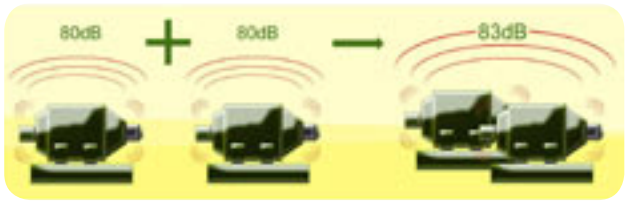


Figure 1.11.a Addition des niveaux de pression acoustique

Quel sera le niveau de pression acoustique du bruit produit par 10 de ces machines fonctionnant simultanément ? (Figure 1.11.b).

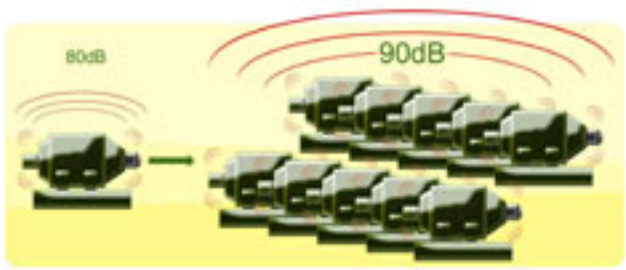


Figure 1.11.b Addition des niveaux de pression acoustique

A côté de la machine qui produit du bruit au niveau de pression acoustique de 80 dB, nous plaçons une machine qui produit du bruit au niveau de pression acoustique de 60 dB. Quel est le niveau de pression acoustique du bruit ainsi produit ? (Figure 1.11.c).

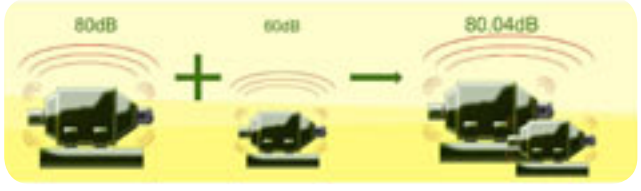


Figure 1.11.c Addition des niveaux de pression acoustique

C'est la machine la plus bruyante qui détermine le niveau de pression acoustique du bruit produit par les deux machines.

Si la différence entre le niveau de pression acoustique des machines est supérieure à 10 dB, on estime que le niveau de pression acoustique qui en résulte est égal au niveau de pression acoustique de la machine la plus bruyante.

Pour calculer le niveau de pression acoustique combiné de deux sources, il est possible d'utiliser une méthode simplifiée basée sur le tableau ci-dessous :

- Etape 1 – Calculez la différence entre les deux niveaux
- Etape 2 – Ajoutez la valeur assignée au plus élevé des deux niveaux en décibels.

Différence numérique entre deux niveaux [dB(A)]	Valeur à ajouter au plus élevé des deux niveaux sonores [dB ou dB(A)]
0	3.0
1	2.5
2	2.1
3	1.8
4	1.5
5	1.2
6	1.0
7	0.8
8	0.6
9	0.5
10	0.4

Tableau 1.1. Données nécessaires au calcul d'un niveau de pression acoustique combiné.

- Lorsque la différence de niveau est égale ou supérieure à 10 dB, on peut ignorer l'addition par combinaison et le plus élevé des deux niveaux est considéré comme le niveau combiné.

4. ANALYSE DE FRÉQUENCE DU SON

4.1. Tonalité et spectre acoustique

Le son créé par une vibration sinusoïdale est appelé son pur. Le spectre acoustique est la répartition de pressions ou intensités sonores en fonction de la fréquence.

- Le son pur peut être présenté par un graphique où l'axe horizontal représente sa fréquence et l'axe vertical son niveau de pression acoustique (figure 1.12). Ce graphique est appelé spectre acoustique.
- Les sons purs sont rarissimes dans des conditions réelles. Normalement, les sons qui nous entourent sont composés de différents sons mêlés.

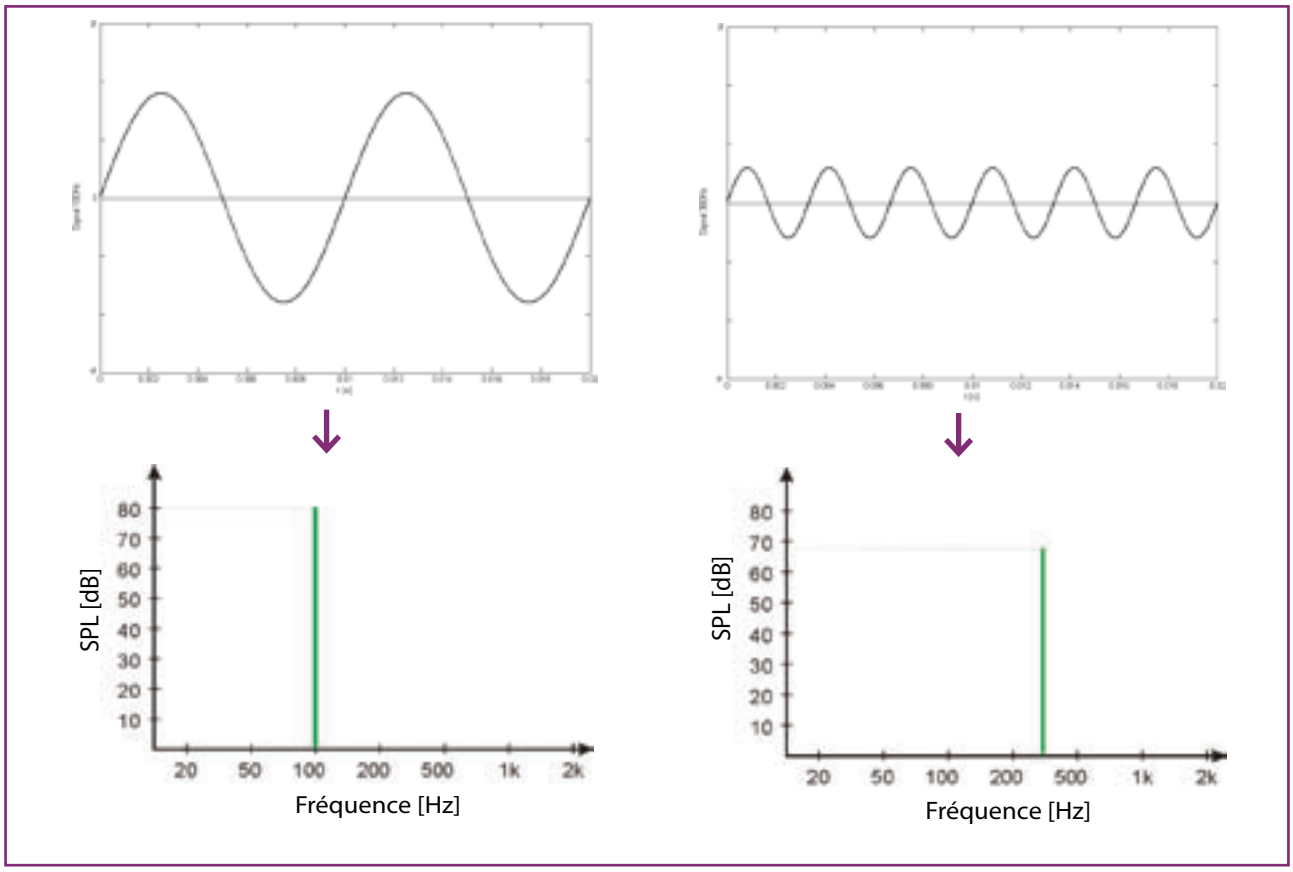
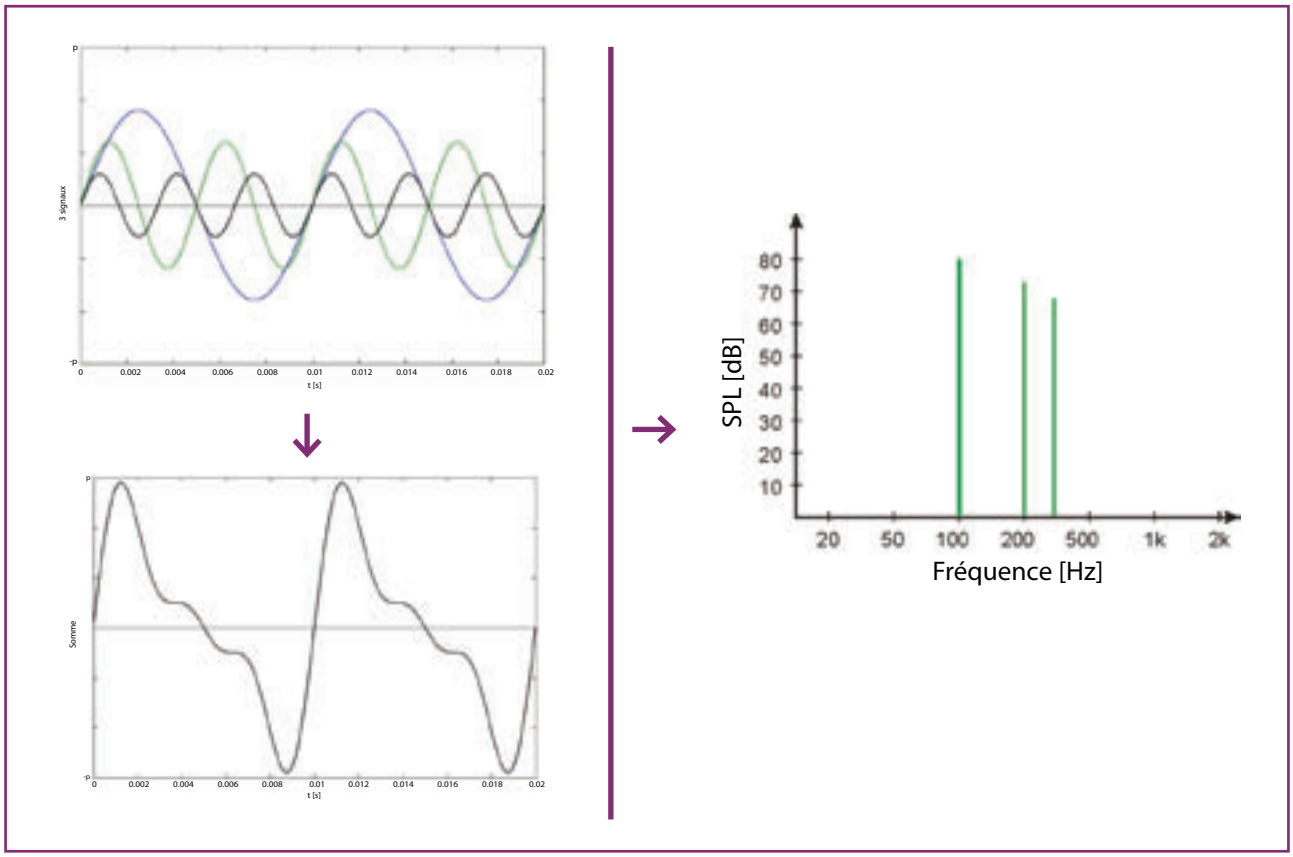
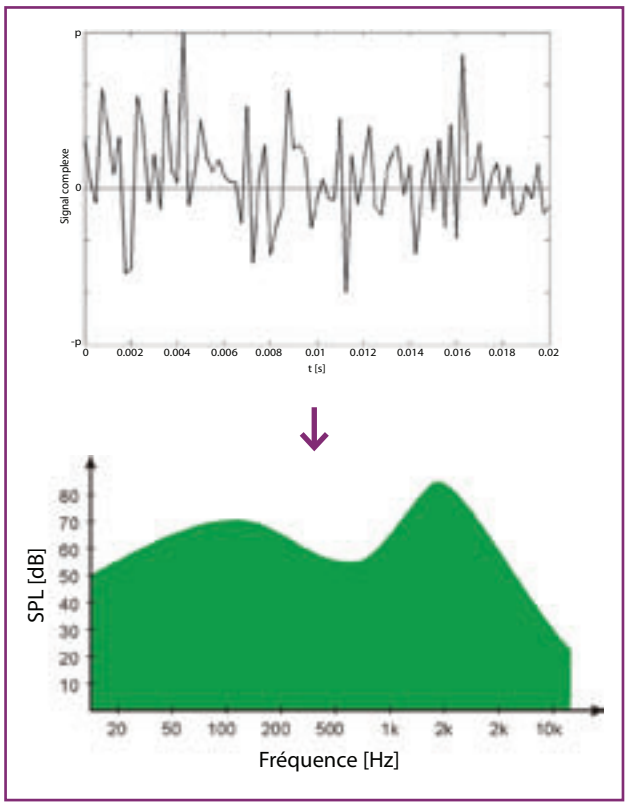


Figure 1.12 Signaux du son et leurs spectres

Exemples:



Signal temporel du son consistant en trois tonalités (100 Hz, 200 Hz et 300 Hz) et son spectre.



Signal temporel du bruit et son spectre de fréquence :

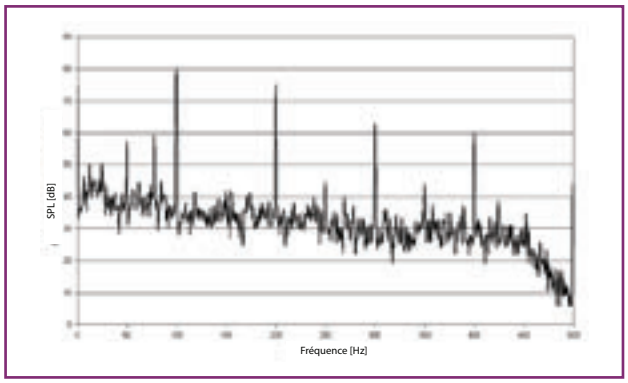


Figure 1.13 Spectre du bruit d'un transformateur électrique de très grande taille

Les propriétés physiques acoustiques des matériaux et structures (isolation, absorption, amortissement, etc., voir le chapitre 4 « Comment réduire l'exposition au bruit ? ») dépendent de la fréquence du bruit. La première étape pour réduire le bruit est donc de mesurer et évaluer son spectre.

- La connaissance du spectre permet de choisir les solutions qui seront les plus efficaces pour un bruit donné.
- Il est ainsi possible d'analyser le spectre du bruit à différents niveaux de précision.
- Généralement, il n'est pas nécessaire de mesurer séparément le niveau de pression sonore pour chaque fréquence. Il suffit de mesurer les niveaux de pression sonore pour certaines bandes de fréquences.

4.2. Bandes d'octave et de tiers d'octave

Une bande d'octave est une bande dont la fréquence supérieure est égale à deux fois la fréquence intérieure. Chaque bande d'octave est divisée en trois bandes de tiers d'octave.

- Selon les normes internationales reconnues, la plage de fréquences des sons audibles peut être divisée en dix bandes d'octaves.
- Les bandes d'octave et de tiers d'octave sont le plus souvent représentées par leurs fréquences centrales (Cf. EN ISO 266:2003 – Acoustique – Fréquences normales). Les fréquences centrales de bandes d'octave suivantes sont privilégiées. *31,5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz et 16 kHz.*

Exemple :

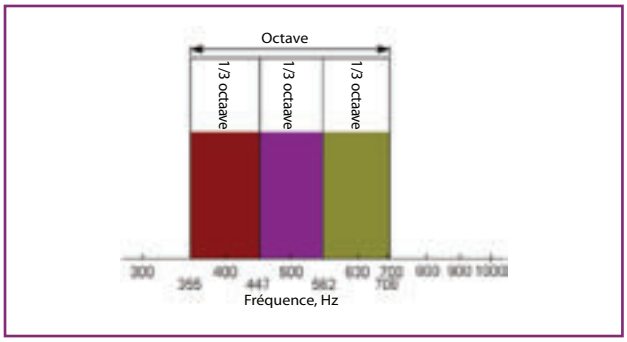


Figure 1.14 Un octave de fréquence centrale 500Hz et trois bandes de tiers d'octave de fréquences centrales 400Hz, 500Hz et 630Hz.

- Le spectre acoustique obtenu à l'aide des bandes d'octave est appelé spectre d'octave et le spectre obtenu à l'aide des bandes de tiers d'octave est appelé spectre de bande de tiers d'octave.
- Il est également possible d'effectuer une analyse des spectres acoustiques à l'aide de bandes de fréquence inférieures à un tiers d'octave.

Exemple :

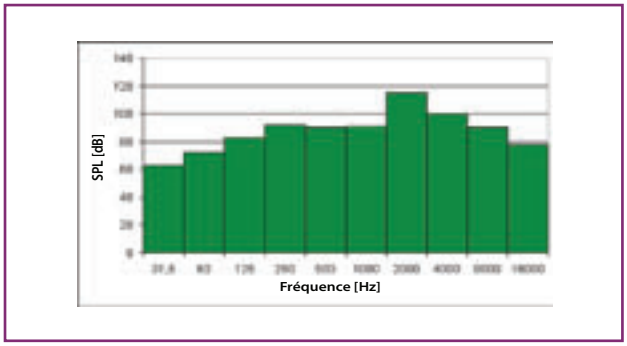


Figure 1.15 Spectre d'octave

5. PRODUCTION ET PROPAGATION DU SON

5.1. Rayonnement, émission et immission (bruit ambiant)

Lorsqu'un équipement bruyant produit un son, nous disons qu'il rayonne une énergie sonore. Le son rayonné de cette manière est appelé bruit ambiant (parfois sous le néologisme anglais « immission »).

- Le rayonnement est une conversion de l'énergie dynamique d'une source vibratoire en énergie acoustique.
- L'émission est la quantité de son rayonnée par une source et seulement par elle.
- L'émission sonore peut être quantifiée par un niveau de puissance acoustique ou de pression acoustique.

Figure 1.16 Rayonnement et émission.

Le niveau de puissance acoustique est l'une des deux quantités complémentaires utilisées pour décrire l'émission sonore des machines. L'autre quantité est le niveau de pression sonore de l'émission dans une position spécifique. Plusieurs méthodes permettant de déterminer les niveaux de pression acoustique d'émission au niveau des postes de travail et en d'autres lieux spécifiques sont données dans la série de normes internationales ISO 11200 à ISO 11204. Ces normes définissent l'émission comme un son aérien rayonné par une source sonore bien définie (par exemple la machine soumise au test) dans des conditions de fonctionnement et de montage spécifiées.

Le bruit ambiant est la quantité de son reçue en un endroit précis (poste de travail, microphone ou oreille humaine, par exemple, figure 1.17) prenant en compte l'ensemble des sources sonores et réflexions du local.

- Le bruit ambiant est en principe quantifié par un niveau de pression acoustique.

Exemples :

Figure 1.17 Bruit ambiant.

5.2. Directivité

La directivité est la capacité à rayonner le son dans des directions définies.

- La quantité d'énergie acoustique rayonnée par une source sonore peut être différente dans chaque direction.
- Lorsqu'une machine bruyante émet plus d'énergie acoustique dans une direction donnée, cela signifie que le niveau de pression acoustique sera supérieur à celui de l'autre direction.

Exemple :

Lorsque vous tournez autour d'une radio, vous pouvez remarquer que lorsque vous êtes en face la musique est plus forte que lorsque vous êtes sur le côté, et beaucoup plus forte que lorsque vous vous tenez à l'arrière de cette radio.

- En mesurant les niveaux de pression acoustique autour de la source sonore, il est possible d'établir le schéma de directivité de la source.
- Le schéma de directivité de la source sonore montre la direction vers laquelle la source rayonne le son de niveau de pression acoustique le plus élevé et dans quelle mesure il diffère des niveaux de pression acoustique des sons diffusés dans d'autres directions.
- Une source sonore qui rayonne l'énergie acoustique de manière égale dans toutes les directions est appelée omnidirectionnelle.
- La directivité d'une source sonore dépend de la fréquence des sons générés.
- Les sources sonores basse fréquence sont souvent omnidirectionnelles.

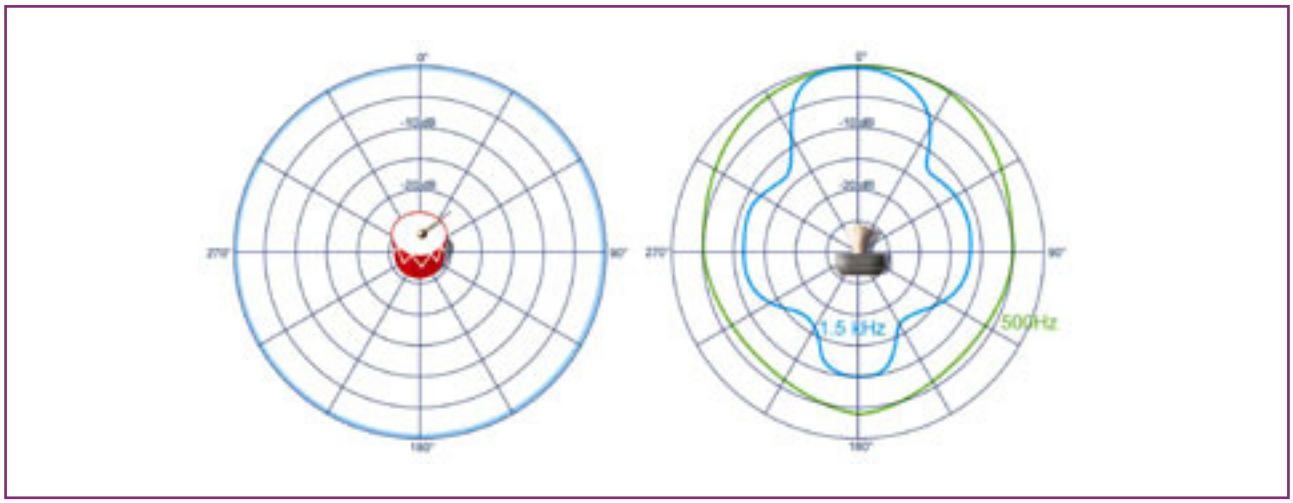


Figure 1.18 Diagrammes de directivité : omnidirectionnel (gros tambour) et directionnel (haut-parleur à pavillon)

5.3. Propagation du son et influence de la pièce

L'espace ouvert dans lequel l'onde sonore se propage sans obstacle est appelé un champ libre.

- Le. niveau de pression acoustique dans un champ libre diminue de 6 dB par doublement de distance par rapport à la source sonore.

Exemple :

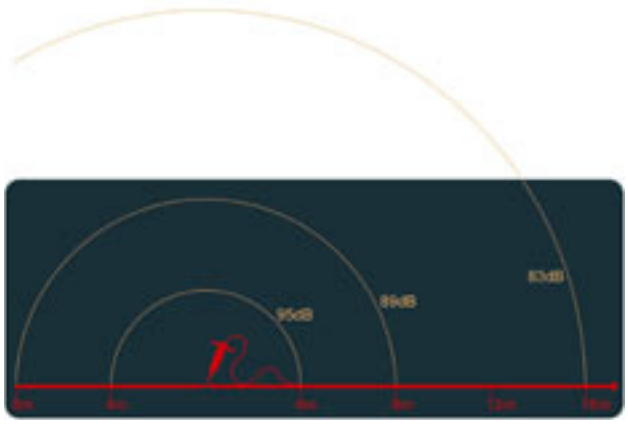


Figure 1.19 Propagation du son dans un champ libre à partir d'une source unique.

Lorsque les ondes sonores rencontrent un obstacle, une partie de l'énergie sonore est réfléchie, une partie absorbée et une troisième partie transmise à travers l'obstacle.

- La réflexion est un phénomène de rebond de l'onde sonore sur une surface. L'absorption est une conversion de l'énergie sonore en chaleur.
- La transmission est le passage de l'énergie sonore à travers un obstacle.
- La proportion de son réfléchie, absorbée ou transmise dépend des caractéristiques physiques de l'obstacle, de ses dimensions et de la fréquence du son.

Exemple :

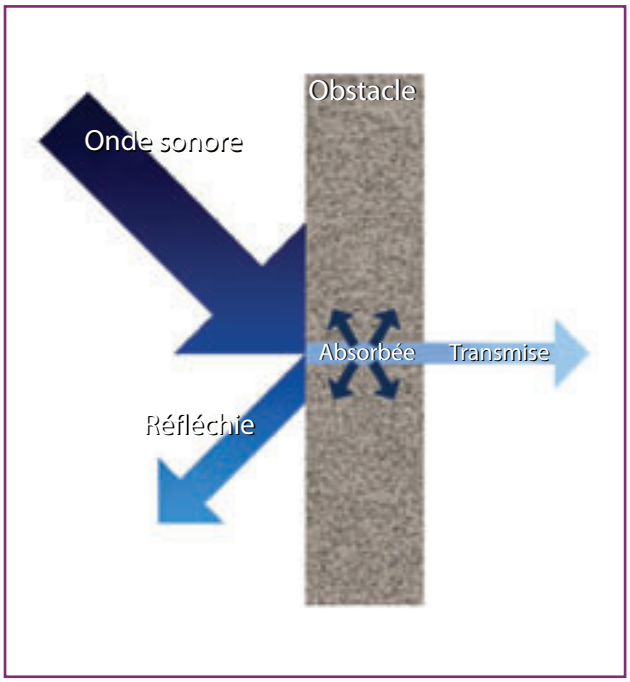


Figure 1.20 Réflexion, absorption et transmission.

6. TERMES ET EXPRESSIONS UTILISES POUR EVALUER LE RISQUE DE PERTE AUDITIVE

6.1. Paramètres physiques utilisés comme représentatifs du risque

Dans l'optique de la directive, trois paramètres physiques sont définis et utilisés comme représentatifs du risque : la pression acoustique de crête, le niveau d'exposition quotidienne au bruit et le niveau d'exposition au bruit hebdomadaire.

- La pression acoustique de crête est exprimée en dB(C), et les niveaux d'exposition au bruit quotidienne et hebdomadaire sont exprimés en dB(A).
- On peut dire que :
  - le niveau d'exposition au bruit permet d'évaluer les effets d'une exposition prolongée au bruit,
  - la pression acoustique de crête permet d'évaluer les effets d'une exposition à des sons courts et très forts (bruit impulsionnel).

6.2. Seuil d'audition

Le niveau de pression acoustique minimum d'une fréquence que nous pouvons entendre est appelé seuil d'audition. Il est défini comme le niveau sonore auquel, dans des conditions précises, une personne donne 50% de réponses correctes lors de tests de détection répétés (cf. ISO 226:2003).

- La sensibilité au son dépend de deux facteurs :
  - le niveau de pression acoustique,
  - la fréquence du son.
- L'oreille humaine est très sensible aux sons dont les fréquences se situent autour de 4 kHz.
- Pour les jeunes ayant une bonne ouïe, le seuil d'audition dans cette plage de fréquences se situe aux environs de -3 dB SPL. Les sons ayant les fréquences les plus élevées et les plus basses sont difficiles à entendre.

Certains sons ayant des fréquences et niveaux variables peuvent être perçus par les êtres humains comme étant aussi forts les uns que les autres. Une courbe fréquence/niveau de pression acoustique reliant des points qui représentent des sons jugés de même puissance est appelée courbe isosonique.

- Les différences de réception des sons sont telles qu'un son dont la fréquence est 1 kHz et le niveau de pression acoustique est 30 dB semble aussi fort qu'un son ayant une fréquence de 100 Hz et le niveau de pression acoustique est 45 dB ou un son dont la fréquence est 8 kHz et le niveau de pression acoustique est 40 dB.
- Pour les niveaux de pression acoustique très élevés (environ 130 dB), les différences de perception de l'intensité sonore à différentes fréquences sont moins importantes. Les niveaux de pression acoustique de sons présentant des fréquences différentes, qui font mal aux oreilles, diffèrent les uns des autres dans une moindre mesure que les niveaux de pression acoustique des sons qui sont difficilement audibles.

Exemple :

Fréquences et niveaux de sons qui sont perçus comme aussi forts : 20 Hz – 75 dB; 60 Hz – 35 dB; 100 Hz – 25 dB; 300 Hz – 10 dB; 600 Hz – 5 dB; 1 kHz – 0 dB; 6 kHz – 5 dB; 10 kHz – 15 dB.

6.3. Pondération des fréquences

Du fait des différences de réception des sons en fonction de leur fréquence et leur niveau, on utilise des niveaux de pression acoustique pondérés pour évaluer le risque de perte auditive.

- La pression acoustique pondérée A exprimée en dB(A) correspond à la réception subjective des sons à un bas niveau de pression acoustique.
- La pression acoustique pondérée C exprimée en dB(A) correspond mieux à la réception subjective des sons à un haut niveau de pression acoustique.
- En d'autres termes, la pondération est l'ajustement ou la correction des niveaux de pression acoustique pour chaque bande de fréquence.

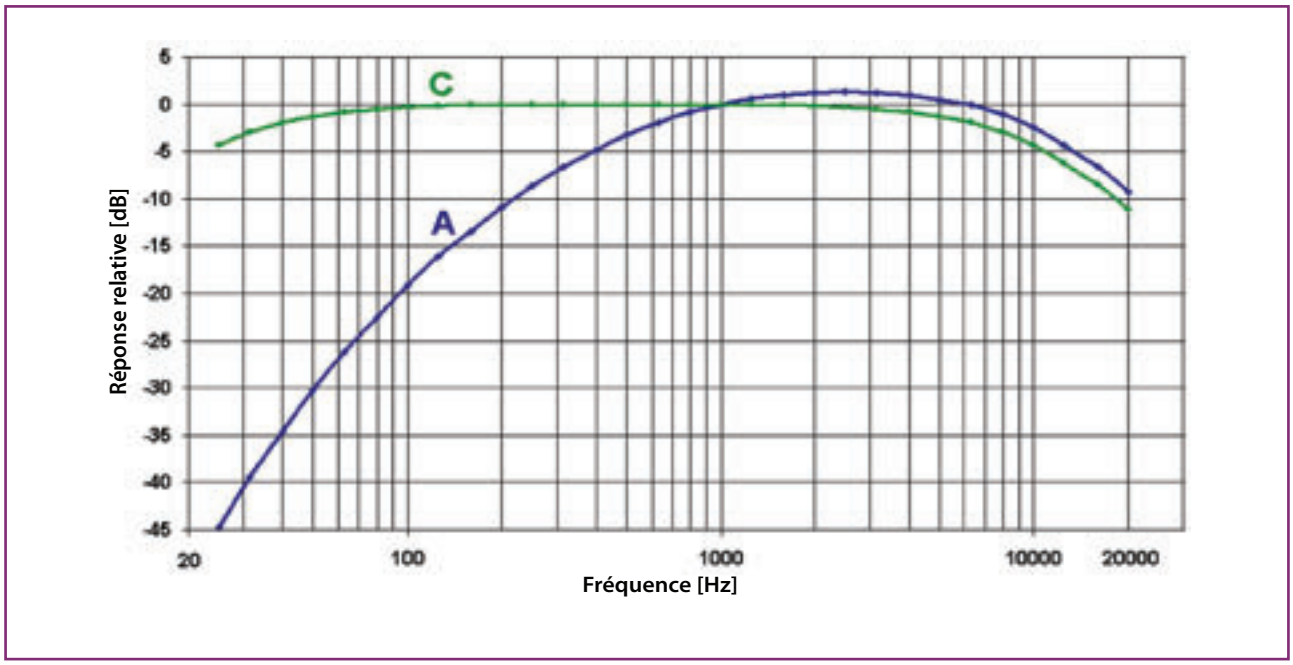


Figure 1.21 Courbes de pondération

- Les ajustements aux fréquences centrales de bande d'octave sont présentés dans le tableau 1.2.

Fréquences centrales de bande d'octave, Hz	Ajustement de pondération A, dB	Ajustement de pondération C, dB
31,5	-39	-3
63	-26	-1
125	-16	0
250	-9	0
500	-3	0
1000	0	0
2000	+1	0
4000	+1	-1
8000	-1	-3
16000	-7	-8

Tableau 1,2 Ajustements aux fréquences centrales de bande d'octave pour les courbes de pondération A et C.

- La courbe de pondération A applique une correction importante des niveaux de pression acoustique pour les sons basse fréquence. Les niveaux de pression acoustique exprimés en dB (pas de correction de fréquence) et dB(A) pour les sons ayant de fortes composantes basse fréquence diffèrent donc énormément.

Exemple :

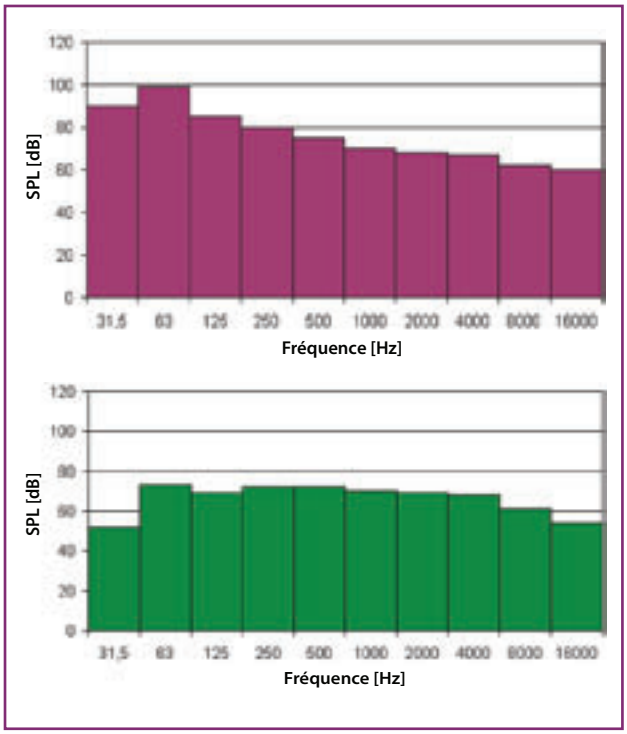


Figure 1.22 Spectres du même son exprimé en dB et dB(A)

6.4. Exposition et niveau d'exposition

Pour évaluer les effets néfastes du bruit sur une personne, on utilise une mesure appelée exposition acoustique pondérée A ($E_{A, 8h}$) (norme ISO 1999:1990).

- Les effets néfastes du bruit sur l'ouïe dépendent de la quantité d'énergie sonore absorbée par les oreilles et ils dépendent donc ainsi de paramètres tels que le niveau de pression acoustique du bruit et de la durée d'exposition.
- Dans ses activités professionnelles, un travailleur peut subir le bruit à différents niveaux de pression acoustique et pendant des durées variables. L'évaluation des effets néfastes du bruit sont donc évalués par rapport à une journée de travail normale de huit heures ou une semaine normale de cinq jours de huit heures de travail comme le spécifie la norme ISO 1999:1990.
- L'exposition est une mesure correspondant à la quantité d'énergie sonore absorbée et elle est donc parfois appelée « dose de bruit ».

Exemples :

Un charpentier a pour tâche de réparer divers éléments en bois avec son matériel. Normalement, ce sont des tâches qui n'exposent pas l'ouvrier au bruit, par exemple : travail manuel du bois, collage d'éléments en bois et application de vernis. Cependant, de temps à autre, l'ouvrier doit travailler avec des machines telles qu'une scie circulaire, un rabot, etc., qui produisent du bruit à des niveaux de pression acoustique considérables, allant jusqu'à 115 dB(A). On évalue le risque lié à un niveau de bruit nuisible sur un tel poste de travail par référence à une journée de travail normale de huit heures.

Les effets du bruit sur une personne peuvent être comparés à une exposition au soleil. Une exposition raisonnable au soleil n'entraîne pas d'effets indésirables ; par contre, un excès d'exposition aux rayons intensifs entraîne rapidement des coups de soleil. Il en va de même lorsque l'on s'expose à des rayons plus faibles pendant une période prolongée du fait de la quantité d'énergie solaire absorbée par la peau pendant cette période. Il en va également de même pour l'exposition au bruit. La moindre exposition à un bruit fort entraîne des troubles auditifs. L'exposition à un bruit ayant un faible niveau de pression acoustique pendant une longue durée a également le même effet.

Bien souvent, au lieu de l'exposition au bruit ($E_{A, 8h}$), on utilise le niveau d'exposition exprimé en décibels ($L_{EX, 8h}$). La directive 2003/10/CE définit [17] les niveaux d'exposition au bruit ci-après :

- Niveau d'exposition quotidienne au bruit ($L_{EX, 8h}$) (dB(A) re. 20 µPA) : moyenne pondérée dans le temps des niveaux d'exposition au bruit pour une journée de travail nominale de huit heures, définie par la norme internationale ISO 1999: 1990.
- Niveau d'exposition hebdomadaire au bruit ($\overline{L}_{EX, 8h}$): moyenne pondérée dans le temps des niveaux d'exposition quotidienne au bruit pour une semaine nominale de cinq journées de travail de huit heures, définie par la norme internationale ISO 1999:1990. Il est à noter $\overline{L}_{EX, 8h}$ que est le niveau d'exposition moyen calculé à partir de $L_{EX, 8h}$ pour chaque journée de travail de la semaine.

6.5. Niveau de pression acoustique équivalent pondéré A

Le niveau de pression acoustique équivalent pondéré A d'un bruit non stable est le niveau de pression acoustique pondéré A d'un bruit stable, qui engendrerait le même effet sur une personne que le bruit pour lequel nous calculons le niveau de pression acoustique équivalent continu pondéré A .

- Dans le cas d'un bruit stable (c'est-à-dire dont le niveau de pression acoustique ne varie pas de plus de 5 dB) affectant une personne au cours d'une journée de travail nominale de huit jours, le niveau d'exposition quotidienne au bruit est égal au niveau de pression acoustique exprimé en dB(A).
- Dans le cas d'un bruit non stable (c'est-à-dire qui varie de plus de 5 dB), on utilise un niveau de pression acoustique équivalent pondéré A (LA_{eq}, T) pour calculer le niveau d'exposition quotidienne au bruit.

Exemple :

Au cours des trois premières heures de travail, un travailleur a été exposé à un niveau de bruit de 85 dB(A). Ensuite, au cours des quatre heures suivantes, il a travaillé dans une pièce calme [60 dB(A)] et durant l'heure suivante sur une machine produisant un bruit ayant un niveau de pression acoustique de 100 dB(A). Le niveau de pression acoustique équivalent pondéré A calculé pour 8 heures de travail est égal à 91 dB(A).

17. Directive 2003/10/EC 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), JO L 42 du 15.02.2003, p. 38.

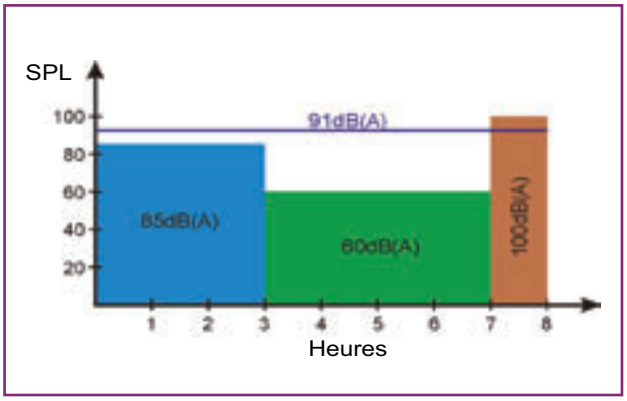


Figure 1.23 Niveau équivalent [91dB(A)] sur une journée de travail de huit heures

6.6. Pression acoustique de crête

La pression acoustique de crête ($p_{crête}$) est une valeur maximale de la pression acoustique instantanée pondérée de fréquence C.

- En plus du niveau d'exposition au bruit, on utilise souvent la pression acoustique de crête ($p_{crête}$) pour évaluer les effets nuisibles du bruit.
- La valeur limite d'exposition de la pression acoustique de crête stipulée dans la directive est la valeur de la pression acoustique où existe un sérieux risque de trouble auditif immédiat.
- On peut dire que :
  - le niveau d'exposition au bruit permet d'évaluer les effets d'une exposition prolongée au bruit,
  - la pression acoustique de crête permet d'évaluer les effets d'une exposition à des sons courts et très forts (bruit impulsionnel).

7. RECONNAISSANCE DES SIGNAUX D'AVERTISSEMENT ET INTELLIGIBILITÉ DE LA PAROLE

L'intelligibilité de la parole dans les environnements bruyants est définie comme le pourcentage de mots ou expressions reconnus correctement. Elle peut être calculée à l'aide de plusieurs méthodes.

- En présence de bruit, il est normal de ne pas entendre les sons plus faibles que ce bruit. Ce phénomène est appelé effet de masque,
- L'effet de masque est très dangereux dans le cas de postes de travail où l'employé concerné doit être averti des dangers potentiels (par exemple machines ou pièces mobiles) ou doit exécuter des instructions verbales. Du fait de l'effet de masque, l'employé en question peut ne pas entendre ou reconnaître les signaux d'avertissement, ce qui peut provoquer un accident,
- L'effet de masque influence l'intelligibilité de la parole. Une mauvaise intelligibilité de la parole peut entraîner une incompréhension des instructions orales, ce qui peut aussi provoquer des accidents.
- Selon les dispositions des directives 2003/10/CE et 89/391/CEE[18], l'employeur doit, lorsqu'il évalue les risques, accorder une attention particulière à « toute incidence indirecte sur la santé et la sécurité des travailleurs résultant d'interactions entre le bruit et les signaux d'alarme ou d'autres sons qu'il importe d'observer afin de réduire le risque d'accidents ».

18. 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, JO L 183 du 29.06.1989, p. 1.

CHAPITRE 2

Procédure d'évaluation des risques

RÉSUMÉ 38

1. EXIGENCES DES DIRECTIVES 40
2. INTRODUCTION 40
3. VUE D'ENSEMBLE DE LA PROCÉDURE D'ÉVALUATION DES RISQUES LIÉS AU BRUIT 41
4. QUELQU'UN EST-IL SUSCEPTIBLE D'ÊTRE EXPOSÉ ? – VÉRIFICATIONS INITIALES 42
   - 4.1. Tests d'écoute et contrôles simples du bruit stable 42
   - 4.2. Contrôles simples des niveaux de pression acoustique de crête maximum 42
5. PLANIFIER UNE ÉVALUATION DES RISQUES 43
   - 5.1. Qualification professionnelle requise 43
   - 5.2. Contrôle préalable de la situation 44
   - 5.3. Utilisation des informations existantes au lieu des mesures de bruit 44
   - 5.4. Instruments de mesure du bruit 45
   - 5.5. Mesures requises 45
     - 5.5.1. Options de mesure des sonomètres 45
     - 5.5.2. Mesure de l'exposition quotidienne au bruit 46
     - 5.5.3. Mesures de l'exposition à la pression acoustique de crête 47
6. MESURE 47
   - 6.1. Préparations 47
   - 6.2. Mesures avec un sonomètre 47
   - 6.3. Mesure avec un dosimètre 49
   - 6.4. Après les mesures 50
   - 6.5. Mesure du bruit « dans » l'oreille 50
7. ÉVALUATION DES RÉSULTATS DES ÉVALUATIONS 51
   - 7.1. Calcul de l'exposition au bruit 51
     - 7.1.1. Méthode de calcul 51
     - 7.1.2. Incertitude de la mesure 53
   - 7.2. Identification des sources de bruit significatives 54
   - 7.3. Interactions entre bruit, agents ototoxiques d'origine professionnelle et vibrations 54
   - 7.4. Exigences en matière de protections individuelles contre le bruit 54
8. INFORMATION, CONSULTATION, PARTICIPATION ET FORMATION DES TRAVAILLEURS 55

RÉSUMÉ

L'évaluation des risques est fondamentale pour la protection des travailleurs contre les risques que l'exposition au bruit entraîne ou peut entraîner pour leur santé et leur sécurité. Elle doit identifier les travailleurs exposés aux risques résultant du bruit et déterminer leur niveau d'exposition. L'évaluation des risques n'est pas une fin en soi, mais elle vise à établir les actions nécessaires lorsque les valeurs d'exposition déclenchant l'action sont atteintes ou dépassées.

Obligations de l'employeur :

L'article 4 de la directive 2003/10/CE[19] exige de l'employeur qu'il évalue et, si nécessaire, mesure les niveaux de bruit auxquels les travailleurs sont exposés.

Directive 2003/10/CE

(Article 4)

1. *L'employeur évalue et, si nécessaire, mesure les niveaux de bruit auxquels les travailleurs sont exposés.*
2. *Les méthodes et appareillages utilisés sont adaptés aux conditions existantes, compte tenu notamment des caractéristiques du bruit à mesurer, de la durée d'exposition, des facteurs ambiants et des caractéristiques de l'appareil de mesure.*

Cette évaluation des risques et cette mesure de l'exposition doivent être planifiées et effectuées par des services compétents à des intervalles appropriés, en tenant compte, notamment, de l'article 7 de la directive 89/391/CEE[20] concernant les compétences (personnes ou services) nécessaires. Les données issues de l'évaluation et/ou de la mesure du niveau d'exposition au bruit doivent être conservées sous une forme susceptible d'en permettre la consultation à une date ultérieure.

Directive 89/391/CE

(Article 7)

1. *L'employeur désigne un ou plusieurs travailleurs pour s'occuper des activités de protection et des activités de prévention des risques professionnels de l'entreprise et/ ou de l'établissement.*
3. *Si les compétences dans l'entreprise et/ou l'établissement sont insuffisantes pour organiser ces activités de protection et de prévention, l'employeur doit faire appel à des compétences (personnes ou services) extérieures à l'entreprise et/ ou à l'établissement.*

Pour l'application de l'article 4 de la directive 2003/10/CE, l'évaluation des résultats des mesures doit prendre en compte l'incertitude de mesure déterminée conformément aux pratiques de la métrologie. Les méthodes et appareillages utilisés sont adaptés aux conditions existantes, compte tenu notamment des caractéristiques du bruit à mesurer, de la durée d'exposition, des facteurs ambiants et des caractéristiques de l'appareil de mesure. Ces méthodes et ces appareillages permettent de déterminer les paramètres et de décider si les valeurs fixées sont dépassées.

Les méthodes utilisées peuvent comporter un échantillonnage qui est représentatif de l'exposition du travailleur.

Directive 2003/10/CE

(Article 4)

3. *Les méthodes utilisées peuvent comporter un échantillonnage qui est représentatif de l'exposition du travailleur.*
5. *Pour l'application du présent article, l'évaluation des résultats des mesures prend en compte l'incertitude de mesure déterminée conformément aux pratiques de la métrologie.*

L'évaluation et la mesure susmentionnées sont planifiées et effectuées par des services compétents à des intervalles appropriés. Les données issues de l'évaluation et/ou de la mesure du niveau d'exposition au bruit sont conservées de manière à en permettre la consultation à une date ultérieure.

Enfin, l'employeur accordera une attention particulière aux valeurs limites d'exposition et aux valeurs déclenchant l'action mentionnées à l'article 3 de la directive 2003/10/CE. Ceci vaut pour ce qui concerne le niveau, le type et la durée de l'exposition, et notamment pour toute exposition à un bruit impulsionnel, tous les effets concernant la santé et la

19. Directive 2003/10/EC 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), JO L 42 du 15.02.2003, p. 38.

20 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, JO L 183 du 29 juin 1989, p. 1.

sécurité des travailleurs appartenant à des groupes particulièrement sensibles aux risques, les effets d'interactions entre le bruit et des substances ototoxiques et des vibrations, les effets d'interactions entre le bruit et les signaux d'avertissement, etc.

Directive 2003/10/CE :

(Article 3)

Valeurs limites d'exposition et valeurs d'exposition déclenchant l'action

1. *Aux fins de la présente directive, les valeurs limites d'exposition et les valeurs d'exposition déclenchant l'action par rapport aux niveaux d'exposition quotidiens au bruit et à la pression acoustique de crête sont fixées à:*
   a. *valeurs limites d'exposition : $L_{EX,8h}$ = 87 dB(A) et $p_{crête}$ = 200 Pa (1) respectivement ;*
   b. *valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action : LEX,8h = 85 dB(A) et pcrête = 140 Pa (2) respectivement ;*
   c. *valeurs d'exposition inférieures déclenchant l'action : LEX,8h = 80 dB(A) et pcrête = 112 Pa (3) respectivement.*
2. *Pour l'application des valeurs limites d'exposition, la détermination de l'exposition effective du travailleur au bruit tient compte de l'atténuation assurée par les protecteurs auditifs individuels portés par le travailleur. Les valeurs d'exposition déclenchant l'action ne prennent pas en compte l'effet de l'utilisation de ces protecteurs.*
3. *Dans des circonstances dûment justifiées et pour des activités caractérisées par une variation notable d'une journée de travail à l'autre de l'exposition quotidienne au bruit, les États membres peuvent, aux fins de l'application des valeurs limites d'exposition et des valeurs d'exposition déclenchant l'action, utiliser le niveau d'exposition hebdomadaire au bruit au lieu du niveau d'exposition quotidienne au bruit pour évaluer les niveaux de bruit auxquels les travailleurs sont exposés, à condition que:*
   a. *le niveau d'exposition hebdomadaire au bruit indiqué par un contrôle approprié ne dépasse pas la valeur limite d'exposition de 87 dB(A), ainsi que*
   b. *des mesures appropriées soient prises afin de réduire au minimum les risques associés à ces activités*

Quand existe-t-il un risque ?

Le risque est déterminé par l'exposition quotidienne au bruit ($L_{EX, 8h}$)[21]:

L'exposition au bruit est calculée à partir de la durée de l'exposition et du niveau moyen de la pression acoustique (L_{eq}) durant la période d'exposition.

L'exposition quotidienne au bruit est déterminée en additionnant chacune des périodes d'exposition au bruit de la journée afin de donner la valeur quotidienne globale. Cette valeur quotidienne est normalisée à huit heures.

Le risque est déterminé par la pression acoustique maximum de crête, exprimée sous forme d'un niveau sonore de crête pondéré C.

Un travailleur est considéré comme exposé lorsque son exposition quotidienne au bruit ou son exposition sonore de crête dépasse les valeurs inférieures déclenchant l'action.

Comment évaluer le risque ?

Les contrôles initiaux peuvent être utilisés pour estimer s'il est possible que les seuils d'action inférieurs soient dépassés. Ces contrôles initiaux ne sont pas précis, mais servent simplement à obtenir une première approximation et à déterminer s'il existe un risque critique potentiel.

Une évaluation quantitative s'avère nécessaire lorsqu'il existe une probabilité que les valeurs d'exposition inférieures déclenchant l'action puissent être égalées ou dépassées. Dans ce cas, l'évaluation doit examiner la façon dont le travail est effectué et comment il peut varier d'un jour à l'autre. Vous devez également disposer d'informations fiables sur le niveau de bruit associé à chaque tâche. Celles-ci peuvent provenir de mesures effectuées sur le lieu de travail ou de toute autre source fiable.

Lorsque vous comparez vos résultats aux seuils d'action, vous devez tenir compte des incertitudes de votre évaluation. Lorsqu'il est possible, plutôt que certain, qu'une valeur limite d'exposition ou une valeur déclenchant l'action soit dépassée, vous devriez agir selon l'hypothèse qu'elle est dépassée.

Votre évaluation des risques devrait identifier les travailleurs exposés et vous permettre d'identifier les secteurs et tâches contribuant le plus à leur exposition au bruit. Ceci constituera la base de vos plans de contrôle du bruit, de surveillance de la santé et vos exigences en matière de protection de l'ouïe. Conservez une trace de vos résultats et réexaminez l'évaluation lorsque des changements sont intervenus sur le lieu de travail et affectent l'exposition au bruit.

21. L'exposition quotidienne au bruit est indiquée en dB(A). Elle ne doit pas être confondue avec d'autres valeurs, également données en dB(A), telles que :
    - le niveau de pression acoustique (L_{WA}) - niveau de pression acoustique immédiate,
    - le niveau de puissance acoustique (L_w) – la puissance acoustique totale (émission) associée à un élément d'équipement bruyant.

    Les paramètres de bruit sont présentés dans le chapitre 1.

1. EXIGENCES DES DIRECTIVES

Les paragraphes 1 à 7 de l'article 4 de la directive 2003/10/CE comportent les dispositions suivantes.

1. Lors de l'accomplissement des obligations définies à l'article 6, paragraphe 3, et à l'article 9, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE, l'employeur évalue et, si nécessaire, mesure les niveaux de bruit auxquels les travailleurs sont exposés.

2. Les méthodes et appareillages utilisés sont adaptés aux conditions existantes, compte tenu notamment des caractéristiques du bruit à mesurer, de la durée d'exposition, des facteurs ambiants et des caractéristiques de l'appareil de mesure

   Ces méthodes et ces appareillages permettent de déterminer les paramètres définis à l'article 2 et de décider si, dans une situation donnée, les valeurs fixées à l'article 3 sont dépassées.

3. Les méthodes utilisées peuvent comporter un échantillonnage qui est représentatif de l'exposition du travailleur.

4. L'évaluation et la mesure visées au paragraphe 1 sont planifiées et effectuées par des services compétents à des intervalles appropriés, en tenant compte, notamment, de l'article 7 de la directive 89/391/CEE concernant les compétences (personnes ou services) nécessaires. Les données issues de l'évaluation et/ou de la mesure du niveau d'exposition au bruit sont conservées sous une forme susceptible d'en permettre la consultation à une date ultérieure.

5. Pour l'application du présent article, l'évaluation des résultats des mesures prend en compte l'incertitude de mesure déterminée conformément aux pratiques de la métrologie.

6. Conformément à l'article 6, paragraphe 3, de la directive 89/391/CEE, l'employeur prête une attention particulière, au moment de procéder à l'évaluation des risques, aux éléments suivants:
   (a) le niveau, le type et la durée d'exposition, y compris toute exposition au bruit impulsif;
   (b) les valeurs limites d'exposition et les valeurs d'exposition déclenchant l'action fixées à l'article 3 de la présente directive;
   (c) toute incidence sur la santé et la sécurité des travailleurs appartenant à des groupes à risques particulièrement sensibles;
   (d) dans la mesure où cela est réalisable sur le plan technique, toute incidence sur la santé et la sécurité des travailleurs résultant d'interactions entre le bruit et des substances ototoxiques d'origine professionnelle et entre le bruit et les vibrations;
   (e) toute incidence indirecte sur la santé et la sécurité des travailleurs résultant d'interactions entre le bruit et les signaux d'alarme ou d'autres sons qu'il importe d'observer afin de réduire le risque d'accidents;
   (f) les renseignements sur les émissions sonores fournis par les fabricants des équipements de travail conformément aux directives communautaires en la matière;
   (g) l'existence d'équipements de travail de remplacement conçus pour réduire les émissions sonores;
   (h) la prolongation de l'exposition au bruit au-delà des heures de travail, sous la responsabilité de l'employeur;
   (i) une information appropriée recueillie par la surveillance de la santé, y compris l'information publiée, dans la mesure du possible;
   (j) la mise à disposition de protecteurs auditifs ayant des caractéristiques adéquates d'atténuation.

7. L'employeur est en possession d'une évaluation des risques, conformément à l'article 9, paragraphe 1, point a), de la directive 89/391/CEE, et détermine les mesures à prendre conformément aux articles 5, 6, 7 et 8 de la présente directive. L'évaluation des risques est consignée sur un support approprié, conformément à la législation et aux pratiques nationales. L'évaluation des risques est régulièrement mise à jour, notamment lorsque des changements importants, susceptibles de la rendre caduque, sont intervenus ou lorsque les résultats de la surveillance de la santé en démontrent la nécessité".

2. INTRODUCTION

L'évaluation d'un risque doit identifier les travailleurs susceptibles d'être menacés, déterminer leur exposition au bruit et fournir des informations nécessaires pour contrôler le bruit et sélectionner les protections contre le bruit.

Ce chapitre contient des conseils pour :

- effectuer les estimations initiales des niveaux de bruit ;
- planifier et effectuer une évaluation ;
- effectuer des mesures avec un sonomètre ou dosimètre ;
- calculer l'exposition au bruit ;
- identifier les sources sonores significatives ;
- l'information, la consultation, la participation et la formation des travailleurs.

3. VUE D'ENSEMBLE DE LA PROCÉDURE D'ÉVALUATION DES RISQUES LIÉS AU BRUIT

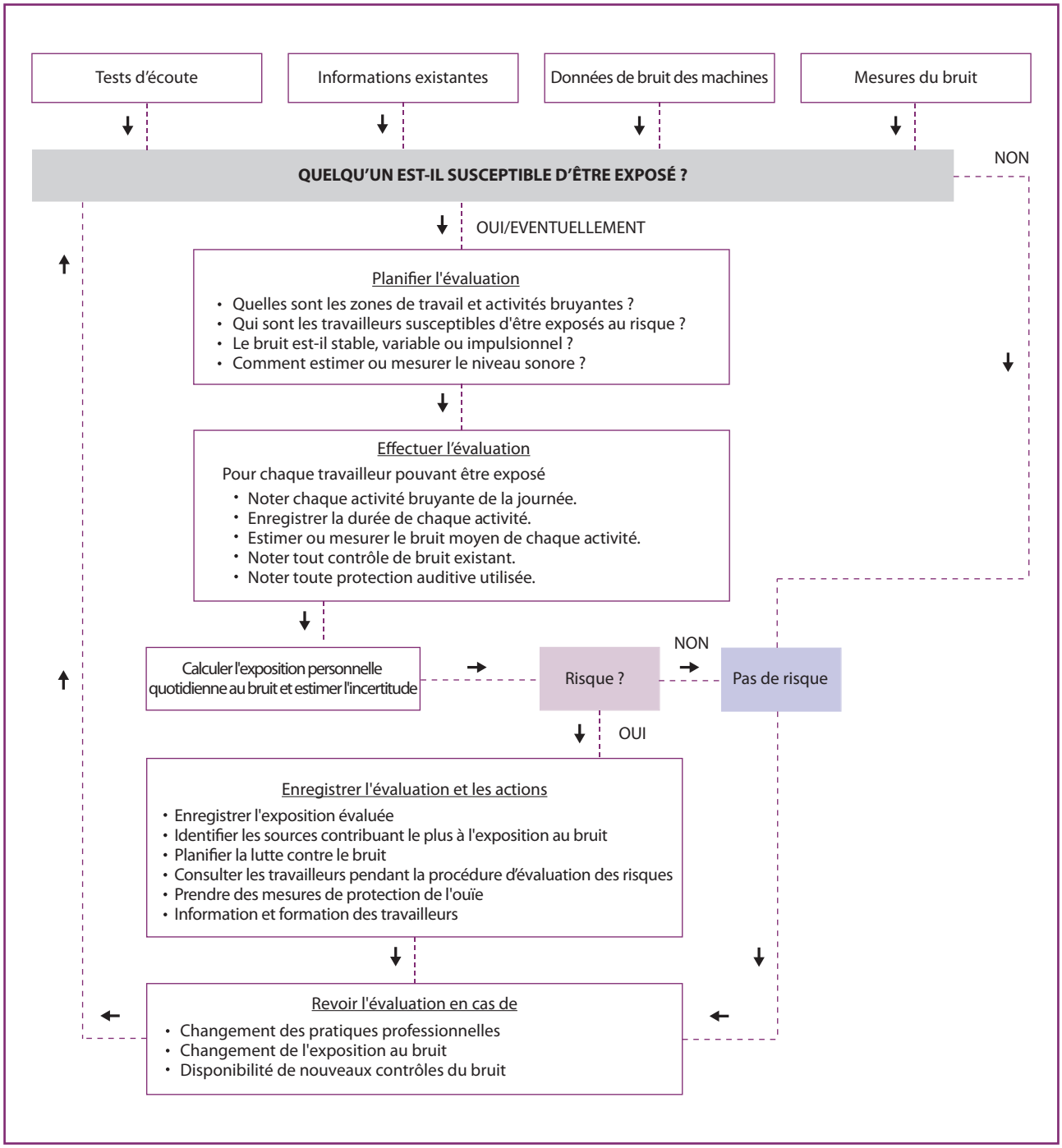


Figure 2.1 Diagramme présentant les différentes étapes de la procédure d'évaluation

4. QUELQU'UN EST-IL SUSCEPTIBLE D'ÊTRE EXPOSÉ ? – VÉRIFICATIONS INITIALES

L'évaluation du bruit peut tout simplement permettre de déterminer si un risque existe ou non. Lorsque l'exposition d'un travailleur au bruit est susceptible d'atteindre les seuils d'action bas, il nécessaire de procéder à une évaluation de son exposition au bruit. Pour vous aider à définir s'il peut exister un risque, vous pouvez utiliser des tests d'écoute, les informations existant sur les niveaux de bruit typiques et de simples mesures du bruit.

4.1. Tests d'écoute et contrôles simples du bruit stable

L'exposition au bruit est fonction à la fois du niveau et de la durée. Les tests d'écoute vous aident à estimer le niveau sonore et aident l'employeur à décider si l'exposition d'un travailleur est susceptible de dépasser le seuil d'action inférieur. N'oubliez cependant pas que les tests d'écoute restent approximatifs.

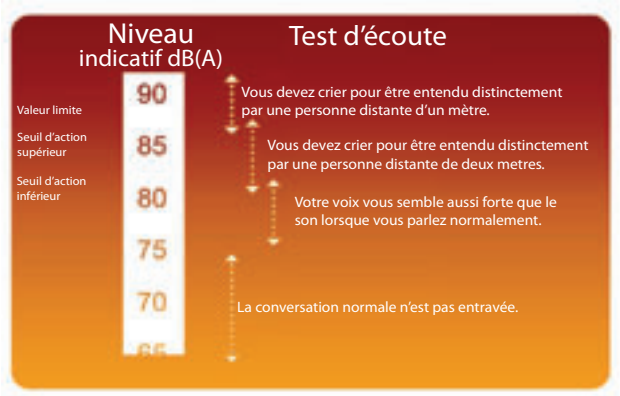


Figure 2.2 Tests d'écoute, niveaux de bruit stable indicatifs et sons types

A ce stade, vous pouvez également utiliser des sonomètres simples, peu coûteux, pour effectuer des mesures approximatives du bruit stable et contrôler votre test d'écoute. Si vous estimez que le seuil d'action bas d'exposition quotidienne est dépassé, vous devrez effectuer une évaluation plus précise, telle que celle décrite dans la suite de ce chapitre.

Exemple :

Un test d'écoute est effectué dans un supermarché. La conversation se déroule normalement dans la plupart des zones, confirmant qu'il n'existe pas de risque. Dans la boulangerie, par contre, lorsque certaines machines fonctionnent, il faut crier même si l'on se tient près de son interlocuteur. Les mesures effectuées dans la boulangerie avec un simple sonomètre suggèrent que le seuil d'action bas est peut-être dépassé. Une évaluation plus précise est nécessaire afin de déterminer si le seuil d'action haut sur l'exposition est également dépassé.

4.2. Contrôles simples des niveaux de pression acoustique de crête maximum

Il n'existe pas de test d'écoute pour évaluer les niveaux de pression acoustique de crête et les mesures ne sont possibles qu'avec des sonomètres conformes aux exigences des normes européennes. Les valeurs publiées pour le niveau de crête au poste de l'opérateur sont le meilleur moyen de réaliser une évaluation initiale et savoir s'il est possible que l'exposition de crête dépasse le seuil d'action bas de crête. Le tableau ci-dessous donne une liste des pressions acoustiques de crête types pour différentes sources sonores.

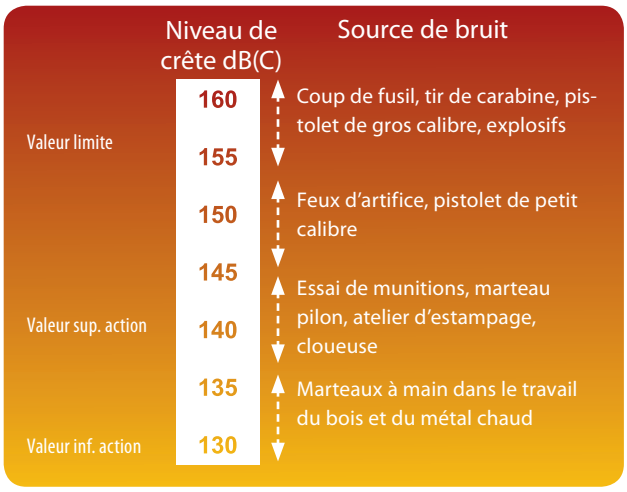


Figure 2.3 Niveaux types de pression acoustique de crête de sources impulsionnelles

Exemple :

Un garde-chasse utilise toujours un silencieux sur sa carabine. Les mesures publiées pour la combinaison entre cette carabine, les munitions et le silencieux donnent un niveau de crête maximum de 130 dB(C) et un niveau d'exposition quotidienne au bruit de 76 dB(A) lorsqu'il tire 100 coups par jour.

Le nombre de coups tirés par jour est limité à 100 maximum ; il n'y a donc pas dépassement des seuils d'action bas et aucune protection auditive n'est donc nécessaire.

Les mesures publiées sont enregistrées et consignées, ainsi que les contrôles de bruit requis lors de l'utilisation de l'arme. Ce dossier constitue l'évaluation des risques liés au bruit.

Le tableau 2.1 contient d'autres exemples tels que le marteau perforateur rotatif ou les opérations de dressage :

Sources à niveaux élevés de pression acoustique de crête					
Source du bruit	**Niveau de pression acoustique en dB**				
	$L_{Ccrête}$	L_{AImax}	L_{AFmax}	L_{Aeq}	$(L_{A,1s)}$
Machine pour montage de talons	111	97	93	85	
Embouteilleuse (combiné)	120	105	101	92	
Marteau perforateur rotatif	118	100	99	96	
	126	110	108	100	
Marteau perforateur	123	110	109	106	
Clou enfoncé dans du bois:					
cloueuse pneumatique	130	108	105	91	(97)
marteau	120	103	100	90	
Pistolet à clous	130	108	104	–	(96)
	149	126	122	–	(111)
Opérations de dressage	134	114	111	96	(103)
	140	126	123	107	(115)
Presse à excentrique (10 t)	123	107	102	91	
Cisaille-guillotine	138	120	115	–	(107)
Collecteur pour sections d'acier lourdes	136	127	125	–	(120)
Marteau pilon:					
pilon d'estampage (750 kg)	144	126	118	100	(110)
double effet (10 t)	144	126	122	113	(115)
Battage de pieux avec marteau de battage à moteur Diesel (Hohmann)	133	116	113	102	

Tableau 2.1 Sources à niveaux élevés de pression acoustique de crête: Niveau de pression acoustique en dB
BIA Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz (Institut de sécurité du travail)

5. PLANIFIER UNE ÉVALUATION DES RISQUES

Il est nécessaire d'effectuer une évaluation quantitative de l'exposition au bruit dès lors que cette exposition est susceptible de dépasser les valeurs inférieures déclenchant l'action. Ce chapitre examine la planification, notamment en ce qui concerne les informations, le matériel et les qualifications requises pour réaliser l'évaluation.

5.1. Compétences requises

Les compétences requises dépendent de la complexité de la situation. Toute personne qui effectue l'évaluation doit au moins :

- connaître parfaitement le rythme de travail des travailleurs et les procédés ;
- comprendre le but des mesures et les informations requises pour évaluer l'exposition ;
- savoir comment utiliser les instruments de mesure ;
- avoir une bonne connaissance des bases de l'acoustique physique.

Les personnes qui utilisent les mesures ou d'autres données disponibles doivent maitriser :

- comment évaluer l'exposition ;
- les actions requises en cas de dépassement des seuils d'action et valeurs limites ;
- comment instaurer un programme de contrôle du bruit.

Exemple :

Le personnel fournit un programme d'évaluation et de contrôle du bruit en combinant les compétences de ses membres.

Un contremaître identifie les travailleurs qui peuvent être menacés dans les zones bruyantes et donne des informations sur leurs rythmes de travail.

Un technicien mesure le bruit aux endroits identifiés par le contremaître.

Un responsable de la sécurité évalue l'exposition et identifie les zones où un contrôle du bruit doit être mis en place.

5.2. Contrôle préalable de la situation

Pour planifier plus facilement l'évaluation, il est nécessaire d'effectuer un contrôle préalable du problème global posé par le bruit.

- Identifier les zones ou activités où le personnel peut être menacé.
- Identifier les employés menacés. Noter précisément quelle personne peut être particulièrement menacée, par exemple les personnes présentant déjà des troubles de l'audition, les femmes enceintes et les jeunes.
- Notez si le bruit est stable, variable ou impulsionnel.
- Notez toutes les mesures simples de contrôle du bruit qui pourraient être effectuées immédiatement ; vous pouvez vous épargner de nombreux efforts en contrôlant le bruit immédiatement plutôt qu'en poursuivant l'évaluation.

Figure 2.4 Contrôle préalable de la situation

Exemple :

Une petite menuiserie dispose d'un atelier qui contient des machines. Un second atelier est utilisé pour la construction et la finition.

Les ouvriers suivants sont identifiés comme courant éventuellement un risque :

- travailleurs présents dans l'atelier machines. Une évaluation du bruit précédente montre que l'exposition quotidienne au bruit des opérateurs dépasse le seuil d'action supérieur. Ils portent déjà des protecteurs individuels contre le bruit, mais cela n'est pas pris en compte lors de la comparaison avec les valeurs déclenchant l'action.
- Les travailleurs utilisant des ponceuses et polisseuses électriques dans un deuxième atelier.
- Un employé du deuxième atelier souffrant d'acouphènes.

Le bruit est variable mais pas impulsionnel, et le risque provient donc de l'exposition quotidienne au bruit plutôt que de la pression acoustique de crête.

5.3. Utilisation des informations existantes au lieu des mesures de bruit

Pour évaluer l'exposition personnelle au bruit des travailleurs qui pourraient être menacés, il est nécessaire d'évaluer le niveau sonore de chaque activité bruyante durant la journée de travail. Ces données peuvent être obtenues dans les documents publiés sur les niveaux de bruit, les informations des fabricants et revendeurs de machines, ou par les mesures effectuées. N'oubliez pas que lorsque vous évaluez le niveau sonore auquel une personne est exposée, vous devez tenir compte du bruit provenant de toutes les sources et de l'amplification du local.

Pour savoir si les seuils d'exposition sont dépassés, il est important de vous assurer que toutes les données qui n'ont pas été obtenues par mesure sont représentatives de votre situation de travail et que vous tenez compte de toutes les incertitudes. N'oubliez pas que les niveaux de pression acoustique au poste de travail qui sont cités peuvent être augmentés du fait de la réverbération et des bruits de fond dans le local concerné.

L'évaluation des niveaux de pression acoustique à partir de données de puissance acoustique peut s'avérer complexe. **Le chapitre 1 « Acoustique – Notions de base »** décrit la différence entre la puissance acoustique et le niveau de pression acoustique et **le chapitre 3 « Conception des lieux de travail »** explique comment évaluer l'exposition au bruit à partir de données de puissance acoustique et des conditions acoustiques du lieu de travail.

Exemple :

Le fabricant d'un outil manuel a déclaré que le niveau de pression acoustique moyen pour l'opérateur de cet outil était 85 dB(A) avec une valeur K d'incertitude de 5 dB. L'outil est utilisé 30 à 60 minutes par jour dans un environnement qui par ailleurs est calme. Pendant le reste de la journée, l'opérateur travaille dans un bureau calme où les tests d'écoute ont confirmé que le niveau de pression acoustique est inférieur à 70 dB(A).

L'opérateur est proche de la source du bruit, de sorte que les caractéristiques acoustiques du local ne modifient vraisemblablement pas le niveau pour ses oreilles. Pour tenir compte de l'incertitude, on suppose que le niveau de bruit moyen est 90 dB(A) (85 dB(A) + 5 dB(A) d'incertitude) et l'on prend l'hypothèse d'une durée d'exposition de 60 minutes (cas le plus défavorable). On suppose donc qu'il est possible de dépasser la valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action, qui est de 80 dB(A).

5.4. Instruments de mesure du bruit

Il existe deux types fondamentaux d'instruments électroniques destinés à mesurer le niveau sonore : les sonomètres et les dosimètres (également connus sous l'appellation d'exposimètres acoustiques individuels). Certains instruments possèdent les deux fonctions et peuvent être utilisés à la fois comme sonomètres et dosimètres.

Figure 2.5 Sonomètre avec calibreur acoustique
Photo © and by courtesy of Bruel & Kjaer

Les sonomètres donnent à l'opérateur une lecture directe du niveau sonore. Généralement, le sonomètre est plus fiable parce que la mesure est supervisée par l'opérateur.

Figure 2.6 Dosimètre
Photo © and by courtesy of Bruel & Kjaer

Les dosimètres sont des sonomètres conçus pour être portés à même le corps et contrôler l'exposition au bruit pendant un poste complet ou partiel. Le dosimètre doit être utilisé uniquement lorsque les mesures avec un sonomètre s'avèrent peu pratiques, par exemple lorsque l'accès est difficile ou lorsque l'employé se déplace beaucoup ; en effet, lorsque les mesures ne sont pas surveillées, il est possible que quelqu'un touche au dosimètre et les résultats peuvent donc être faussés.

Certains dosimètres enregistrent le niveau de bruit à intervalles réguliers pendant la prise des mesures. Ces enregistrements permettent d'identifier la part des différentes sources sonores ou activités, ce qui permet aussi d'éliminer des résultats manquant éventuellement de fiabilité.

Que vous utilisiez un sonomètre ou un dosimètre, choisissez toujours un instrument conforme aux normes européennes. Une boule anti-vent destinée à protéger le micro et un calibreur acoustique compatible (source sonore étalon pour tester le niveau indiqué par l'instrument) constituent des accessoires essentiels.

Exemple :

On choisit des dosimètres pour contrôler l'exposition sonore d'un cariste se déplaçant dans des zones bruyantes, et un ouvrier travaillant en hauteur. Les dosimètres sont réglés de manière à enregistrer à la fois le niveau global L_{eq} pondéré A et les L_{eq} pondérés A à intervalles d'1 minute pendant la période de mesure. Les deux ensembles de résultats permettent d'analyser les variations du niveau sonore et donnent la valeur L_{eq} globale pour l'ensemble de la période.
Un sonomètre est choisi pour mesurer les niveaux sonores auxquels les opérateurs de machines sont exposés dans un atelier ouvert. Les mesures sont prises au niveau des postes de travail des opérateurs.

5.5. Mesures requises

5.5.1. Options de mesure des sonomètres

Pondération de fréquence	Constante de temps	Fonction	Plage de niveau dB
A	F	max	140
C	S	SPL	110
L_{Lin}	P	L_{eq}	80

Tableau 2.2 Exemples types de sélections possibles sur un sonomètre

Généralement, un sonomètre offre à l'utilisateur plusieurs options de mesure qui peuvent être sélectionnées dans un menu affiché sur un écran ou par sélection de boutons sur le panneau. Le tableau 2.2 présente plusieurs options types. Certains sonomètres comportent des réglages par défaut pour les mesures de l'exposition quotidienne et l'exposition de crête.

- Les options de pondération de fréquence doivent inclure la pondération A et la pondération C et peuvent inclure une réponse en fréquence linéaire.
- Les constantes de temps régissent la vitesse de réponse du niveau de pression acoustique affiché ; elles peuvent inclure les réponses standard suivantes :
  - **F** et **S** (F, "Fast" en anglais signifie rapide et S, "Slow", lent) régissent le moyennage de l'affichage de niveau de pression acoustique efficace ; avec F l'affichage varie d'une manière proche des changements de niveau sonore perçus. **S** est un temps de moyennage plus long qui « lisse » les changements de niveau plus rapides.
  - **P** (de l'anglais « peak », crête) correspond à une mesure rapide qui permet d'indiquer le niveau de pression acoustique de crête.
- Les options de fonctions peuvent inclure :
  - max - maximum efficace ou maximum de crête durant la mesure;
  - **SPL** ou **LP** – niveau de pression acoustique immédiat ;
  - $\mathbf{L_{eq}}$ (niveau continu équivalent) le niveau de pression acoustique moyen au cours de la période de mesure$\mathbf{L_{eq}}$ se présente également sous la forme$\mathbf{LA_{eq}}$, ou $\mathbf{L_{Ceq}}$ pour indiquer les mesures avec pondération **A** ou **C**.
- Un contrôle de plage de niveaux permet à l'utilisateur de définir la plage de fonctionnement de l'instrument en fonction du niveau sonore. Ces plages sont souvent (mais pas toujours) identifiées par la limite supérieure de la plage de l'indicateur en dB. Certains appareils disposent d'une seule plage étendue et n'ont pas de contrôle de la limite supérieure.

5.5.2. Mesure de l'exposition quotidienne au bruit

Lorsque le son est relativement stable, il est possible d'utiliser les mesures **SPL** ou $\mathbf{L_p}$. Sur le sonomètre, vous devez avoir les éléments suivants :

- SPL ;
- pondération A ;
- Constante de temps S ou F, la réponse la plus lente de la constante de temps S va lisser les petites fluctuations ;
- une plage de niveau adaptée à la mesure.

Exemple :

Une petite tondeuse à gazon à moteur thermique produit un bruit stable Le niveau de pression acoustique **SPL** est mesuré avec un sonomètre tenu à hauteur de la tête, au côté de l'opérateur qui passe la tondeuse sur une pelouse. Une moyenne est établie sur la plupart des variations de niveau par sélection de la réponse **S**. La mesure qui en résulte se situe entre 81 et 82 dB(A).

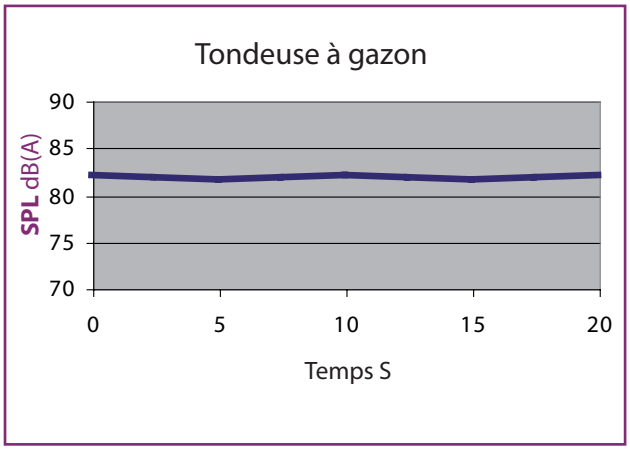


Figure 2.7 Tracé de l'évolution du niveau de bruit d'une petite tondeuse à gazon à moteur thermique en fonction du temps

Les mesures $\mathbf{L_{eq}}$ peuvent être utilisées à la fois pour un son stable et un son variable. Sur le sonomètre, vous devez avoir les éléments suivants :

- L_{eq}.
- pondération A ;
- une plage de niveau adaptée à la mesure.

Exemple :

Un broyeur de jardin produit des sons variables. Le **SPL** indiqué par un sonomètre tenu à l'emplacement de l'opérateur varie entre 69 et 87 dB(A). La valeur $\mathbf{L_{eq}}$ mesurée sur quatre cycles d'un fonctionnement type est de 82 dB(A).

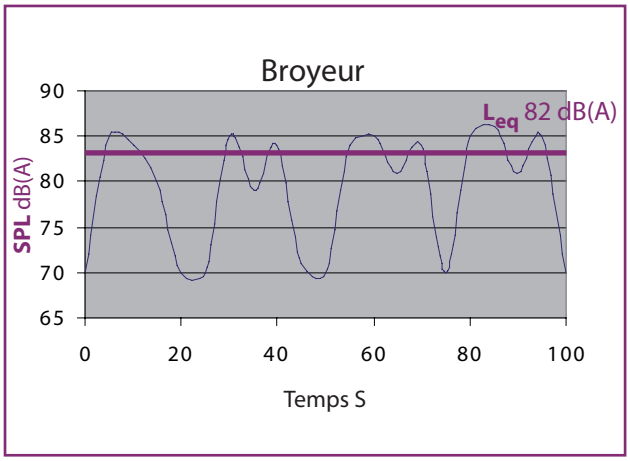


Figure 2.8 Variation du bruit d'un broyeur dans le temps et valeur finale $\mathbf{L_{eq}}$ à la fin de la période

5.5.3. Mesures de l'exposition à la pression acoustique de crête

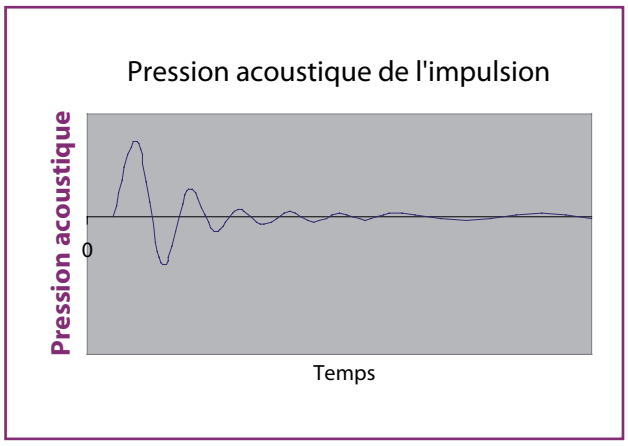


Figure 2.9 Onde de la pression acoustique d'un son impulsionnel tel qu'un coup de fusil

Pour cela, vous avez besoin d'une mesure de la pression acoustique instantanée la plus élevée. Le sonomètre doit indiquer les éléments suivants :

- constante de temps P (crête) ;
- indication maximum ;
- pondération de fréquence C ;
- une plage de mesure allant au moins jusqu'à 140 dB.

Lorsque les pressions acoustiques de crête sont susceptibles de dépasser 140 dB, vérifiez que votre instrument offre la plage de mesure nécessaire.

Exemple :

Les mesures par l'opérateur d'une cloueuse pneumatique sont effectuées avec un sonomètre équipé d'un microphone à faible sensibilité afin de permettre des mesures allant jusqu'à 155 dB. On mesure à la fois la pression acoustique de crête pondérée C et la pression pondérée A Leq pendant une période de fonctionnement type de 5 minutes.

6. MESURE

6.1. Préparation

Respectez les instructions du fabricant :

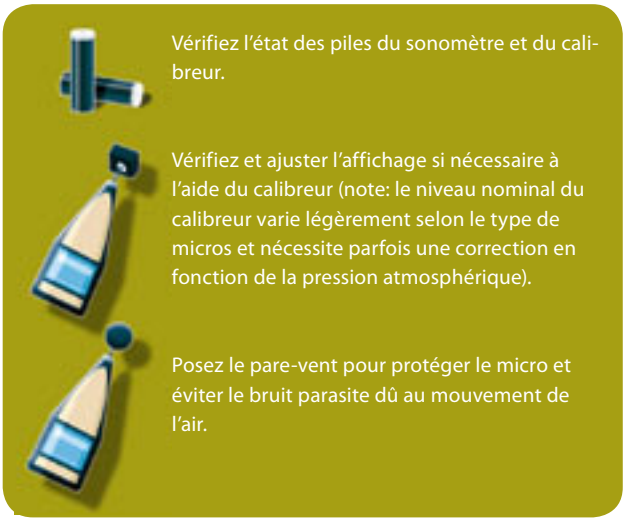


Figure 2.10 Préparation des mesures : instructions du fabricant

6.2. Mesures avec un sonomètre

- Les mesures doivent être effectuées dans tous les endroits bruyants où une personne travaille ou passe pendant la journée de travail. Généralement, il est inutile de tenir compte des expositions inférieures à 70 dB(A), mais il ne faut pas oublier le bruit des radios, chaînes hi-fi personnelles et systèmes de communication s'ils tiennent une place importante, ainsi que la contribution du son impulsionnel de niveau élevé à l'exposition quotidienne.
- Évitez les réflexions sonores de votre propre corps en tenant l'appareil bras tendu ou en l'installant sur un trépied et en vous tenant au moins à 50 cm à l'arrière du sonomètre.
- Mesurez le bruit à l'endroit où serait la tête de la personne en pointant le sonomètre vers la source du son. Si vous faites la mesure en présence de la personne concernée, demandez-lui de se tenir légèrement de côté et présentez le microphone à au moins 15 cm de sa tête.

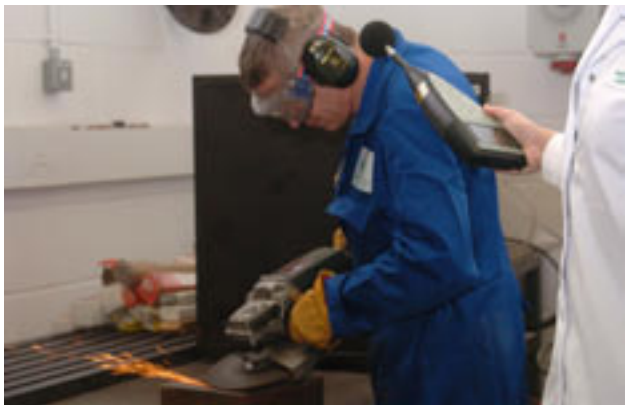


Figure 2.11 Mesure du niveau sonore près de l'oreille d'un opérateur (© et by courtesy of Health and Safety Executive – Grande Bretagne)

- Lorsque le son varie, mesurez la valeur L_{eq} assez longtemps pour obtenir une indication du niveau moyen. Il peut s'avérer nécessaire de mesurer L_{eq} pendant l'ensemble de la période durant laquelle la personne est présente. Si vous effectuez la mesure pendant une durée plus courte, attendez que le résultat indiqué soit stabilisée sur un écart de 1 dB ou effectuez un nombre entier de cycles lorsque l'opération est cyclique.
- Lorsque vous mesurez des événements de très courte durée, mesurez le $\mathbf{L_{eq}}$ pondéré A sur la totalité d'un ou plusieurs événements et notez le nombre d'événements inclus.
- Mesurez à la fois le niveau pondéré A contribuant à l'exposition quotidienne au bruit et la pression acoustique de crête pondérée C des bruits impulsionnels de haut niveau.

N'oubliez pas de noter :

- quels travailleurs la mesure concerne,
- la tâche professionnelle réalisée pendant la mesure,
- l'emplacement de la mesure,
- les niveaux sonores mesurés et la durée de la mesure,
- le niveau de bruit de fond s'il est significatif,
- la durée type de l'exposition ou le nombre d'événements sur lesquels porte la mesure, et le nombre d'événements inclus dans la journée de travail,
- les éventuelles protections individuelles contre le bruit portées par l'employé.

Exemple :

Enregistrement de mesures réalisées avec un sonomètre afin d'évaluer l'exposition d'un opérateur de machine

Mesure du bruit chez International Widgets				
fonction	Opérateur de machine à estamper Widget/ expédition			
Date de la mesure	31 avril 2006			
Instruments utilisés				
Instrument	type 123	N° de série 12345		
Calibreur	type 456	N° de série 54321		
Machine à estamper Widget				
Source du bruit	**L_{eq}dB(A)**	**dB(C) crête**	**Durée de la mesure**	**Période d'exposition**
Poste de l'opérateur	89	115	300 secondes	4 heures
Point de collecte Widget	86	111	50 secondes	30 minutes
Machine à nettoyer à l'air comprimé	97	126	200 secondes	45 minutes
Emballage et expédition Widget	<70	108	100 secondes	1 heure 30 minutes
Mesure effectuée par	R Green			

6.3. Mesure avec un dosimètre

Figure 2.12 Microphone de dosimètre positionné sur l'épaule

- Position du microphone sur l'épaule, idéalement proche de l'articulation pour éviter qu'il ne touche le cou et ne frotte sur les vêtements. Rangez le dosimètre proprement dit dans une poche pour éviter qu'il ne soit endommagé.
- Mesurez la totalité de l'exposition au bruit pendant la journée de travail ou pendant une durée plus courte, typique de l'exposition au bruit de la journée.
- Évitez les mesures très brèves qui donnent une indication de dose faible, car elles peuvent être imprécises du fait de la résolution limitée de l'écran de l'appareil.
- N'oubliez pas de noter :
  - quel travailleur portait le dosimètre,
  - la tâche professionnelle effectuée pendant la période de contrôle (à compléter éventuellement par l'employé lui-même),
  - la durée des mesures et la durée de l'exposition quotidienne au bruit,
  - les éventuelles protections individuelles contre le bruit portées par l'employé.

Exemple :

Compte-rendu de mesure pour un dosimètre porté pendant toute une journée de travail

Mesure du bruit par dosimètre à l'école St Swithin			
Nom de l'employé	D Brown		
fonction	Professeur de sports et loisirs		
Date de la mesure	31 juin 2006		
Instruments utilisés			
Dosimètre	Type DM 234	N° de série 654	Microphone sur l'épaule
Calibreur	Type C 789	N° de série 432	
Exposition quotidienne pendant la période de mesure 81 dB(A)			
Activités pendant la journée			
Temps	**Période**	**Activité**	**Localisation**
9h à 9h15	-	Enregistrement	Salle 12
9h15 à 10h15	1	Hockey	Terrain de sport
10h15 à 11h15	2	Aérobic	Salle d'aérobic
11h15 à 11h30	Pause		Salle des professeurs
11h30 à 12h30	3	Tennis	Courts de tennis
12h30 à 13h30	Déjeuner		Salle des professeurs
13h30 à 14h30	4	Temps libre	Salle des professeurs
14h30 à 14h45	Pause	Préparations	Gymnase
14h45 à 15h45	5	Gymnastique	Gymnase
Activités extra-scolaires			
16h00 à 17h		Équipe de football	Terrain de sport

Variations en fonction du temps – différentes mesures de L_{eq} pondéré A sur des intervalles séquentiels de 15 minutes pendant la période de contrôle.

Période se terminant à	L_{eq} dB(A)	Période se terminant à	L_{eq} dB(A)
9h15	76	13h15	73
9h30	79	13h30	72
9h45	78	13h45	71
10h00	77	14h00	<70
10h15	77	14h15	<70
10h30	86	14h30	<70
10h45	88	14h45	74
11h00	90	15h00	83
11h15	87	15h15	83
11h30	74	15h30	84
11h45	78	15h45	80
12h00	77	16h00	72
12h15	79	16h15	82
12h30	77	16h30	78
12h45	74	16h45	80
13h00	75	17h00	78

Les résultats du dosimètre montrent que le professeur est exposé au-delà du premier seuil d'action étant donné que l'exposition quotidienne au bruit est 81 dB(A). Les variations en fonction du temps montrent montre que la leçon d'aérobic est la période la plus bruyante de la journée.

6.4. Après les mesures

Respectez les instructions du fabricant :

- Vérifiez à nouveau le bon état des piles de l'instrument et de son calibreur.
- Revérifiez et enregistrez l'indication du sonomètre à l'aide du calibreur.

Sortez les piles du sonomètre et du calibreur pour éviter de les endommager en dehors de la période d'utilisation.

6.5. Mesure du bruit « dans » l'oreille

L'exposition au bruit à partir de sources proches de l'oreille, telles que des casques ou oreillettes de communication, ou en cas de port de casques moto ou de tir ne peut pas être évaluée à partir de mesurages avec un sonomètre ou dosimètre.

Figure 2.13 Mesures du bruit près de l'oreille avec les méthodes HATS et MIRE
(© et by courtesy of Health and Safety Executive – Grande-Bretagne)
A gauche : Simulateur de tête et buste (source HEAD Acoustics GmbH, Allemagne)
A droite : MIRE

Le niveau de bruit ne peut être estimé qu'à partir de mesures dans l'oreille. Il existe deux méthodes de mesure : une technique de microphone placé dans une oreille réelle (MIRE) décrite dans la norme EN ISO 11904-1:2002, et une technique utilisant un simulateur artificiel de tête et buste (HATS) décrit dans l'ISO 119042:2004. Ces mesures sont complexes et ne doivent être effectuées que par des spécialistes compétents.

7. ÉVALUATION DES RÉSULTATS DES ÉVALUATIONS

7.1. Calcul de l'exposition au bruit

7.1.1. Méthode de calcul

L'exposition au bruit est calculée à partir du niveau et de la durée de l'exposition au bruit pendant la journée. Il existe un large éventail de méthodes simples, notamment les graphiques, nomogrammes et programmes informatiques. L'exemple ci-dessous illustre une méthode simple de calcul de l'exposition par addition des points d'exposition[22].

1. Pour obtenir le niveau de pression acoustique ou les mesures L_{eq}utilisez les points d'exposition correspondants dans le tableau 2.1.

2. Multipliez le nombre de points par le nombre d'heures d'exposition au niveau correspondant

ou

Pour une mesure d'événements discrets, multipliez le nombre de points (EP) par la durée de la mesure en heures (t) et le nombre d'événements au cours d'une journée (N), puis divisez par le nombre d'événements de la mesure (m).

$$\frac{EP \times t \times N}{m}$$

3. Additionnez les points d'exposition pour toutes les périodes d'exposition de la journée.

4. Consultez la mesure $L_{Ex,d}$ dans la colonne 3 correspondant au total des points d'exposition de la colonne 2.

5. Si vous avez également besoin du calcul du niveau d'exposition sonore hebdomadaire, additionnez les points d'exposition de la semaine et calculez la moyenne hebdomadaire en divisant le total par 5.

Le Tableau 2.3 présente quelques exemples de calculs.

Niveau de pression acoustique ou L_{eq} dB(A)	Points d'exposition	Niveau d'exposition quotidienne au bruit ($L_{EX,d}$) dB(A)
104	1000	95
103	800	94
102	640	93
101	500	92
100	400	91
99	320	90
98	250	89
97	200	88
96	160	87
95	130	86
94	100	85
93	80	84
92	64	83
91	50	82
90	40	81
89	32	80
88	25	79
87	20	78
86	16	77
85	13	76
84	10	75
83	8,0	
82	6,4	
81	5,0	
80	4,0	
79	3,2	
78	2,5	
77	2,0	
76	1,6	
75	1,3	

Tableau 2.3 Tableau de calcul des points d'exposition au bruit

22. Un simple point d'exposition au bruit correspond à une exposition personnelle au bruit quotidienne de 65 dB(A).

Exemples : Calcul de l'exposition à l'aide des points d'exposition au bruit

Exemple 1

Meulage de moules				
Source du bruit	**L_{eq} dB(A)**	**dB(C) crête**	**Durée de la mesure**	**Période d'exposition**
Poste de l'opérateur	89	115	300 secondes	4 heures
Point de collecte des moules	86	111	50 secondes	30 minutes
Machine à nettoyer à l'air comprimé	97	126	200 secondes	45 minutes
Emballage et expédition des moules	<70	108	100 secondes	1 heure 30 minutes

Détails de l'exposition	**Points d'exposition**
4 heures à 89 dB(A)	4 x 32 = 128
0,5 heure à 86 dB(A)	0,5 x 16 = 8
45 minutes à 97 dB(A)	0,75 x 200 = 150
Une exposition inférieure à 70 dB(A) n'est pas significative	0
Total Points d'exposition	286
Niveau d'exposition quotidienne au bruit	**Entre 89 et 90 dB(A)**

Exemple 2

Les mesures de bruit sont effectuées pendant le tir de quatre cartouches de fusil (m = 4)La valeur L_{eq} est 102 dB(A) (EP = 640) pendant 100 s (t = 100 secondes = 0,028 heure) de mesure. L'opérateur devrait normalement tirer 10 (N = 10) cartouches par jour. Dans son secteur de travail, le bruit de fond est inférieur à 75 dB(A).

Détails de l'exposition	**Points d'exposition**
10 coups où 4 coups en 100 s donnent un L_{eq} de 102 dB(A)	(640 x 0,028 x 10)/4 = 45
Total Points d'exposition	45

Formules de calcul de l'exposition au bruit :

L'exposition quotidienne au bruit *($L_{EX,d} = L_{EX,8h}$) s'obtient en additionnant toutes les expositions au bruit pendant la journée sous la forme d'une moyenne pondérée dans le temps des niveaux d'exposition au bruit pour une journée de travail nominale de huit heures, définie par la norme internationale* ***ISO 1999: 1990****, au point 3.6. Cependant, il ne s'agit pas d'une simple addition car les niveaux en dB sont des valeurs logarithmiques et non des valeurs linéaires.*

Quand les valeurs L_{eq} ou SPL ont été mesurées :

$$L_{EX,d} = 10\log_{10}\left[\frac{1}{T_0}\sum_{i=1}^{i=n} T_i \cdot 10^{0.1(L_{Aeq})_i}\right]$$

dans laquelle:

la journée de travail comprend n périodes discrètes, et
T_0 = 8 heures = 28 800 secondes ;
T_i = durée de la période i, en secondes ;
($LA_{eq}i$ = le niveau de pression acoustique équivalent continu pondéré A (ou niveau de pression acoustique) auquel la personne est exposée pendant la période I ; ainsi que

$\sum T_i = T_e =$ la durée de l'exposition quotidienne au bruit de la personne, en secondes

Quand des valeurs discrètes (ponctuelles) de L_{eq} ont été mesurées

$$L_{EX,d} = L_{eq} + 10\log_{10}\left[\frac{n.t}{m.T_o}\right]$$

dans laquelle:

n = nombre de fois où l'événement sonore se produit pendant la journée de travail
m = nombre de fois où l'évènement s'est produit au cours du mesurage
T_o = 8 heures = 28 800 secondes
t = durée de la mesure

Formules de calcul de l'exposition au bruit :

L'exposition hebdomadaire au bruit *($L_{EX,w}$ = $L_{EX,8h}$) s'obtient en additionnant toutes les expositions au bruit pendant la semaine sous la forme d'une moyenne pondérée dans le temps des niveaux d'exposition au bruit pour une semaine nominale de cinq journées de travail de huit heures, définie par la norme internationale* ***ISO 1999: 1990****, au point 3.6. Cependant, il ne s'agit pas d'une simple addition car les niveaux en dB sont des valeurs logarithmiques et non des valeurs linéaires.*

Le niveau d'exposition sonore hebdomadaire peut être exprimé mathématiquement ainsi :

$$L_{EX,w} = 10\log_{10}\left[\frac{1}{5}\sum_{i=1}^{i=m} 10^{0.1(L_{EX,8h})}\right]$$

dans laquelle:

($L_{EX,8h}$i = les valeurs de $L_{EX,d}$ pour chacune des « m » journées de travail de la semaine considérée

7.1.2. Incertitude de la mesure

Toutes les mesures s'accompagnent d'une incertitude. Dans le cas de variations de niveau ou de tâches, plusieurs mesures répétées peuvent s'avérer nécessaires et il peut être utile de faire reposer l'évaluation sur l'exposition quotidienne la plus élevée et la plus probable.

La mesure génère des incertitudes dues à la précision du sonomètre et à la méthode appliquée. La première est générée par l'équipement de mesure et la seconde est liée à la sélection des situations statistiques représentatives en raison des variations au jour le jour de l'exposition et des écarts entre les mesures répétées (échantillonnage). Les sonomètres de type 1 ou de classe 1 sont les instruments les plus précis pour les mesures sur le terrain ; les dosimètres et sonomètres de type 2 ou de classe 2 sont moins précis. Cependant, quelle que soit la précision de l'instrument utilisé, l'incertitude liée aux variations des conditions d'exposition a bien souvent une plus grande importance que l'incertitude due à la précision de l'instrument.

Dans tous les cas, la valeur d'incertitude des mesures au cours de la procédure doit être incluse dans le compte rendu d'évaluation.

Formules de calcul de l'exposition au bruit :

La norme ***ISO 9612*** *« Acoustique -- Guide pour le mesurage et l'évaluation de l'exposition au bruit en milieu de travail » donne des stratégies de mesure afin d'évaluer l'exposition au bruit. Les méthodes décrites dans cette norme sont conçues pour optimiser les efforts requis afin d'obtenir un degré de précision donné. Ces procédures sont plus complexes et plus détaillées que les procédures simples données dans ce guide, mais elles sont utiles lorsqu'un haut degré de précision des mesures s'avère nécessaire.*

L'article 4 de la directive 2003/10/CE prévoit cependant ce qui suit :

2. Les méthodes et appareillages utilisés sont adaptés aux conditions existantes, compte tenu notamment des caractéristiques du bruit à mesurer, de la durée d'exposition, des facteurs ambiants et des caractéristiques de l'appareil de mesure.

   Ces méthodes et ces appareillages permettent de déterminer les paramètres définis à l'article 2 et de décider si, dans une situation donnée, les valeurs fixées à l'article 3 sont dépassées.

3. Les méthodes utilisées peuvent comporter un échantillonnage qui est représentatif de l'exposition du travailleur.

4. L'évaluation et la mesure visées au paragraphe 1 sont planifiées et effectuées par des services compétents à des intervalles appropriés, en tenant compte, notamment, de l'article 7 de la directive 89/391/CEE concernant les compétences (personnes ou services) nécessaires. Les données issues de l'évaluation et/ou de la mesure du niveau d'exposition au bruit sont conservées sous une forme susceptible d'en permettre la consultation à une date ultérieure.

5. Pour l'application du présent article, l'évaluation des résultats des mesures prend en compte l'incertitude de mesure déterminée conformément aux pratiques de la métrologie.

6. Conformément à l'article 6, paragraphe 3, de la directive 89/391/CEE, l'employeur prête une attention particulière, au moment de procéder à l'évaluation des risques, aux éléments suivants:
   a) le niveau, le type et la durée d'exposition, y compris toute exposition au bruit impulsif;

b) les valeurs limites d'exposition et les valeurs d'exposition déclenchant l'action fixées à l'article 3 de la présente directive;
c) toute incidence sur la santé et la sécurité des travailleurs appartenant à des groupes à risques particulièrement sensibles;
d) dans la mesure où cela est réalisable sur le plan technique, toute incidence sur la santé et la sécurité des travailleurs résultant d'interactions entre le bruit et des substances ototoxiques d'origine professionnelle et entre le bruit et les vibrations;
e) toute incidence indirecte sur la santé et la sécurité des travailleurs résultant d'interactions entre le bruit et les signaux d'alarme ou d'autres sons qu'il importe d'observer afin de réduire le risque d'accidents;
f) les renseignements sur les émissions sonores fournis par les fabricants des équipements de travail conformément aux directives communautaires en la matière;
g) l'existence d'équipements de travail de remplacement conçus pour réduire les émissions sonores;
h) la prolongation de l'exposition au bruit au-delà des heures de travail, sous la responsabilité de l'employeur.

7.2. Identification des sources de bruit significatives

Pour obtenir une réduction du bruit optimale, il est préférable de s'attaquer aux secteurs et aux activités qui contribuent le plus à l'exposition quotidienne au bruit. La source la plus importante n'est pas nécessairement celle qui produit le niveau sonore le plus élevé, mais celle qui apporte le plus grand nombre de points d'exposition dans le niveau d'exposition quotidienne au bruit.

Exemple :

Opérateur de meulage de moules	Points d'exposition
Poste de l'opérateur	128
Point de collecte des moules	8
Machine à nettoyer à l'air comprimé	150
Emballage et expédition des moules	0
Total Points d'exposition	286
Niveau d'exposition quotidienne au bruit	**Entre 89 et 90 dB(A)**

Étant donné que les points où le bruit est le plus élevé sont ceux du nettoyage de la machine, cette tâche est prioritaire pour le contrôle du bruit ou la réduction du risque. La deuxième priorité d'action est de réduire le bruit au niveau du poste de l'opérateur.

7.3. Interactions entre bruit, agents ototoxiques d'origine professionnelle et vibrations

D'après les études scientifiques, il est largement reconnu qu'il existe une interaction entre le bruit et à la fois les agents ototoxiques et les vibrations (voir aussi le chapitre 7, point 4.1). L'article 4, paragraphe 6, point d) de la directive 2003/10/EC prescrit de tenir compte de ces interactions lors de l'évaluation des risques, dans la mesure où cela est techniquement possible.

Le chapitre 7 ***« Altération de l'ouïe et surveillance de la santé »*** donne une liste non exhaustive d'agents chimiques ototoxiques liés aux secteurs concernés.

Les rapports exacts entre réaction et dose quantitative ne sont pas disponibles à l'heure actuelle pour ces interactions, même pour les agents ototoxiques listées et l'on ne dispose que de connaissances de base sur les interactions entre le bruit et les vibrations.

Il n'est pas possible actuellement de fournir des règles pragmatiques ou des seuils pour ces interactions applicables à l'évaluation des risques. D'autres études plus approfondies s'avèrent nécessaires, éventuellement appuyées sur des conférences scientifiques au niveau européen et à celui des États Membres.

Pour assurer que des mesures sont prises en dépit de l'absence de connaissances scientifiques sur les rapports dose-réaction, certains experts préconisent d'abaisser les seuils d'action pour la surveillance de la santé (tests audiométriques) de 5 dB en cas d'exposition combinée au bruit et aux agents ototoxiques ou au bruit et à un niveau élevé de vibrations, en plus de la valeur déclenchant l'action requise par la directive 2002/44/CE[23] relative aux vibrations. Selon des études scientifiques, les vibrations transmises au système main-bras comme les vibrations transmises à l'ensemble du corps entrent en interaction avec le bruit. On ne dispose toutefois pas de relations dose-réponse précises sur ces interactions. Le chapitre 7 fournit des indications à ce sujet.

7.4. Exigences en matière de protections individuelles contre le bruit

La directive exige que la détermination de l'exposition réelle des travailleurs ne tienne compte de l'atténuation fournie par les protections individuelles portées par le travailleur que lors de l'application des valeurs limites

23. 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), JO L 177 du 06.07.2002, p. 13.

d'exposition. L'exposition au bruit avec port de protecteurs est évaluée à partir des niveaux d'exposition au bruit auquel la personne concernée est exposée et à partir des calculs utilisant les données de test standard fournies avec les protections.Des orientations sur ce sujet figurent au chapitre 5 « ***Équipements de protection individuelle (EPI) : Caractéristiques et choix des protecteurs auditifs individuels (PAI)*** ».

8. INFORMATION, CONSULTATION, PARTICIPATION ET FORMATION DES TRAVAILLEURS

La directive-cadre 89/391/CEE (articles 10, 11, 12) fixe diverses obligations auxquels doit se soumettre l'employeur pour prendre les mesures appropriées afin d'informer, consulter, former les travailleurs et/ou leurs représentants et les faire participer à toutes les questions liées à la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs sur les lieux de travail, conformément aux pratiques et/ou législations nationales.

La directive 2003/10/EC (articles 8 et 9) stipule en particulier que :

Article 8:

Sans préjudice des articles 10 et 12 de la directive 89/391/CEE, l'employeur veille à ce que les travailleurs qui sont exposés sur leur lieu de travail à un niveau sonore égal ou supérieur aux valeurs d'exposition inférieures déclenchant l'action, et/ou leurs représentants, reçoivent des informations et une formation en rapport avec des risques découlant de l'exposition au bruit, notamment en ce qui concerne:

(a) la nature de ce type de risques;
(b) les mesures prises en application de la présente directive en vue de supprimer ou de réduire au minimum les risques résultant du bruit, y compris les circonstances dans lesquelles les mesures s'appliquent;
(c) les valeurs limites d'exposition et les valeurs d'exposition déclenchant l'action fixées à l'article 3 de la présente directive;
(d) les résultats des évaluations et des mesures du bruit effectuées en application de l'article 4 de la présente directive accompagnés d'une explication relative à leur signification et aux risques potentiels;
(e) l'utilisation correcte de protecteurs auditifs;
(f) l'utilité et la façon de dépister et de signaler des symptômes d'altération de l'ouïe;
(g) les conditions dans lesquelles les travailleurs ont droit à une surveillance de la santé et le but de cette surveillance de la santé, conformément à l'article 10 de la présente directive;
(h) les pratiques professionnelles sûres, afin de réduire au minimum l'exposition au bruit.

Article 9:

La consultation et la participation des travailleurs et/ou de leurs représentants ont lieu conformément à l'article 11 de la directive 89/391/CEE en ce qui concerne les matières couvertes par la présente directive, notamment:

- l'évaluation des risques et la détermination des mesures à prendre, visées à l'article 4,
- les mesures visant à supprimer ou à réduire les risques résultant de l'exposition au bruit, visées à l'article 5,
- le choix de protecteurs auditifs individuels visés à l'article 6, paragraphe 1, point c).

CHAPITRE 3 :
Conception du lieu de travail

1. EXIGENCES DES DIRECTIVES 58
2. INFLUENCE DU LOCAL (ASPECT PRATIQUE) 58
   2.1. Réflexion et absorption 58
   2.2. Champ réverbéré et champ direct 59
3. CARACTÉRISATION D'UN LOCAL 60
   3.1. Durée de réverbération 60
   3.2. Courbe de distribution spatiale du son 60
4. SOLUTIONS POUR AMÉLIORER LES PERFORMANCES DU LIEU DE TRAVAIL 61
   4.1. Aménagements du lieu de travail 61
   4.2. Installation de matériaux et dispositifs absorbants 61
5. CALCULS ACOUSTIQUES PRÉVISIONNELS 62

1. EXIGENCES DES DIRECTIVES

L'article 6 de la directive cadre 89/391/CEE[24] impose des obligations générales à l'employeur :

1. Dans le cadre de ses responsabilités, l'employeur prend les mesures nécessaires pour la protection de la sécurité et de la santé des travailleurs, y compris les activités de prévention des risques professionnels, d'information et de formation ainsi que la mise en place d'une organisation et de moyens nécessaires.

   L'employeur doit veiller à l'adaptation de ces mesures pour tenir compte du changement des circonstances et tendre à l'amélioration des situations existantes.

2. L'employeur met en œuvre les mesures prévues au paragraphe 1 premier alinéa sur la base des principes généraux de prévention suivants
   a) éviter les risques;
   b) évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités ;
   c) combattre les risques à la source ;
   d) adapter le travail à l'homme, en particulier en ce qui concerne la conception des postes de travail ainsi que le choix des équipements de travail et des méthodes de travail et de production, en vue notamment d'atténuer le travail monotone et le travail cadencé et de réduire les effets de ceux-ci sur la santé ;
   e) tenir compte de l'état d'évolution de la technique ;
   f) remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou par ce qui est moins dangereux ;
   g) planifier la prévention en visant un ensemble cohérent qui intègre dans la prévention la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants au travail ;
   h) prendre des mesures de protection collective par priorité à des mesures de protection individuelle ;
   i) donner les instructions appropriées aux travailleurs.

L'employeur est tenu d'observer les dispositions ci-après de l'article 9 de la directive cadre 89/391/CEE :

1. L'employeur doit :
   a) disposer d'une évaluation des risques pour la sécurité et la santé au travail, y compris ceux concernant les groupes des travailleurs à risques particuliers ;
   b) déterminer les mesures de protection à prendre et, si nécessaire, le matériel de protection à utiliser ;

Enfin, l'article 5 de la directive Bruit 2003/10/CE[25] contient des dispositions visant à éviter ou réduire l'exposition :

1. En tenant compte du progrès technique et de la disponibilité de mesures de maîtrise du risque à la source, les risques résultant de l'exposition au bruit sont supprimés à leur source ou réduits au minimum.

   La réduction de ces risques se base sur les principes généraux de prévention figurant à l'article 6, paragraphe 2, de la directive 89/391/CEE, et prend en considération, notamment :
   a) d'autres méthodes de travail nécessitant une exposition moindre au bruit ;
   b) le choix d'équipements de travail appropriés émettant, compte tenu du travail à effectuer, le moins de bruit possible, y compris la possibilité de mettre à la disposition des travailleurs des équipements soumis aux dispositions communautaires dont l'objectif ou l'effet est de limiter l'exposition au bruit ;
   c) la conception et l'agencement des lieux et des postes de travail ;

2. INFLUENCE DU LOCAL (ASPECT PRATIQUE)

2.1. Réflexion et absorption

Chaque son émis dans un atelier se réfléchit sur les murs du local. L'exposition au bruit dans le local est accrue par ces sons réfléchis.

- Chaque fois que le son atteint une paroi, une partie de son énergie est réfléchie.
- La pièce influence donc l'ambiance acoustique ; ce phénomène est appelé "réverbération".
  - L'exposition globale est la somme du son venant directement de l'équipement et les multiples réflexions arrivant au même endroit.
  - Pour atténuer le son réfléchi, il convient de placer des absorbants acoustiques sur les surfaces de la pièce ou sur le trajet du son, en suspendant des baffles ; ces dispositifs sont présentés plus loin (section 4.2).

24. 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, JO L 183 du 29.06.1989, p. 1.

25. 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), JO L 42 du 15.02.2003, p. 38.

Exemples :

les deux extrêmes des influences acoustiques de local sont une cathédrale (grande réverbération) et un petit bureau revêtu de matériaux absorbants et de moquette, la zone la plus absorbante étant... un endroit à ciel ouvert !

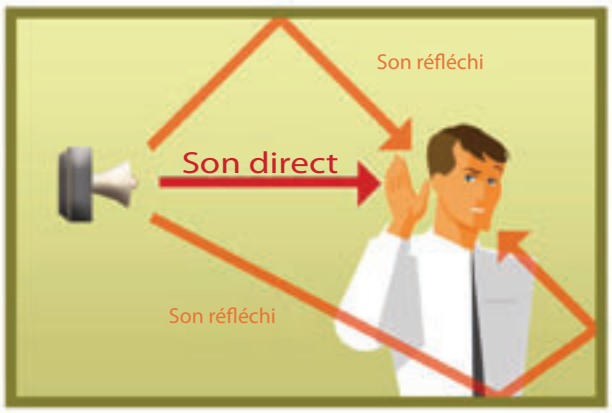


Figure 3.1 : le son émis par une source sonore est réfléchi sur les différentes parois du lieu de travail. Les sons réfléchis s'ajoutent au son direct dans l'exposition du travailleur.

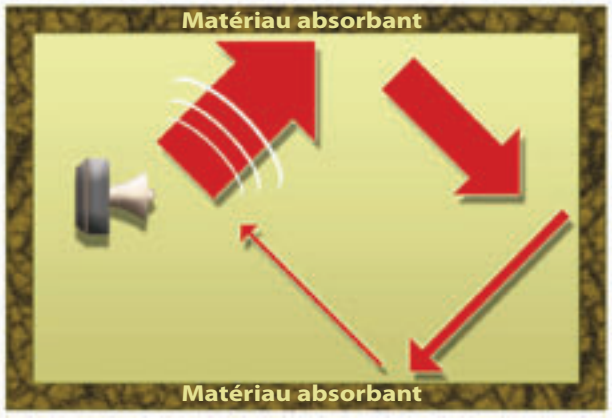


Figure 3.2 : les matériaux et systèmes absorbants atténuent le son réfléchi et permettent donc de diminuer l'influence de l'atelier.

2.2. Champ réverbéré et champ direct

L'influence du local sur l'exposition au bruit varie énormément en fonction de la distance par rapport à la source sonore. Elle est dominante lorsque la source est éloignée.

- Plus on est loin de l'équipement, plus l'influence du son réfléchi est importante ; le local peut ainsi être partagé en différentes zones en fonction de la distance par rapport à la source sonore.
  - A proximité de l'équipement, le son direct est dominant : la zone est appelée "champ direct" ;
  - loin de l'équipement, le son réfléchi est dominant : la zone est appelée "champ réverbéré" ; l'influence du local est telle que le niveau sonore est relativement stable dans cette zone.
- La correction du local par une absorption acoustique est essentiellement efficace dans le champ réverbéré ; elle est peu utile dans le champ direct.

Exemples :

une distance de quelques mètres par rapport à une machine peut être considérée comme une dimension approximative pour la zone de champ direct.

L'utilisateur d'un équipement de travail est généralement dans le champ direct du bruit de l'équipement ; l'absorption des parois qui l'entourent agirait sur les travailleurs environnants plus que sur l'utilisateur lui-même.

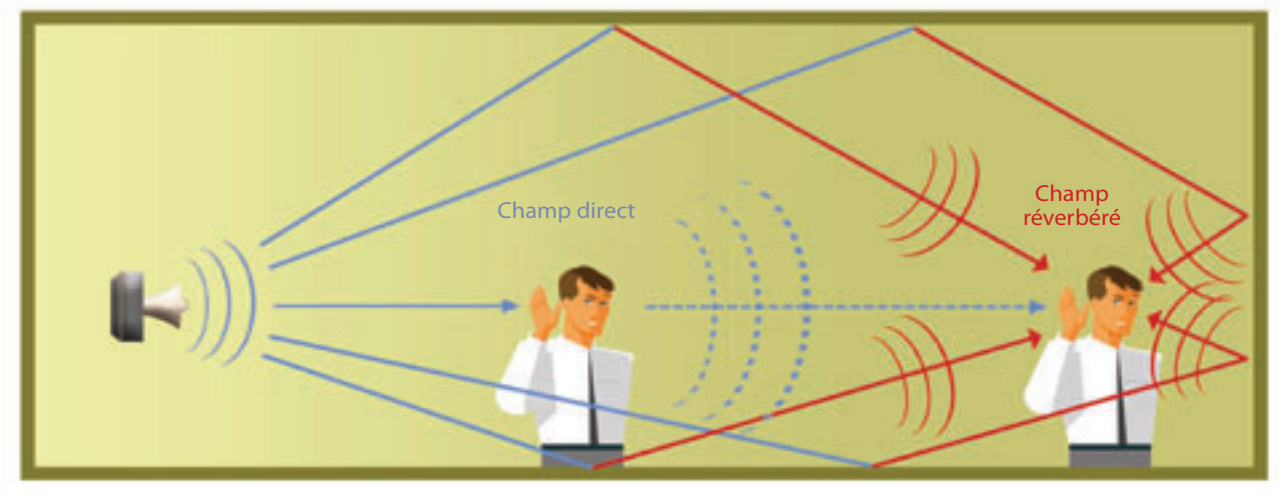


Figure 3.3 A proximité de la source sonore, le bruit dominant vient directement de la source elle-même : cette zone est appelée "champ direct". Loin de la source, c'est le son réfléchi qui domine ; cette zone est appelée "champ réverbéré".

Des séparations assureront une isolation acoustique. L'isolation acoustique entre une source et un auditeur atténue le son perçu (cf. chapitre « Techniques de réduction du bruit »). En ce qui concerne la réverbération, lorsque le lieu de travail est divisé en plusieurs pièces, chacune devrait être étudiée séparément.

Il existe de nombreux logiciels spécialisés dans l'analyse de l'absorption des lieux de travail. Ils permettent de déterminer la quantité et la localisation les plus appropriées des matériaux absorbants, par rapport au gain acoustique et au coût engagé.

Les meubles, les petites parois et les gros équipements ont également un rôle dans l'influence du lieu de travail : ils agissent sur la réflexion, l'isolation et l'absorption. Si leurs dimensions sont importantes par rapport à l'espace du local, ils devraient être pris en compte dans une analyse acoustique.

3. CARACTÉRISATION D'UN LOCAL

3.1. Durée de réverbération

La mesure de la durée de réverbération permet d'estimer l'influence acoustique globale d'un local.

- Lorsque l'on interrompt une source sonore dans un local, les réflexions du son passent d'un mur à l'autre ; leur énergie diminue d'une réflexion à l'autre jusqu'à ce qu'elle soit masquée par le bruit de fond du local.
- Plus le local présente de réverbération, plus le niveau sonore diminue lentement : l'influence acoustique de la pièce peut alors être estimée par une durée de décroissance du niveau sonore. Cette durée, appelée "temps de réverbération" et notée Tr correspond à une diminution de 60 dB.
- La source sonore utilisée pour la mesure $\mathbf{T_r}$ peut être une source impulsionnelle (par exemple un tir d'arme à feu) ou un bruit permanent stable interrompu soudainement.

Exemples :

les durées de réverbération moyennes sont d'environ 0,5 seconde pour une chambre à coucher, 1 à 2 secondes pour une salle de concert, 4 à 8 secondes pour une cathédrale.

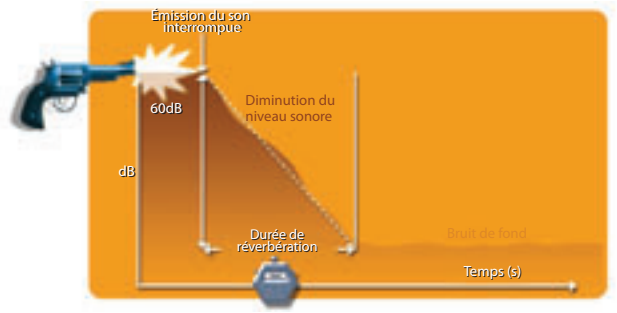


Figure 3.4 L'influence acoustique du local peut être prise en compte lorsque l'on interrompt un son et que l'on mesure sa diminution du fait des réflexions des parois. La "durée de réverbération" Tr est la durée de diminution d'un niveau sonore de 60 dB.

3.2. Courbe de distribution spatiale du son

L'influence acoustique du local dans l'espace peut être abordée par la décroissance du son le long de ses dimensions. Elle peut être évaluée par le taux de décroissance du son avec la distance ou par une amplification du bruit en certains points.

- Si vous placez une source sonore stable et permanente à l'extrémité du local, et si vous la faîtes fonctionner en continu, vous pouvez mesurer la réduction du niveau sonore sur un axe de la pièce ; le résultat est appelé "courbe de distribution spatiale du son".
- L'influence de la pièce peut être évaluée par le paramètre DL_2, qui compte le taux de réduction du niveau sonore lorsque la longueur depuis la source du son est doublée ; $\mathbf{DL_2}$ est appelé "taux de décroissance spatiale par doublement de la distance".
- En plein air (appelé aussi "champ libre"); la réduction du niveau sonore est de 6 dB par doublement de la distance (c'est-à-dire que DL_2 égale 6).
- L'amplification acoustique du local à un endroit est donc évaluée en comparant la décroissance sonore du local avec celle du champ libre ; la différence marquée $\mathbf{DL_f}$ est "l'amplification sonore du local", appelée "amplification acoustique".

De manière générale, on peut faire les considérations suivantes sur les différents paramètres acoustiques d'un local :

- Une amplification acoustique faible du local correspond à une valeur élevée de DL_2 et à des valeurs basses de DL_f et T_r.
- Les valeurs de DL_2, DL_f et T_r changent avec la fréquence ; elles peuvent être mesurées par octaves.
- ·Les valeurs de T_r, DL_2 et DL_f changent avec le volume du local.

Exemples :

l'EN ISO 11690-1 recommande les valeurs suivantes : une durée T_r inférieure à 0,8 s pour un volume de local inférieur à 200 m^3, une durée T_r inférieure à 1,3 s pour un volume de local inférieur à 1000 m^3, et une DL_2 supérieure à 3 ou 4 pour des volumes supérieurs.

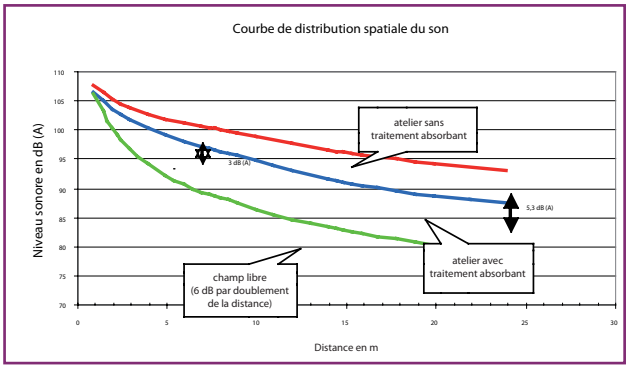


Figure 3.5 La diminution du son dans l'atelier peut être mesurée en suivant une ligne traversant le local, depuis la source du bruit jusqu'à l'extrémité de la pièce. L'influence acoustique du local peut alors être envisagée de deux façons différentes : son "taux moyen" de la décroissance sonore, ou par comparaison avec ce qui serait la décroissance en plein air (champ libre). (© INRS-CRAM Rennes).

Les paramètres acoustiques du local ne sont pas régis par des directives européennes ; cependant, certaines réglementations nationales donnent des seuils en fonction des dimensions des locaux et de leur encombrement intérieur. Les valeurs recommandées par l'EN-ISO 11690 sont données ci-dessus.

DL_2 et DL_f sont les paramètres les plus représentatifs pour la qualification d'un atelier ; cependant, quand il s'agit de locaux plus petits qui ne permettent pas une mesure D_L fiable, le paramètre T_r est plus adapté.

L'absorption du local peut aussi être caractérisée par un autre paramètre : il s'agit de la « surface équivalente d'absorption », notée A_{eq}, qui correspond à la quantité de surface totalement absorbante qui aurait la même absorption que le local lui-même.

La « formule de Sabine » est couramment utilisée ; elle établit un lien entre le volume du local V, sa surface totale S, et la durée de réverbération T_r :

$$a_s = (0{,}16\ V) / (T_r\ S)$$

a_s étant le « coefficient d'absorption de Sabine ».

4. SOLUTIONS POUR AMÉLIORER LES PERFORMANCES DU LIEU DE TRAVAIL

4.1. Aménagements du lieu de travail

Les aménagements des lieux de travail concernent les solutions en matière de bruit présentées dans le chapitre 4 du guide **« Comment réduire l'exposition au bruit ? » :** parmi les

- « actions en amont » figurent les solutions d'organisation, dont les aménagements des locaux tels que l'emplacement des équipements, la mise à disposition de télécommandes, etc.
- parmi les actions sur la transmission aérienne figurent les écrans, qui doivent être placés le plus près possible du travailleur.

4.2. Installation de matériaux et dispositifs absorbants

Le traitement absorbant vise à atténuer le niveau sonore réfléchi.

- Les performances d'absorption d'un matériau ou d'un système sont données par le coefficient d'absorption α, qui correspond au rapport entre l'énergie absorbée et l'énergie acoustique incidente totale.
- La totalité de la plage de valeurs α possibles va de 0 (aucune absorption) à 1 (absorption totale, c'est-à-dire l'air libre).
- Pour un même matériau ou système, les valeurs de α changent avec la fréquence.
- Les solutions d'absorption peuvent être classées en plusieurs familles :
  - les matériaux poreux (laine de verre, laine de roche...) dissipent l'énergie acoustique par diffusion à travers leur épaisseur ; ce sont les plus efficaces aux hautes fréquences ; ils sont placés sur les surfaces murales, ou sous la forme de parallélépipèdes suspendus sous les plafonds (appelés « baffles »),
  - les "membranes" sont des plaques de bois fixées sur les murs par l'intermédiaire de tasseaux; la dissipation d'énergie est assurée par la déformation de la plaque compressant l'air derrière ; ils sont beaucoup plus efficaces aux basses fréquences,
  - les « résonateurs » sont des cavités d'air reliées à l'air ambiant par un col (comme une bouteille) ; l'énergie acoustique est dissipée par le mouvement de l'air dans la cavité ; ils sont efficaces pour une bande de fréquence étroite, déterminée par la géométrie du dispositif.
- Pour un même système, les valeurs de α changent avec la géométrie, la densité, l'épaisseur, etc.

Exemples :

les valeurs moyennes de α sont 0,01 pour le marbre, 0,04 pour le béton, 0,8 pour la laine de verre… Le tableau ci-dessous illustre une évolution moyenne de α avec la fréquence :

α	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	4000 Hz
laine de verre	0,3	0,7	0,9	0,95
membrane	0,6	0,4	0,2	0,1
Résonateur (conçu à 500 Hz)	0,2	0,9	0,2	0,05

Le chapitre 4 **« Comment réduire l'exposition au bruit ? »** aborde quelques exemples industriels et spécifications utilisées pour les commandes de matériaux absorbants.

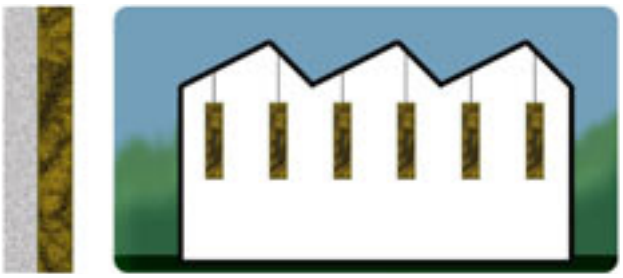


Figure 3.6 Il est possible de mettre en place des matériaux poreux sur les murs de l'atelier, ou comme "baffles" en les suspendant au plafond. Ils atténuent le son en hautes fréquences.

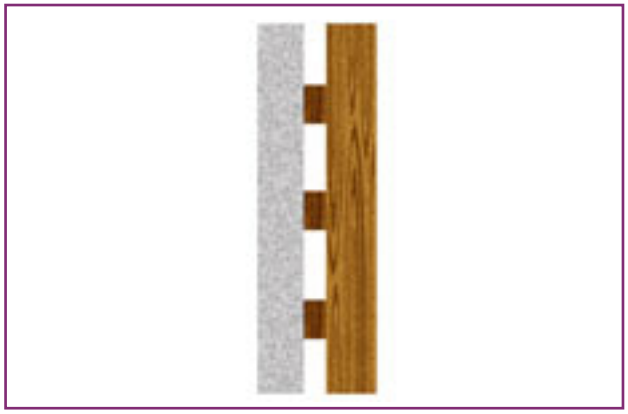


Figure 3.7 Les "membranes" sont des plaques de bois fixées aux murs par des tasseaux. Elles atténuent le son en basses fréquences.

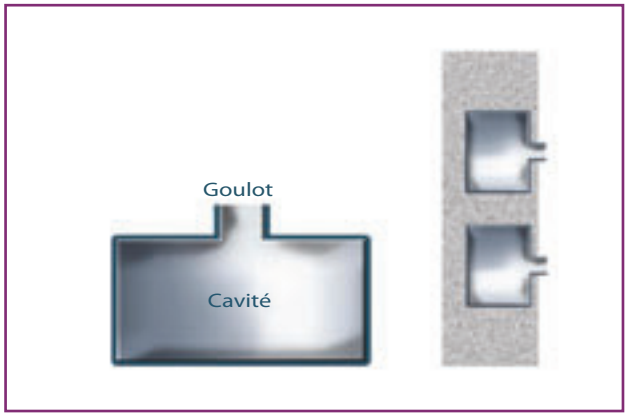


Figure 3.8 Les "résonateurs" acoustiques sont des volumes ouverts enfermant l'air. Ils sont généralement placés à l'intérieur de l'épaisseur des murs. Ils atténuent le son à une fréquence précise.

Comme nous l'avons vu précédemment, l'influence acoustique de la pièce est différente selon que nous sommes près ou loin de la source du bruit ; le gain procuré par l'absorption acoustique du local varie de la même façon : il peut se situer entre 1 et 3 dB près de la source, et entre 5 et 12 dB loin de cette source (réf. EN ISO 11690).Le relief des surfaces a une incidence importante sur leur absorption, ce qui est pris en compte par une valeur moyenne mesurée pour une surface beaucoup plus grande que la géométrie du relief.

Par ailleurs, un mur est rarement homogène : il comporte des fenêtres, des portes, des revêtements... Si ces éléments ont une surface significative par rapport à celle du mur, ils doivent être pris en considération comme des composants individuels. Dans le cas contraire, il est possible de prendre en compte les valeurs moyennes de l'ensemble du mur.

5. CALCULS ACOUSTIQUES PRÉVISIONNELS

Lorsque l'on connaît l'émission sonore des équipements et les caractéristiques d'absorption du local, plusieurs méthodes et logiciels permettent de calculer la pression acoustique en plusieurs endroits.

- Il est nécessaire de disposer d'informations sur l'émission de bruit des équipements,
- les informations nécessaires concernant le lieu de travail sont les suivantes : géométrie, encombrement de l'espace; coefficient d'absorption de ses surfaces, ces derniers pouvant être approchés par des valeurs théoriques,
- les résultats peuvent être des niveaux de pression acoustique en certains emplacements, une carte du bruit, ou les paramètres d'absorption du local,
- c'est un bruit ambiant (immission) tenant compte de diverses sources d'émission et des réflexions des parois. Le calcul de l'exposition nécessiterait de tenir compte des durées d'exposition et des diverses localisations des postes de travail.

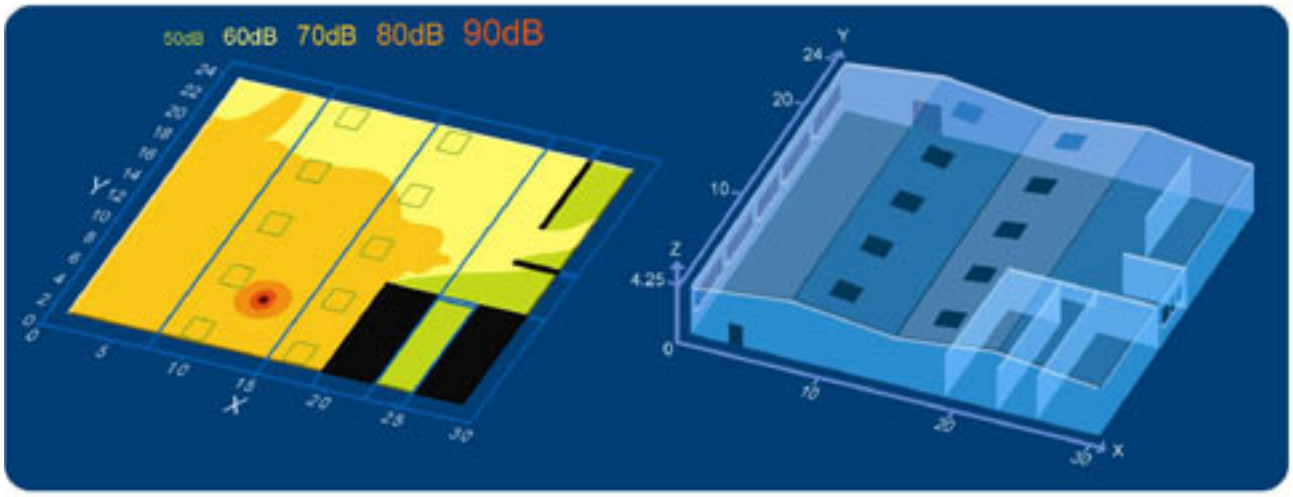


Figure 3.9 modélisation informatique du local de travail pour calculer les niveaux de bruit – ici, une carte de bruit où les niveaux sont représentés par une échelle de couleurs (logiciel RayPlus® © and courtesy by INRS - France)

Ces outils sont utilisés pour concevoir des lieux de travail neufs ou des locaux qui seront profondément modifiés. Ils permettent de calculer la situation future ; ils permettent de comparer plusieurs situations et de trouver une situation adéquate pour atteindre un nouvel objectif de niveau sonore.

Il est possible de comparer plusieurs situations en :

- changeant les émissions des équipements, ce qui impliquerait d'installer des équipements plus silencieux ou de prévoir des encoffrements, par exemple,
- modifiant les emplacements des travailleurs ou des équipements à l'intérieur de l'atelier,
- augmentant l'absorption du local sur les surfaces voulues.

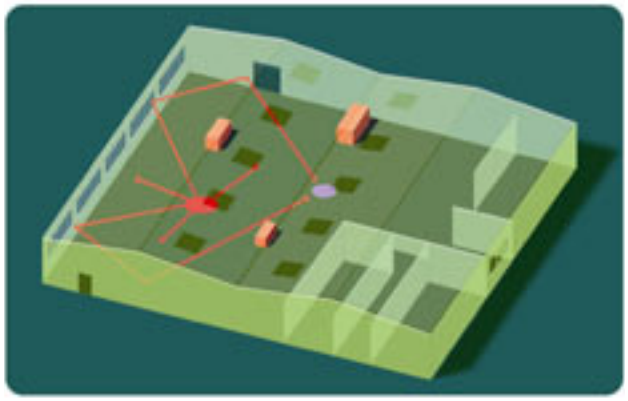


Figure 3.10 La modélisation permet de simuler diverses modifications de l'aménagement du lieu de travail et d'évaluer leurs avantages (logiciel RayPlus® © and courtesy by INRS - France)

Les résultats ont une valeur d'incertitude dépendant de la méthode de calcul, de la fiabilité des paramètres utilisés et des hypothèses de calcul. En tout état de cause, il est possible de comparer différents résultats correspondant à diverses solutions, ce qui permet d'aider à faire le bon choix.

On obtient le "bon choix" en tenant compte

- du niveau sonore calculé pour chaque situation,
- des conséquences de chaque solution (coût, influence sur le procédé, influence sur d'autres nuisances...).

*La norme **EN/ISO 11690-3:1997 donne quelques méthodes de calcul des niveaux de pression acoustique et d'immission sonore sur le lieu de travail.***

Il existe plusieurs logiciels de calcul de l'acoustique des locaux, qui diffèrent selon certains critères tels que l'ergonomie, la vitesse de calcul, la richesse des données disponibles (géométrie, caractéristiques de l'absorption des matériaux...), les hypothèses et la précision des calculs, etc.

De nombreuses méthodes utilisent des hypothèses simplifiées qui n'ont normalement pas beaucoup d'importance sur la fréquence immédiate, qui est la zone dominante d'exposition des travailleurs.

CHAPITRE 4 : Comment réduire l'exposition au bruit ?

1. EXIGENCES DES DIRECTIVES 66
2. IL EXISTE DE NOMBREUSES SOLUTIONS AUX PROBLÈMES DE BRUIT 66
   2.1. Priorité aux solutions collectives 66
   2.2. Guide pour une meilleure compréhension des solutions 66
   2.3. Les performances des solutions changent avec la fréquence 67
3. CLASSIFICATION DES TECHNIQUES DE RÉDUCTION DU BRUIT 67
4. ACTIONS DE TYPE ORGANISATIONNEL 69
5. ACTION SUR LA SOURCE 71
   5.1. Actions sur les sources fluides 71
   5.2. Actions sur les sources solidiennes 72
6. ACTION SUR LA TRANSMISSION AÉRIENNE 73
   6.1. Cloisonnement 73
   6.2. Encoffrements, cabines 74
   6.3. Écrans 75
   6.4. Absorption acoustique du local 75
7. ACTION SUR LA PROPAGATION SOLIDIENNE 76
8. SPÉCIFICATIONS EN VUE DE L'ACHAT DE SOLUTIONS 77
   8.1. Spécifications nécessaires 77
   8.2. Spécifications générales 77
   8.3. Sélection de normes 78

1. EXIGENCES DES DIRECTIVES

En matière de prévention ou de réduction de l'exposition aux risques liés au bruit, l'article 5 de la directive 2003/10/CE[26] prévoit ce qui suit :

1. En tenant compte du progrès technique et de la disponibilité de mesures de maîtrise du risque à la source, les risques résultant de l'exposition au bruit sont supprimés à leur source ou réduits au minimum.

   La réduction de ces risques se base sur les principes généraux de prévention figurant à l'article 6, paragraphe 2, de la directive 89/391/CEE, et prend en considération, notamment :
   a) d'autres méthodes de travail nécessitant une exposition moindre au bruit ;
   b) le choix d'équipements de travail appropriés émettant, compte tenu du travail à effectuer, le moins de bruit possible, y compris la possibilité de mettre à la disposition des travailleurs des équipements soumis aux dispositions communautaires dont l'objectif ou l'effet est de limiter l'exposition au bruit ;
   c) la conception et l'agencement des lieux et des postes de travail ;
   d) l'information et la formation adéquates des travailleurs afin qu'ils utilisent correctement les équipements de travail en vue de réduire au minimum leur exposition au bruit ;
   e) des moyens techniques pour réduire le bruit :
      – réduction du bruit aérien, par exemple par écrans, capotages, revêtements à l'aide de matériaux à absorption acoustique,
      – réduction du bruit de structure, par exemple en amortissant le bruit ou par l'isolation ;
   f) la conception et l'agencement des lieux et postes de travail ;
   g) la réduction du bruit par une meilleure organisation du travail :
      – la limitation de la durée et de l'intensité de l'exposition ;
      – organisation convenable des horaires de travail, prévoyant suffisamment de périodes de repos.

2. Sur la base de l'évaluation des risques, lorsque les valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action sont dépassées, l'employeur établit et met en œuvre un programme de mesures techniques et/ou organisationnelles visant à réduire l'exposition au bruit, en prenant en considération les mesures visées plus haut.

3. Sur la base de l'évaluation des risques, les lieux de travail où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à un bruit dépassant les valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action font l'objet d'une signalisation appropriée. Ces lieux sont en outre délimités et font l'objet d'une limitation d'accès lorsque cela est techniquement faisable et que le risque d'exposition le justifie.

4. Lorsque la nature de l'activité amène un travailleur à bénéficier de l'usage de locaux de repos sous la responsabilité de l'employeur, le bruit dans ces locaux est réduit à un niveau compatible avec leur fonction et leurs conditions d'utilisation.

5. En application de l'article 15 de la directive 89/391/CEE[27] , l'employeur adapte les mesures prévues au présent article aux besoins des travailleurs appartenant à des groupes à risques particulièrement sensibles."

2. IL EXISTE DE NOMBREUSES SOLUTIONS AUX PROBLÈMES DE BRUIT

2.1. Priorité aux solutions collectives

La priorité est donnée à la protection collective ; cette priorité est un principe de base de la prévention, telle que la conçoit la directive 89/391/CEE. De nombreuses solutions collectives sont proposées dans le domaine du bruit.

- Toutes les solutions présentées dans ce chapitre sont des solutions collectives.
- Les actions individuelles correspondent principalement à l'utilisation de protecteurs individuels contre le bruit [traités au chapitre 5 ***"Equipements de protection individuelle (EPI): caractéristiques et choix des équipements de protection individuelle (EPI)"***] et des cabines, évoqués ici avec les encoffrements, étant donné que leurs principes physiques sont les mêmes.

2.2. Guide pour une meilleure compréhension des solutions

Il existe de nombreuses solutions collectives pour réduire le bruit ; cependant, le problème est de connaître ce large éventail et de savoir comment choisir la bonne solution.

26. 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), JO L 42 du 15.02.2003, p. 38.

27. 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, JO L 183 du 29.06.1989, p. 1.

- Ce chapitre présente les différentes "familles" de solutions et explique leur principe. Leurs performances sont illustrées par des valeurs de certains paramètres acoustiques et sont accompagnées par des exemples de mises en œuvre de solutions industrielles.
- Lorsqu'une solution est choisie, il y a lieu de donner des spécifications à l'acheteur pour garantir son efficacité et éviter tout malentendu. La fin de ce chapitre donne des éléments en ce sens.

2.3. Les performances des solutions changent avec la fréquence

Toutes les propriétés acoustiques des matériaux et systèmes varient avec la fréquence ; les performances acoustiques des solutions présentent donc des variations importantes en fonction de ce paramètre.

- Généralement, les performances augmentent avec la fréquence, mais ce n'est pas toujours le cas ; les fréquences basses sont difficiles à atténuer.
- Il existe des bandes de fréquences spécifiques où les performances sont inférieures.

3. CLASSIFICATION DES TECHNIQUES DE RÉDUCTION DU BRUIT

L'objectif est de déterminer la meilleure solution parmi les différentes possibilités de réduction du bruit, c'est-à-dire celle qui donne le meilleur résultat pour un coût et des contraintes moindres.

- Certaines mesures de réduction du bruit sont couramment utilisées par l'industrie, mais le choix réel des solutions est en fait plus large que ne le laissent penser les pratiques habituelles.
- Les solutions courantes ne sont pas toujours adaptées au problème et à la situation de l'usine ; en outre, elles doivent être optimisées en fonction des objectifs acoustiques.
- Les industriels ne doivent pas avoir peur de certaines solutions ; bien souvent, les solutions simples peuvent conduire à des avantages significatifs.

Exemples :

Un traitement acoustique total de l'atelier, avec revêtement des murs et du plafond par un matériau isolant, peut s'avérer disproportionné, et parfois peu efficace si, par exemple, la source du bruit est proche du travailleur. De la même façon, la cabine abritant le travailleur peut être totalement inefficace si ce dernier doit en sortir de temps en temps.

Les techniques de réduction du bruit peuvent être réparties en plusieurs "familles". Une vue d'ensemble préliminaire peut guider votre choix.

- Les actions "en amont" : elles concernent l'organisation du travail, la conception du procédé, la fourniture de l'équipement. Elles prennent toute leur efficacité dès lors qu'elles sont prévues dans la conception du lieu de travail ou avant un changement important : elles permettent d'éviter les problèmes et d'avoir à effectuer des travaux imprévus plus tard.
- Les actions "sur la source" : elles concernent les modifications d'équipements. Lors de la mise en œuvre de ces modifications, la principale difficulté est de gérer la garantie du matériel. Cependant, les actions "sur la source", si elles sont bien conduites, peuvent donner lieu à des bénéfices importants au niveau acoustique, avec des effets considérables sur le lieu de travail et parfois des solutions peu coûteuses. Vous devez juste essayer de penser à des idées simples, de petits "trucs", et faire intervenir votre équipe de maintenance ou votre fournisseur.
- Les actions qui interviennent sur la transmission du bruit sont les plus couramment utilisées. On considère qu'elles ont moins d'impact sur l'organisation du travail et les équipements utilisés, ce qui n'est pas totalement vrai. Elles sont efficaces lors de la mise en œuvre d'actions correctives, mais elles peuvent également être envisagées au stade de la conception. Leur efficacité réelle dépend de la situation du point de vue acoustique et elles peuvent donner de bons résultats si elles sont adaptées. Si ce n'est pas le cas, elles peuvent également conduire à des coûts élevés pour de faibles avantages au niveau acoustique.

Exemples :

Placer les équipements « utilitaires » bruyants (de type ventilateurs, compresseurs...) loin des travailleurs est une solution bon marché dès lors qu'elle est réalisée au moment de l'installation de l'atelier. Plus tard, il peut être plus facile de les enfermer, dans la mesure où l'on n'a pas besoin d'un accès permanent aux machines.

Le type de son permet de différencier les solutions les plus adaptées.

- Ainsi que cela a été dit dans le chapitre 1, il existe différents types de bruit : le bruit solidien, le bruit aérien et le bruit liquidien.
- Du fait de leurs nombreux points communs, les bruits aériens et liquidiens sont considérés comme des « bruits fluides ».
- Cette classification concerne aussi bien l'émission du son que sa propagation.
- Les sources solidiennes sont celles qui créent des forces mécaniques : engrenages, frottements, chocs...

- Les sources fluides sont produites par des perturbations de la pression à l'intérieur du fluide : sifflet, turbulence, tir...
- Avec la propagation "solidienne", le son est propagé par le plancher, les murs, les tuyauteries...
- Avec la propagation aérienne, le son est diffusé par l'air ambiant ; par extension, nous parlons d'une propagation du son "fluide".

Certaines solutions ne sont pas examinées dans ce chapitre car elles sont décrites dans d'autres parties du Guide :

- équipements de protection individuelle (EPI) : caractéristiques et choix des protecteurs auditifs individuels (PAI) (chapitre 5),
- conception des lieux de travail (chapitre 3).

Le choix de la meilleure mesure de réduction du bruit peut être facilité par l'utilisation de techniques de simulation. Celles-ci peuvent aller de simples formules qui permettent d'estimer grossièrement l'effet d'une solution, jusqu'à des logiciels dédiés qui évaluent l'effet de solutions combinées et permettent d'optimiser le choix. Les coûts induits par ces simulations sont souvent largement compensés par les bénéfices sur la réalisation.

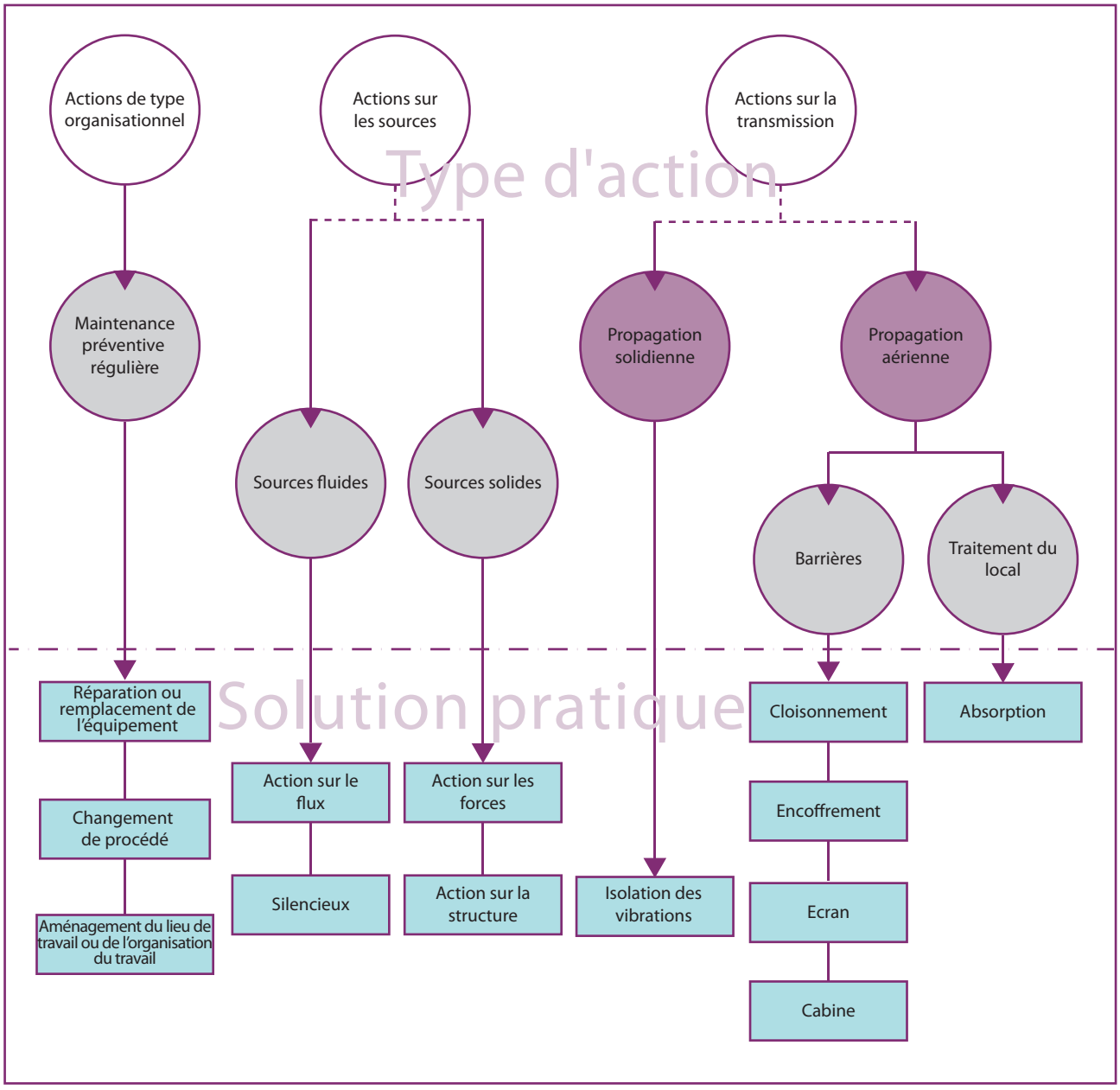


Figure 4.1 Réduction du bruit sur le lieu de travail

4. ACTIONS DE TYPE ORGANISATIONNELLES

Équipements peu bruyants constituent la base de toute politique en matière de bruit.

- Le choix d'un matériel peu bruyant vous permet d'éviter d'avoir à prendre d'importantes mesures de réduction du bruit.
- Dans chaque famille de machines ou d'outils, vous trouverez des équipements qui sont plus ou moins bruyants ; lorsque vous commandez du matériel, vous devez inclure les exigences de niveau sonore dans vos spécifications d'équipement.
- Fournir une procédure de recette qui intègre des vérifications du bruit de l'équipement en fonctionnement,
- Pendant toute la durée de vie de l'équipement, prendre soin de l'entretien - une machine en bon état est une machine plus silencieuse.

Exemples:

L'utilisation d'outils silencieux (lames de scies, soufflettes à air comprimé, visseuses...) ou de machines silencieuses (compresseurs, moteurs, ventilateurs...).

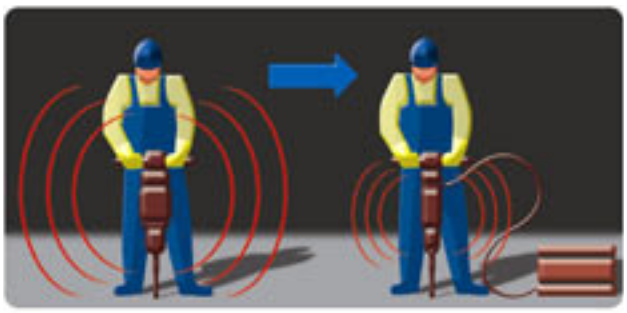


Figure 4.2 Choisissez des équipements silencieux, assurez-vous de la qualité de leur entretien.

Le procédé implique des conditions de travail plus ou moins bruyantes.

- Pour le même résultat, il est possible d'utiliser un procédé silencieux.
- Un procédé silencieux est souvent synonyme de performances et de qualité.
- Certains éléments mineurs d'un procédé peuvent avoir une influence majeure sur le bruit (chutes d'objets, nettoyage haute pression...).
- Améliorer votre procédé peut vous donner l'occasion de traiter d'autres nuisances (poussière, température...).
- Vous pouvez ajuster les paramètres de votre procédé afin d'obtenir des conditions de fonctionnement plus silencieuses, mais vous devez garder les performances à l'esprit.

Exemples:

transporter les pièces au lieu de les laisser tomber, utiliser un variateur électronique de vitesse au lieu d'une variation mécanique, réduire autant que possible la durée des opérations bruyantes, ajuster les vitesses de flux ou la pression d'air aux valeurs les plus silencieuses...

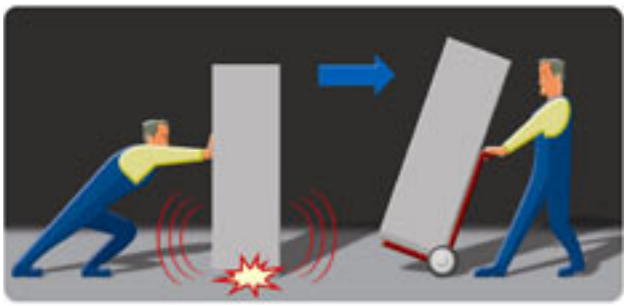


Figure 4.3 Adaptez ou ajustez vos opérations

Exemples de méthodes de travail avec réduction du niveau d'émissions:

Méthode / principe de travail	
Emissions sonores réduites	**Emissions sonores accrues**
Poser	Jeter
Aspirer	Souffler
Poinçonnage avec foret à centrer	Poinçonnage avec outil à centrer
Forer	Poinçonner
Marteau perforateur	Foreuse à percussion
Soudage de goujons (construction navale)	Soudage de composants "Knacken"
Tournevis à pivot	Tournevis à frapper
Traction électrique	Moteur thermique
Moulage	Formage
Palier à glissement	Roulemant à rouleaux
Formage hydraulique (Kraftformer)	Emboutissage au marteau
Traction/presse hydraulique	Dressage au marteau
Raccordement	Rivetage
Découpeuse à laser	Machine à découper
Signalisation optique	Signalisation sonore
Scie pendulaire	Découpage par meulage
Coupage plasma arc	Coupage mécanique
Emboutissage (par ex. estampage)	Poinçonnage
Pressage	Battage
Entraînement par courroie	Entraînement par chaîne
Arrondissage à la lime	Broyage
Scier	Découper par meulage
Vissage	Rivetage
Soudage	Rivetage
Laminage des joints soudés	Compression au marteau
Pulvérisation sur agent de soudure	Burinage des projections
Presse à estamper (par ex. pour tuyaux)	Poinçonnage des chiffres
Rivetage orbital	Rivetage au poinçon
Transport en continu	Transport intermittent

Tableau 4.1 Méthodes de travail à niveau réduit d'émissions sonores [BGI 688 "Lärm am Arbeitsplatz in der Metall-Industrie", p. 51]

La solution peut passer par des mesures en matière d'organisation.

Selon l'article 5, point 1, lettre g), i) de la directive 2003/10/CE:

- le bruit peut être réduit par « *la limitation de la durée et de l'intensité de l'exposition* » ; [la prise en compte d'une réduction de 50% du temps de travail n'entraîne qu'une réduction de 3 dB(A) (cf. chapitre « ***Acoustique – Notions de base*** »)] ;
- il est possible de réduire le bruit en adoptant « des emplois du temps adaptés, avec des périodes de repos adéquates ».

D'autres mesures peuvent aussi être prises :

- parmi les actions en matière d'organisation figurent l'agencement de l'atelier et l'aménagement du travail ;
- l'agencement acoustique d'un atelier doit tenir compte de la situation des équipements en ce qui concerne les postes de travail ;
- les tâches les plus bruyantes peuvent être réduites pour les employés exposés par un aménagement du travail ; etc.

Elles ne nécessitent aucun équipement supplémentaire et peuvent être moins coûteuses.

Exemples :

placez les équipements bruyants loin des murs et des coins ; éloignez-les de l'emplacement des travailleurs ou mettez-en place des cloisons. Organisez une rotation des postes de travail pour "répartir" les tâches bruyantes (sans "sacrifier" aucun travailleur !) ; utilisez des télécommandes pour vous écarter des équipements bruyants...

Les "actions de type organisationnel" doivent être prises en compte dès que possible dans l'étude d'un projet d'installation. A cet effet, il est très utile de collaborer avec les fournisseurs ; ce point est développé tout particulièrement dans le chapitre 6.

Figure 4.4 Construction - utilisation d'un chalumeau silencieux
© Yves Cousson – Courtesy of INRS - France

Les chalumeaux sont une source de bruit majeure dans de nombreuses activités, telles que les travaux de construction. L'utilisation de chalumeaux silencieux permet de réduire les émissions sonores de 7 à 20 dB(A) selon le débit gazeux.

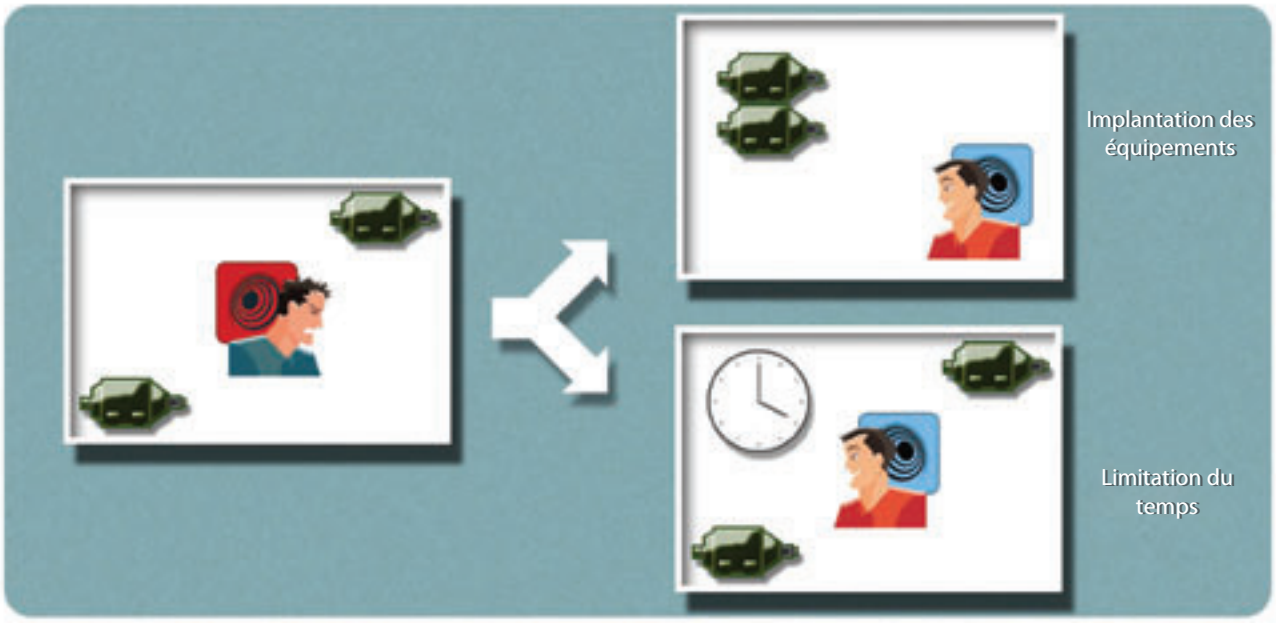


Figure 4.5 Aménagez le lieu de travail ; organisez le travail.

5. ACTION SUR LA SOURCE

5.1. Actions sur les sources fluides

Les actions générales sur les sources fluides tentent de réduire les turbulences du flux.

- Réduire la vitesse d'écoulement.
- Améliorer la qualité des surfaces de contact.
- Agir sur les obstacles : réduire leur taille, optimiser leur forme.
- Eviter les singularités des tuyauteries (coudes, variations brusques de section...).

Il est souhaitable de placer des silencieux aussi près que possible de la source.

- Les silencieux "dissipatifs", avec matériaux isolants acoustiques : pour les écoulements d'air à vitesse lente, parfois appelés "baffles".
- Les silencieux "réactifs", utilisant une construction géométrique : par exemple, les pots d'échappement.
- Les silencieux "d'expansion", principalement utilisés pour les échappements de gaz comprimés.

Exemples:

Placez le collecteur d'air dans le sens du flux d'air au lieu de le mettre en angle sur une meuleuse, utilisez des tuyauteries peu rugueuses, placez les silencieux dissipatifs à l'arrivée et à la sortie d'un ventilateur dans une installation de collecte des poussières ; remplacez les silencieux usagés lorsqu'ils sont remplis au niveau des sorties de gaz sur les machines de moulage par injection...

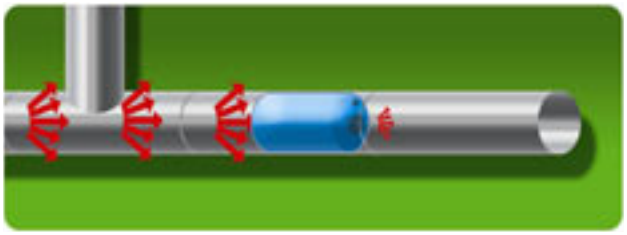
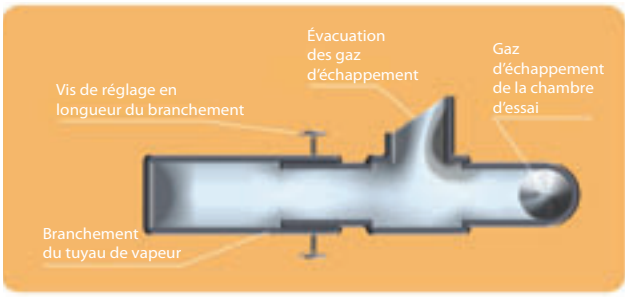


Figure 4.6 Sources fluides : agir sur l'écoulement ou utiliser des silencieux.



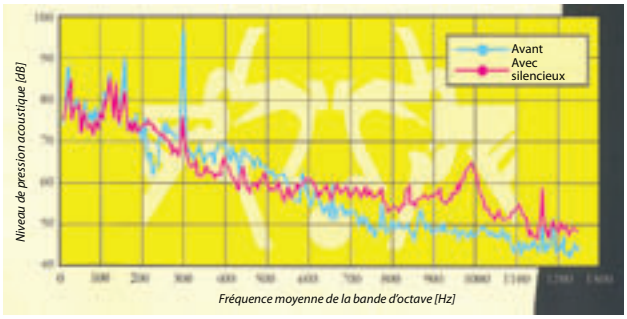


Figure 4.7 essai de moteur – utilisation des silencieux
© Courtesy of Health & Safety Executive – U.K.

Le bruit de l'échappement est dominant dans l'émission sonore de nombreux moteurs, particulièrement les moteurs à combustion. L'utilisation de silencieux adaptés peut engendrer des avantages acoustiques allant de 20 à 40 dB(A). Ici, un silencieux personnalisé repose sur le principe du résonateur (voir le chapitre 3 « **Conception du lieu de travail** ») ; sa longueur est adaptée à la fréquence qui doit être absorbée. Les spectres montrent que la fréquence dominante est pratiquement supprimée.

5.2. Actions sur les sources solidiennes

Les actions générales sur les sources solidiennes traitent la force mécanique elle-même ; pour cela:

- éviter les frottements,
- éviter les chocs,
- faire des efforts aussi continus que possible,
- réduire l'énergie des mouvements : réduire les jeux, la masse des pièces mobiles...

Pour un même effort, un équipement peut vibrer plus ou moins et faire plus ou moins de bruit ; vous pouvez réduire cette possibilité par des modifications de structure :

- éviter les résonances en changeant la masse ou la rigidité des structures,
- amortir la structure par des dispositifs spécifiques (revêtements, amortisseurs) ; l'amortissement transforme l'énergie vibratoire en chaleur dissipée à l'intérieur du dispositif,
- utiliser des structures ayant un rayonnement moindre.

Exemples :

Lubrifier les contacts, utiliser des engrenages en plastique plutôt qu'en métal, réduire la hauteur de chute des pièces, utiliser des plaques perforées plutôt que pleines, couvrir les parties des structures par des revêtements amortissants, etc.

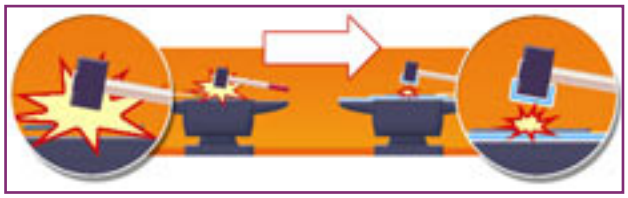


Figure 4.8 Sources solidiennes : agir sur les forces ou sur la structure de l'équipement.

Sauf lorsque l'on augmente l'amortissement, ce qui améliore toujours la situation acoustique, les actions sur la structure des équipements peuvent difficilement être entreprises intuitivement : il est préférable de les définir en fonction d'une analyse spécifique utilisant des outils adaptés (mesures et calculs).

Le « contrôle actif » est une solution qui peut être théoriquement utilisée pour les sources solidiennes ou pour les sources aériennes : le principe est de créer un « contre-bruit » ou un « contre-effort » opposé à la source. L'état actuel de la technologie fait que ces solutions sont encore rarement utilisées dans l'industrie. Elles le sont le plus souvent pour le bruit aérien basse fréquence.

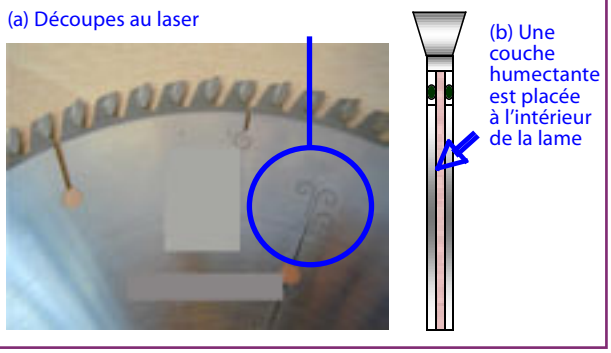


Figure 4.9 Scierie - utilisation de lames silencieuses
© Courtesy of INRS – France

La lame est une des principales sources de bruit d'une scierie. De nombreux fabricants proposent des « lames silencieuses », qui utilisent différentes technologies : la « découpe au laser » (a) ou les lames « sandwich » (b). Les lames les plus efficaces peuvent amener une réduction du bruit allant jusqu'à 7 dB(A) en fonctionnement.

Figure 4.10 Métallurgie – conteneurs pour pièces mécaniques

En métallurgie, la manutention des pièces mécaniques produit bien souvent des bruits impulsionnels par chocs entre pièces, ou entre les pièces et d'autres parties métalliques. Ce schéma représente un conteneur utilisé pour manipuler les pièces lors qu'une opération de lavage. L'utilisation de parois en grillage métallique dans le conteneur permet de réduire son rayonnement acoustique.

Il existe deux méthodes rapides pour réduire le bruit de la chute des pièces dans un conteneur : aider le mouvement par une plaque oblique (a) ou réduire le rayonnement du conteneur par des parois en grillage métallique (b).

Lorsque l'on laisse tomber de 1 m des vis de 0,5 kg dans un conteneur vide, les gains acoustiques se situent autour de 6 dB(A) pour (a) et 14 dB(A) pour (b).

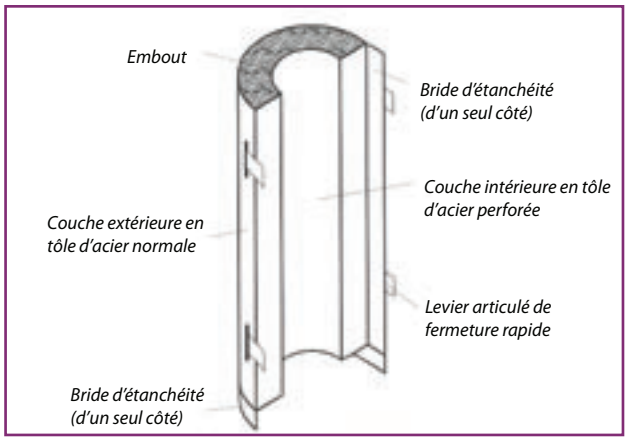


Figure 4.11 Alimentation – calorifugeage des tuyauteries
© Courtesy of Health & Safety Executive – U.K.

Les particules solides sont transportées par un circuit de tuyauterie rigide ; le calorifugeage des conduites permet de réduire le bruit d'environ 10-15 dB(A). Le calorifugeage acoustique est composé de laine minérale semi-rigide épaisse recouverte de tôles d'acier.

6. ACTION SUR LA TRANSMISSION AÉRIENNE

6.1. Cloisonnement

Il est possible d'obtenir une isolation du bruit aérien par un cloisonnement du local de travail, les cloisons ayant de bonnes propriétés isolantes.

- Les équipements bruyants peuvent être rassemblés dans un endroit séparé de l'atelier par des cloisons étanches à l'air.
- Pensez à la circulation et aux contraintes d'accès.
- Une grande masse surfacique est généralement associée à une meilleure isolation.
- L'utilisation de cloisons multiples permet une bonne isolation.
- Les portes et fenêtres doivent être conçues du point de vue acoustique : la moindre "faiblesse acoustique" réduit considérablement l'isolation globale.
- Evitez toutes les fuites, même minimes ; utilisez des joints d'étanchéité.
- L'isolation augmente généralement avec la fréquence, mais chaque paroi présente des zones de fréquence où l'isolation est faible ; essayez de les connaître par les documentations techniques des produits ou par des calculs approximatifs.

Exemples:

Influence des ouvertures et fuites : 1% d'ouverture dans une surface fait décroître son facteur d'isolation de 30 à 20 dB.

Le tableau ci-dessous donne des exemples de valeurs d'isolation moyennes pour certains types de cloisons.

Mur/Cloison	R dB(A)
Plâtre 7 cm d'épaisseur	34
Verre 1 cm	33
Mur en briques pleines, 5 cm	39
Plâtre 7 cm + fibre + plâtre 7 cm	54
verre 0,8 cm + air 1,4 cm + verre 1 cm	35
Béton 9 cm	47
Béton 9 cm + fibre 5 cm + placoplâtre 1 cm	61

Figure 4.12 Séparer les équipements bruyants par des cloisons

Figure 4.13 Textile – cloisonnement d'un atelier de mercerie
© Bernard Floret - Courtesy of INRS – France

Dans cette mercerie, un atelier bruyant a été séparé par une cloison acoustique ; pour pouvoir regarder d'un côté à l'autre, la cloison est dotée d'une fenêtre à double vitrage.

6.2. Encoffrements, cabines

Un encoffrement est une « boîte » contenant l'équipement bruyant ; les considérations générales concernant le cloisonnement sont adaptées à cette solution ; certains points spécifiques sont requis.

- L'encoffrement implique la prise en compte de contraintes d'accès à l'équipement.
- L'encoffrement nécessite souvent la mise en place d'ouvertures pour l'entrée et la sortie de produits, la ventilation, etc.
- Ces ouvertures doivent être traitées du point de vue acoustique : utilisation de silencieux, tunnels absorbants, rideaux isolants...
- Pour éviter une amplification du son à l'intérieur de l'encoffrement, ses surfaces internes seront revêtues de matériaux absorbants.
- L'équipement sera totalement isolé de l'encoffrement (cf. paragraphe 7).

Exemples:

Les gains acoustiques des encoffrements peuvent atteindre de 20 à 30 dB(A). Si aucun matériau absorbant n'est placé à l'intérieur, les avantages peuvent chuter à 10 dB. Un encoffrement placé autour d'un convoyeur à bouteilles, avec des courroies en plastique sur la totalité d'un côté, peut engendrer un gain de 7 dB(A).

Fig. 4.14 Encoffrer les équipements bruyants

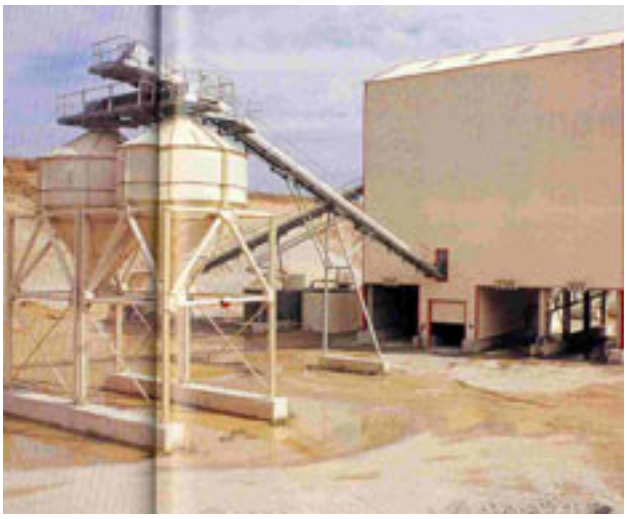


Figure 4.15 Mines et carrières – encoffrement
© Bernard Floret - courtesy of INRS – France

Dans le secteur des mines et carrières, la poussière et le bruit sont les pollutions les plus importantes.

Pour les combattre, cette carrière a enfermé le concasseur dans une enceinte de 25 m de haut, avec double bardage séparé par laine de roche.

Une cabine est une « boite » dans laquelle le travailleur est enfermé; son comportement physique est identique à celui d'un encoffrement et nécessite les mêmes règles de conception. La protection des travailleurs nécessite des exigences spécifiques.

- Comme pour les protecteurs individuels contre le bruit, les cabines sont des solutions individuelles qui doivent être envisagées en dernier recours.
- L'efficacité d'une cabine est considérablement réduite par le temps durant lequel le travailleur est à l'extérieur ; l'atténuation diminue dans les mêmes proportions que pour des protecteurs individuels (cf. chapitre 5).

- La protection des travailleurs tient compte d'autres domaines de prévention tels que la ventilation, la température, les possibilités de communiquer avec l'extérieur de la cabine, la communication des signaux de danger...

Exemples:

Les avantages acoustiques des cabines peuvent atteindre de 25 à 35 dB(A).

Figure 4.16 Transport – le bruit est réduit dans la cabine de ce véhicule de transport de personnel par le revêtement du plancher et des surfaces latérales avec de la fibre de verre couverte de plaques d'acier, et le traitement des autres surfaces par un matériau absorbant.
© Courtesy of Health & Safety Executive, U.K.

6.3. Écrans

Les écrans sont des parois qui ne sont pas jointives à un ou plusieurs de leurs bords ; ils évitent les problèmes d'accès mais leurs performances sont limitées ; certaines prescriptions minimales devraient être respectées :

- placer les écrans aussi près que possible des travailleurs,
- prévoir une hauteur suffisante (idéalement deux fois la hauteur de l'oreille),
- ne pas oublier que la largeur doit être approximativement égale à deux fois la hauteur,
- couvrir les faces par des matériaux absorbants,
- les matériaux de l'écran doivent permettre d'obtenir une isolation de 20 dB comme une cloison,
- traiter le reste du local en absorption.

En ce qui concerne l'utilisation d'écrans dans le secteur de la musique et du divertissement, référez-vous au chapitre 8.

Exemples:

les avantages acoustiques peuvent à peine atteindre 10 dB ; dans un local non traité, il ne faut pas attendre plus de 5 dB.

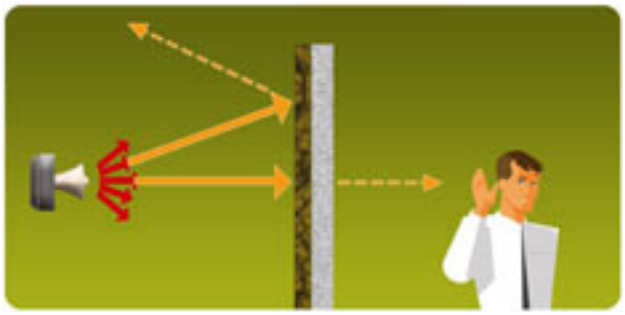


Figure 4.17 Placer les écrans juste derrière les travailleurs.

Figure 4.18 Métallurgie – écran
© Yves Cousson – Courtesy of INRS – France

Dans cet atelier, les employés sont séparés par des écrans qui permettent de protéger leur environnement. Comme le local est traité en absorption, chaque travailleur peut être protégé de son voisin jusqu'à 5 dB(A).

6.4. Absorption acoustique du local

L'absorption du local est présentée dans le chapitre 3 *« Conception du lieu de travail »*.

Quelques exemples de solutions et de cahiers des charges de solutions sont donnés dans ce chapitre (point 8, p. 77).

Figure 4.19 Garage – absorption du local
© Yves Cousson - Courtesy of INRS – France

Les garages présentent souvent des surfaces réfléchissantes et donc une amplification indésirable des sons dans le local. Il est possible de placer des matériaux absorbants selon différentes méthodes : en suspendant des baffles (gauche), ce qui permet d'obtenir une large surface d'absorption, en couvrant les murs et le plafond complètement ou par couches (droite).

Toutes les solutions citées ont des performances variables en fonction de la fréquence : leur efficacité diffère selon le type de bruit qui doit être traité : par exemple, un écran qui est plus efficace aux hautes fréquences donne des gains différents selon que le bruit considéré est en basse ou haute fréquence. Ce point est encore plus compliqué pour les questions d'isolement, dont les solutions montrent généralement des faiblesses de l'isolation à des fréquences spécifiques selon leur géométrie et leur construction. Par conséquent, il y a lieu de tenir compte de ce point dans les études acoustiques, et de consulter des mesures et des fiches techniques.

*Absorption et isolation se confondent souvent dans l'esprit des gens ; les explications données dans ce guide montrent que les moyens et les objectifs diffèrent : l'absorption tr**aite** du bruit à l'intérieur d'un local, alors que l'isolation concerne la transmission du bruit entre plusieurs locaux. La laine de verre, par exemple, qui est un très bon matériau pour l'absorption, a de mauvaises propriétés isolantes (17 dB à 1000 Hz pour une densité de 20 kg/m^3).*

7. ACTION SUR LA PROPAGATION SOLIDIENNE

Avant d'agir sur la transmission solidienne, il convient de vous assurer que ce problème vous concerne.

- La transmission solidienne concerne généralement des problèmes vibratoires : confort vis à vis des vibrations, dégradation de structures...
- En ce qui concerne l'exposition au bruit sur le lieu de travail, la transmission solidienne est rarement dominante par rapport à la transmission aérienne.
- Certaines méthodes de mesure spécifiques peuvent permettre de déterminer la proportion de transmission solidienne dans l'exposition au bruit ; s'il vous est impossible de les appliquer, certains éléments peuvent laisser penser que cette proportion pourrait être importante : niveaux de vibrations élevés de structures importantes (dalles, cloisons), bruit basse fréquence, propagation distante du bruit...

L'isolation des vibrations est la solution à la transmission solidienne. La principale mesure à prendre est l'utilisation de fixations souples, mais certaines exigences sont nécessaires.

- Le principe d'isolation des vibrations consiste à « suspendre » l'équipement comme s'il était indépendant de son environnement.
- Pour cela, il doit être soutenu par des fixations aussi souples que possible, tout en prenant en compte leur capacité à soutenir les masses de l'équipement sans être écrasées.
- Toutes les liaisons entre l'équipement et son environnement doivent être prises en compte : tuyaux, câbles...
- La structure d'appui (dalle, plancher...) doit être suffisamment rigide ; il convient de porter une attention particulière aux planchers en béton mince ou aux bâtis légers en acier.

Exemples:

Les machines à mouvement alternatif sont typiques des équipements qui devraient être isolés. Si l'énergie qu'elles produisent est très importante, elles peuvent être isolées et soutenues par des massifs de béton.

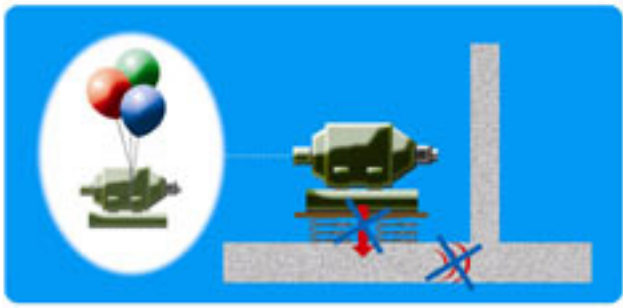


Figure 4.20 L'isolation des équipements par rapport aux vibrations est assurée par l'utilisation de fixations souples.

Le principe de la méthode permettant d'évaluer la proportion de transmission solidienne est de comparer la transmission réelle de l'équipement avec la transmission obtenue par transmission aérienne uniquement ; cette dernière peut être obtenue en utilisant des haut-parleurs comme source par exemple.

L'isolation contre les vibrations ne devient efficace qu'à partir d'une certaine fréquence, dont la valeur est 1,4 fois la fréquence dite « fréquence propre de montage ». Celle-ci est proportionnelle à la rigidité du montage et inverse à la masse de l'équipement ; c'est pourquoi il est très difficile d'isoler les équipements ayant des fréquences de fonctionnement basses (moins de 8 Hz).

Figure 4.21 Fabrication de pièces – isolation contre les vibrations
© Courtesy of INRS – CRAM Nancy - France

Les petites pièces destinées à l'industrie automobile sont transportées par des bols vibrants. Ces équipements produisent des bruits basse fréquence (bourdonnements) dus à leur fréquence fondamentale de vibrations à 50 Hz. L'utilisation d'une isolation adéquate contre les vibrations, avec des fixations souples, permet de réduire la propagation solidienne du bruit. Parallèlement, l'exposition aux vibrations des travailleurs placés près de la machine est elle aussi extrêmement réduite.

8. SPÉCIFICATIONS EN VUE DE L'ACHAT DE SOLUTIONS

N.B. Ce paragraphe donne des éléments afin de faciliter l'achat de certaines solutions qui sont présentées dans ce chapitre. Il ne concerne pas l'achat d'équipements « silencieux », qui est traité dans le chapitre 6 du guide.

8.1. Spécifications nécessaires

Il est impératif que la solution mise en place remédie réellement au problème du bruit : par conséquent, les spécifications acoustiques doivent figurer dans la commande.

- Il est possible de trouver certaines solutions en matière de bruit en analysant le problème et en améliorant certaines actions de simple bon sens. Cependant, dans la plupart des cas, les PME doivent faire confiance à un spécialiste pour trouver et acheter la « bonne » solution.
- Il convient alors de rédiger des spécifications qui ne conduiront pas à différentes interprétations lorsque l'essai de réception est effectué.
- Dans le domaine du bruit, de nombreux paramètres peuvent amener d'importantes différences dans ce que l'on appelle le "niveau de bruit" : unités, choix des paramètres, conditions de mesure, état de fonctionnement de l'équipement...
- Pour éviter de tels malentendus, nous donnons plus loin une liste de spécifications qui pourraient s'avérer utiles pour les solutions les plus courantes. Cette liste n'est pas exhaustive ; elle doit être considérée comme une aide pour ceux qui souhaitent aller plus loin à ce propos.

8.2. Spécifications générales

Il existe des spécifications communes pour toutes les solutions acoustiques.

- Bien entendu la première concerne les exigences en matière d'acoustique, c'est-à-dire le paramètre utilisé pour vérifier le gain acoustique obtenu.
- Il existe un paramètre général, facile à mesurer : le L_{pA} [niveau de pression acoustique en dB(A)] en un point donné, lorsque l'équipement fonctionne et que la solution acoustique est en place.
- Dans la mesure du possible, le point de mesure doit être le poste de travail de l'opérateur.
- Pour obtenir un niveau de bruit comparable avant et après la mise en œuvre de la solution, il convient de spécifier certaines conditions pour « l'essai de réception ».
- Certaines de ces conditions traitent du fonctionnement et de l'environnement de l'équipement ; il s'agit essentiellement des éléments suivants :
  - emplacement des équipements par rapport à la situation du lieu de travail,
  - conditions de fonctionnement de l'équipement,
  - caractéristiques d'absorption acoustique du local
  - encombrement du local.
- D'autres conditions concernent la mesure elle-même ; par exemple :
  - le type et la catégorie de précision des instruments de mesure,
  - étalonnage des instruments de mesure,
  - au moins au début et à la fin des tests, avec un calibreur acoustique vérifié,
  - pertinence des niveaux mesurés : par exemple, toutes les valeurs de mesure doivent être supérieures à 6 dB(A) au-dessus du niveau du bruit de fond,
  - stabilité des niveaux sonores : par exemple, les variations de niveau pendant les mesures devraient être inférieures à 3 dB(A),
- Les "exigences de construction" peuvent être jointes à la liste de spécifications :
  - certains paramètres de construction peuvent affecter les performances acoustiques, par exemple : les fuites, liaisons rigides ;

  - d'autres concernent le lieu de travail ou le contexte du procédé : protection des surfaces, compatibilité biologique, protection thermique ou contre l'incendie, hygrométrie, ventilation, accès à l'équipement, possibilité de démontage...
- Les normes sont les meilleures références pour définir des exigences fiables pour les solutions acoustiques et il en existe pour les solutions les plus courantes (voir le point 8.3 ci-dessous).

8.3. Sélection de normes

Les normes sont les meilleures références pour éditer un tableau de spécifications ; elles sont spécifiques à chaque solution acoustique.

- Elles donnent des définitions précises des paramètres utilisés.
- Elles peuvent donner des informations pratiques correspondant à la solution envisagée.

Exemples:

le tableau ci-dessous présente des références de normes qui donnent des informations générales sur les spécifications acoustiques ou qui sont consacrées aux solutions acoustiques.

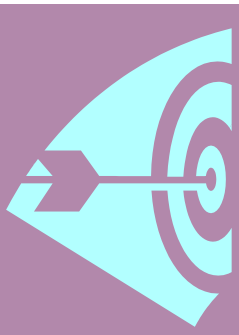
Les normes spécifient généralement les paramètres acoustiques qui sont le mieux adaptés techniquement à la solution concernée ; le mesurage de ces paramètres est généralement plus compliqué que celui de L_{pA}, mais le résultat est plus fiable..

Référence de la norme	Titre
ISO 11200:1995	Acoustique -- Bruit émis par les machines et équipements -- Guide d'utilisation des normes de base pour la détermination des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail et en d'autres positions spécifiées
ISO 15667:2000	Acoustique -- Lignes directrices pour la réduction du bruit au moyen d'encoffrements et de cabines
ISO 12001:1996	Acoustique -- Bruit émis par les machines et équipements -- Règles pour la préparation et la présentation d'un code d'essai acoustique
ISO 11546-2:1995	Acoustique -- Détermination de l'isolement acoustique des encoffrements -- Partie 2: Mesurages sur site (aux fins d'acceptation et de vérification)
ISO 11957:1996	Acoustique -- Détermination des performances d'isolation acoustique des cabines -- Mesurages en laboratoire et in situ
ISO 14257:2001	Acoustique -- Mesurage et description paramétrique des courbes de décroissance sonore spatiale dans les locaux de travail en vue de l'évaluation de leur performance acoustique
ISO 354:2003	Acoustique – Mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante
ISO 11821:1997	Acoustique –- Mesurage de l'atténuation acoustique in situ d'un écran amovible
ISO 11820:1996	Acoustique – Mesurage sur silencieux in situ

Tableau 4.2 Références de normes donnant des informations générales sur les spécifications acoustiques ou consacrées aux solutions acoustiques.

CHAPITRE 5 : Équipements de protection individuelle (EPI) : Caractéristiques et choix des protecteurs auditifs individuels (PAI)

1. EXIGENCES DES DIRECTIVES 82
2. INTRODUCTION 83
3. TYPES DE PROTECTEURS CONTRE LE BRUIT 84
4. DESCRIPTION DES PARAMÈTRES DES PROTECTEURS INDIVIDUELS ET DE LEUR INFLUENCE SUR LES PERFORMANCES 86
5. SÉLECTION DU TYPE DE PICB LE MIEUX ADAPTÉ 87
   - 5.1. Protecteurs individuels bénéficiant de la certification CE 87
   - 5.2. Sélection des protecteurs en fonction de l'atténuation qu'ils produisent 87
   - 5.3. Atténuation par les protecteurs individuels en situation réelle 88
   - 5.4. Sélection des protecteurs en fonction d'exigences particulières 89
   - 5.5. Sélection des protecteurs individuels en fonction de leur compatibilité avec d'autres équipements de protection individuelle 89
   - 5.6. Sélection de protecteurs individuels en fonction du confort de l'utilisateur et des problèmes médicaux 90
6. EFFICACITÉ DE LA PROTECTION DES PROTECTEURS INDIVIDUELS EN FONCTION DE LA DURÉE D'UTILISATION 90
7. INFORMATION POUR LES EMPLOYEURS ET TRAVAILLEURS 91
8. CAS PARTICULIERS 92



Il convient de souligner ce qui suit:

« En matière de prévention, l'employeur prend des mesures de protection collective par priorité à des mesures de protection individuelle ».
(Article 6, par. 2, point h) de la directive-cadre 89/391/CEE)

« Les équipements de protection individuelle doivent être utilisés lorsque les risques ne peuvent pas être évités ou suffisamment limités par des moyens techniques de protection collective ou par des mesures, méthodes ou procédés d'organisation du travail. »
(Article 3 de la directive EPI 89/656/CEE)

1. EXIGENCES DES DIRECTIVES

Plusieurs directives sont d'application dans le choix et l'utilisation des équipements de protection auditive, en tant qu'équipements de protection individuelle.

L'article 6, paragraphe 2, lettre h) de la directive-cadre 89/391/CEE[28] préconise que « l'employeur met en oeuvre les mesures prévues au paragraphe 1 premier alinéa sur la base des principes généraux de prévention suivants :

(h) prendre des mesures de protection collective par priorité à des mesures de protection individuelle » ;

En outre, **l'article 13, paragraphe 2 b)** de la directive-cadre 89/391/CEE indique que :

Il incombe à chaque travailleur de prendre soin, selon ses possibilités, de sa sécurité et de sa santé ainsi que de celles des autres personnes concernées du fait de ses actes ou de ses omissions au travail, conformément à sa formation et aux instructions de son employeur.
Afin de réaliser ces objectifs, les travailleurs doivent en particulier, conformément à leur formation et aux instructions de leur employeur :

a) utiliser correctement les machines, appareils, outils, substances dangereuses, équipements de transport et autres moyens ;
b) utiliser correctement l'équipement de protection individuelle mis à leur disposition et, après utilisation, le ranger à sa place ;

La directive du Conseil 89/656/CEE[29] concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé pour l'utilisation par les travailleurs au travail d'équipements de protection individuelle, sans préjudice de ce que la directive 89/391/CEE établit, est également d'application. Il faut souligner que l'article 3 "Règle générale" rappelle que
« les équipements de protection individuelle doivent être utilisés lorsque les risques ne peuvent pas être évités ou suffisamment limités par des moyens techniques de protection collective ou par de mesures, méthodes ou procédés d'organisation du travail ».

En outre, selon l'**article 4 :**

1. Un EPI doit être conforme aux dispositions communautaires relatives à la conception et à la construction en matière de sécurité et de santé le concernant.

Dans tous les cas, un EPI doit:

a) être approprié par rapport aux risques à prévenir, sans induire lui-même un risque accru;
b) répondre aux conditions existant sur le lieu de travail;
c) **tenir compte des exigences ergonomiques** et de santé du travailleur.

5. Des informations adéquates sur chaque équipement de protection individuelle, doivent être fournies et être disponibles dans l'entreprise et/ou l'établissement".

6. Les équipements de protection individuelle doivent être fournis gratuitement par l'employeur"; etc.

28. 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, JO L 183 du 29.06.1989, p. 1.

29. Directive 89/656/CEE du Conseil, du 30 novembre 1989, concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé pour l'utilisation par les travailleurs au travail d'équipements de protection individuelle, JO L 393 du 30.12.1989, p. 18.

A cet égard, il faut rappeler que la directive du Conseil 89/686/CEE[30] concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux équipements de protection individuelle est également d'application. Cette directive fixe les conditions de la mise sur le marché, de la libre circulation intracommunautaire ainsi que les exigences essentielles de sécurité auxquelles les équipements de protection individuelle doivent satisfaire en vue de préserver la santé et d'assurer la sécurité des utilisateurs.

Pour faciliter l'application de la directive 89/686/CEE et des textes nationaux de transposition qui sont juridiquement contraignants, un guide a été élaboré par les services compétents de la Direction générale « Entreprises et industrie » de la Commission européenne en collaboration avec les États membres, l'industrie européenne, les organismes européens de normalisation et les organismes notifiés.
http://ec.europa.eu/enterprise/mechan_equipment/ppe/guide.htm

La Commission s'exonère toutefois de toute responsabilité à l'égard des informations mentionnées dans ce document. De plus amples informations, notamment sur des catégories particulières de produits, sont disponibles sur le site Web de la Commission à l'adresse :
http://ec.europa.eu/enterprise/mechan_equipment/ppe/index.htm

Ces équipements doivent suivre des procédures de certification et d'examen du modèle type par des organismes agréés, qui garantissent la qualité "CE" du produit final. La directive établit un système de contrôle des produits ainsi que de dispositions permettant aux Etats membres, lorsque il est constaté que un équipement de protection individuelle muni de la marque "CE" et utilisé conformément à sa destination risque de compromettre la sécurité des personnes, retirer cet équipement de protection individuelle du marché, et interdire sa mise sur le marché ou sa libre circulation.

Les équipements de protection auditive doivent réunir les exigences essentielles de santé et de sécurité mentionnés dans l'annexe II, paragraphe 3.5. de la directive: les équipements de protection individuelle destinés à la prévention des effets nuisibles du bruit doivent pouvoir atténuer celui-ci de manière à ce que les niveaux sonores équivalents perçus par l'utilisateur n'excèdent en aucun cas les valeurs limites d'exposition établies dans la directive 2003/10/CE.[31]

Chaque équipement de protection individuelle doit porter un étiquetage indiquant le niveau d'affaiblissement acoustique et la valeur de l'indice de confort procuré par l'équipement de protection individuelle ; en cas d'impossibilité, cet étiquetage doit être apposé sur l'emballage.

Il convient de rappeler ce qui suit :

« Si d'autres moyens ne permettent pas d'éviter les risques dus à l'exposition au bruit, des protecteurs auditifs individuels, appropriés et correctement adaptés, sont mis à la disposition des travailleurs et utilisés par ceux-ci dans les conditions suivantes :

- lorsque l'exposition au bruit dépasse les valeurs d'exposition inférieures déclenchant l'action, l'employeur met des protecteurs auditifs individuels à la disposition des travailleurs;
- lorsque l'exposition au bruit égale ou dépasse les valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action, les travailleurs utilisent des protecteurs auditifs individuels;
- les protecteurs auditifs individuels sont choisis de façon à éliminer le risque pour l'ouïe ou à le réduire le plus possible. »

(Article 6, paragraphe 1, de la directive 2003/10/CE)

2. INTRODUCTION

S'il est impossible d'éviter les risques engendrés par l'exposition au bruit par d'autres moyens, les travailleurs doivent utiliser des protections individuelles contre le bruit :

- Lorsque l'exposition au bruit (pendant 8 heures) au niveau d'un poste de travail dépasse le seuil bas des valeurs limites d'exposition réglementaires, l'employeur doit mettre des protecteurs individuels à la disposition des travailleurs.
- Si l'exposition au bruit (pendant 8 heures) est égale ou supérieure aux valeurs limites d'exposition supérieures, les travailleurs doivent utiliser ces protections acoustiques.

Dans cette optique, l'employeur met tout en œuvre pour :

1. éviter la source du bruit ou l'exposition des travailleurs au bruit ;
2. appliquer les mesures de nature technique ou organisationnelle appropriées afin de réduire les émissions sonores à la source ;
3. appliquer les mesures de nature technique ou organisationnelle appropriées afin de réduire l'exposition au bruit des travailleurs ;
4. enfin, s'il n'est pas possible d'appliquer en priorité les mesures techniques et organisationnelles précitées, l'employeur fournit aux travailleurs des protecteurs auditifs individuels adaptés.

30. Directive 89/686/CEE du Conseil, du 21 décembre 1989, concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux équipements de protection individuelle (JO L 399 du 30.12.1989, p. 18).

31. 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), JO L 42 du 15.02.2003, p. 38.

Les travailleurs et/ou leurs représentants doivent être consultés lors de la sélection et du choix des protecteurs auditifs individuels.

Chaque travailleur doit participer à la sélection de son protecteur individuel.

L'efficacité de protecteurs individuels contre le bruit dépend essentiellement de ce qu'ils sont portés correctement et en permanence.

- De nombreux paramètres objectifs sont utilisés pour sélectionner la protection individuelle la mieux adaptée (cf. point 5) ; les travailleurs ont une opinion pertinente à ce sujet.
- Certains paramètres "subjectifs" tels que le manque de confort ou la gêne peuvent réduire le temps de port des protecteurs individuels : ils doivent être pris en considération.

Exemples :

1. Au niveau du poste de travail, la valeur sonore mesurée est 83 dB(A) et selon la directive européenne "Bruit", la valeur inférieure d'exposition déclenchant l'action est de 80 dB(A), et les employeurs doivent donc fournir des protections individuelles contre le bruit à leurs employés.

Figure 5.1 L'exposition au bruit dépasse les valeurs inférieures d'exposition déclenchant l'action et les protecteurs individuels contre le bruit sont à la disposition des travailleurs.

2. Au niveau du poste de travail, la valeur sonore mesurée est 87 dB(A) et selon la directive "Bruit" 2003/10/CE, la valeur supérieure d'exposition déclenchant l'action est de 85 dB(A), et les employés doivent donc porter les protections individuelles contre le bruit.

Figure 5.2 L'exposition au bruit est égale ou supérieure aux valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action et les travailleurs doivent utiliser les protections acoustiques.

3. TYPES DE PROTECTEURS CONTRE LE BRUIT

Il existe de nombreux types de protecteurs contre le bruit. Généralement, il s'agit soit de serre-tête, soit de bouchons d'oreille.

Les serre-tête anti-bruit sont composés de deux coquilles reliées par un arceau métallique passant par le dessus du crâne.

- Les coquilles couvrent complètement les oreilles et sont fermement maintenues en place par un serre-tête.
- Les coquilles sont généralement pourvues de matériaux absorbants. Pour améliorer le confort et l'ajustement des serre-tête, les bords des coquilles sont généralement rembourrés de mousse plastique ou remplis de fluide.
- Le serre-tête se porte au-dessus de la tête, derrière la tête, sous le menton ou derrière la nuque.
- Les serre-tête existent en trois tailles : petite, moyenne et grande.

Figure 5.3 Structure des serre-tête
© Courtesy of Bacou-Dalloz / Howard Leight / Bilsom

Les coquilles avec serre-tête ne doivent pas être utilisées avec un casque de sécurité. Les coquilles avec serre-nuque et mentonnière le peuvent. Il existe également des coquilles montées sur casque de sécurité.

Les bouchons d'oreille sont des protecteurs contre le bruit qui sont introduits dans le conduit auditif ou qui en obstruent l'entrée.

- Les bouchons réutilisables sont généralement fabriqués en silicone, en caoutchouc ou plastique ; certains sont réunis par un cordon élastique ou un arceau
- Les bouchons jetables sont généralement en mousse ou en ouate de coton.
- Les bouchons d'oreille façonnés par l'utilisateur sont en matériaux compressibles, que l'utilisateur malaxe lui-même avant de les introduire dans le conduit auditif.
- Les bouchons d'oreille réalisés sur mesure sont moulés individuellement afin de s'adapter à la forme du conduit auditif ou de couvrir la totalité de l'oreille externe d'un utilisateur donné.

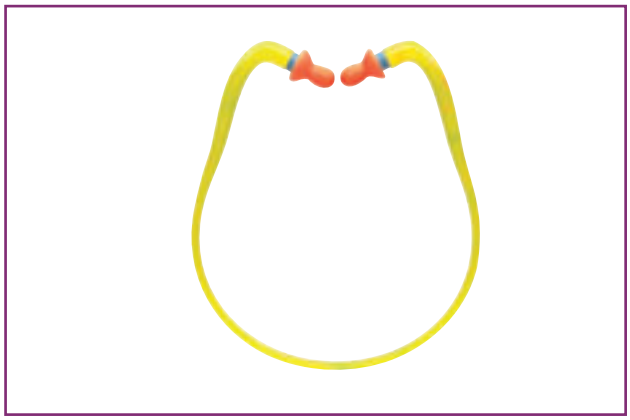


Figure 5.4 Divers modèles de bouchons d'oreille
© Courtesy of Bacou-Dalloz / Howard Leight / Bilsom

Figure 5.5 Bouchons d'oreille «otoplastiques» moulés sur mesure
© Courtesy of Auditech

Certains modèles de bouchons d'oreille existent en trois tailles : petite, moyenne et grande. Les bouchons d'oreille jetables sont à usage unique. Si les bouchons d'oreille jetables sont utilisés plus d'une fois, ils ne fournissent pas l'affaiblissement du son attendu.

Les bouchons d'oreille réalisés sur mesure sont obtenus à partir d'un moulage en silicone du conduit auditif ou de l'oreille externe de l'utilisateur, et des copies de ces moulages. Les bouchons d'oreille réalisés sur mesure sont en silicone (otoplastique souple) ou en acrylate (otoplastique dur) et revêtus d'une couche de vernis spécial destinée à améliorer la compatibilité avec la peau. On obtient ainsi des valeurs élevées d'affaiblissement du son (45 dB pour les hautes fréquences et 30 dB pour les basses). Les bouchons d'oreille sont dotés de divers éléments filtrants destinés à réduire le son et modifier les caractéristiques d'atténuation du son.

En plus des protecteurs passifs, il existe des protecteurs contre le bruit équipés de systèmes électroniques.

- Les serre-tête ou les bouchons d'oreille à atténuation dépendante du niveau sont équipés de systèmes électroniques de restitution du son. Ils sont destinés à être utilisés dans des environnements dominés par un bruit impulsionnel ou intermittent, où il est essentiel de pouvoir entendre la parole et les sons d'avertissement pendant les périodes de calme.
- Les serre-tête à atténuation active sont dotés de systèmes électroniques conçus pour améliorer l'atténuation des sons de basse fréquence.
- Les serre-tête équipés de moyens de communication permettant de recevoir les informations ou les signaux d'avertissement tout en offrant l'atténuation requise.

Les normes suivantes fournissent un complément d'information sur les performances des protecteurs contre le bruit équipés de systèmes électroniques : pour les serre-tête à atténuation dépendante du niveau – EN 352-4:2001, pour les serre-tête à atténuation active du bruit – EN 352-5:2002, pour les serre-tête avec entrée audio-électrique – EN 352-6:2002, pour les bouchons d'oreille à atténuation dépendante du niveau – EN 352-7:2002.

4. DESCRIPTION DES PARAMÈTRES DES PROTECTEURS INDIVIDUELS ET DE LEUR INFLUENCE SUR LES PERFORMANCES

Les performances des protecteurs contre le bruit dépendent essentiellement de leur atténuation du bruit.

L'atténuation du bruit obtenue par les protecteurs individuels peut être définie par les paramètres ci-dessous, qui sont évalués en laboratoire au cours du processus de certification :

- valeur moyenne de l'affaiblissement acoustique et écart type.
- affaiblissement en haute fréquence – H,
- affaiblissement en moyenne fréquence – M,
- affaiblissement en basse fréquence – L,
- indice d'affaiblissement global – SNR.

La valeur moyenne de l'atténuation ou affaiblissement du bruit donne la description la plus précise des performances des protecteurs individuels.

Elle spécifie l'atténuation du bruit dans chaque bande de fréquence dans la plage 125 Hz à 8000 Hz. La valeur moyenne repose sur des mesures en laboratoire effectuées sur seize personnes, ce qui implique la nécessité de calibrer les écarts-types. Un écart-type est un paramètre statistique qui représente la dispersion des seize atténuations acoustiques mesurées autour de la moyenne.

Exemples :

Fréquence	Affaiblissement moyen du son	Écart-type
125 Hz	11,1 dB	3,3 dB
250 Hz	18,1 dB	3,3 dB
500 Hz	25,1 dB	3,1 dB
1000 Hz	27,0 dB	2,3 dB
2000 Hz	28,6 dB	2,4 dB
4000 Hz	38,6 dB	2,6 dB
8000 Hz	40,2 dB	3,3 dB

L'affaiblissement du bruit fourni par les protecteurs individuels passifs sans système électronique augmente avec l'accroissement de la fréquence du son. Il existe une exception : les protecteurs individuels équipés de filtres acoustiques, par exemple les bouchons d'oreille spécialement conçus pour les musiciens. Pour obtenir plus de détails sur la méthode utilisée pour tester l'atténuation du son, consultez la norme EN 13819-2:2002.

Les performances des protecteurs individuels pour un son de fréquence élevée, moyenne ou basse sont décrites ainsi : Affaiblissement en haute fréquence – H, affaiblissement en fréquence moyenne – M, affaiblissement en basse fréquence – L.

Ces descripteurs donnent des informations sur le nombre de décibels du bruit haute, moyenne et basse fréquence qui sont atténués par le protecteur individuel, par exemple : **H** = 29 dB, **M**= 23 dB, **L**= 15 dB.

L'indice d'affaiblissement global, SNR, est une description moins précise de la capacité du PICB à atténuer le bruit.

Il donne des informations globales sur la part du niveau sonore (en décibels) qui est réduite par l'utilisation de protecteurs individuels, par exemple **SNR** = 26 dB.

Pour obtenir plus de détails sur les calculs de l'affaiblissement H, M, L et l'indice d'affaiblissement global SNR, consultez la norme EN ISO 4869-2.

L'atténuation des protecteurs individuels à diverses bandes de fréquence provient de leur structure.

Les performances des serre-tête sont affectées par :
- le volume et la taille des serre-tête,
- la rotation des coquilles et la possibilité de les ajuster correctement pour qu'elles s'adaptent au pourtour de l'oreille de celui qui les porte,
- la force du serre-tête et la pression du coussinet contre le pourtour des oreilles,
- la résistance aux températures élevées et basses.

Les performances des bouchons d'oreille sont affectées par :
- les matériaux dont ils sont composés,
- leur forme et leur taille.

Pour que les serre-tête donnent des performances optimales, les coussinets des coquilles doivent être parfaitement ajustés sur la tête de celui qui les porte. Pour que les bouchons d'oreille donnent des performances optimales, ils doivent être correctement mis en place dans les conduits auditifs. Pour obtenir plus de détails sur les méthodes utilisées pour tester les paramètres physiques des protecteurs individuels contre le bruit, consultez la norme EN 13819-1. 2002.

5. SÉLECTION DU TYPE DE PICB LE MIEUX ADAPTÉ

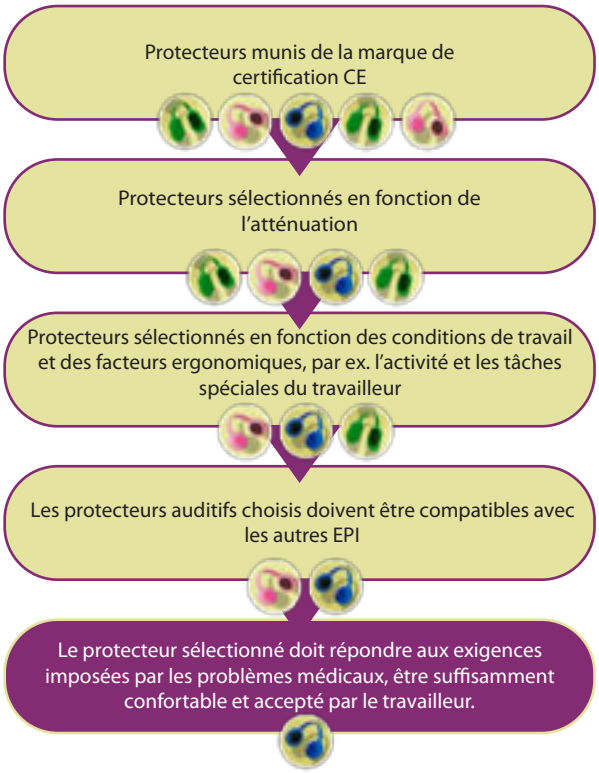


Figure 5.6 Diagramme du processus de sélection des PICB

5.1. Protecteurs individuels bénéficiant de la certification CE

Lorsque vous choisissez un protecteur individuel contre le bruit pour l'utiliser dans un environnement professionnel, il est essentiel de le sélectionner parmi ceux bénéficiant de la certification CE.

Le marché européen offre des dizaines de modèles de protecteurs contre le bruit (PICB).

Si la certification CE a été accordée à un PICB, cela signifie qu'il répond aux exigences de la norme EN 352.

Les EPI (PAI) destinés à la prévention des effets nuisibles du bruit doivent respecter les dispositions du point 3.5 de l'Annexe II de la directive 89/686/CEE.

Figure 5.7 Marque de certification CE

5.2. Sélection des protecteurs en fonction de l'atténuation qu'ils produisent

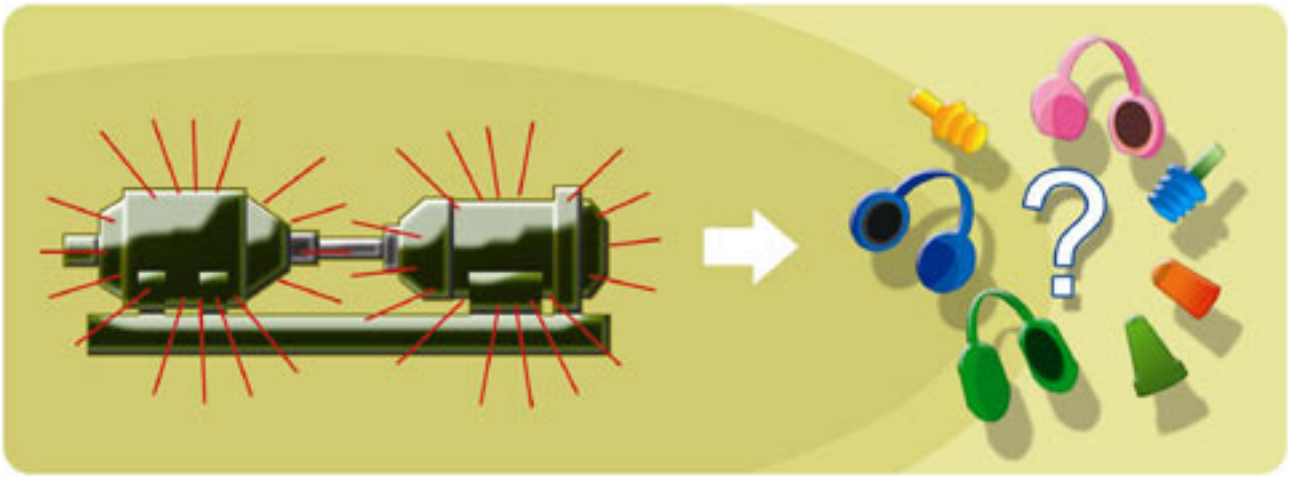


Figure 5.8 Tout bruit nécessite le type de protecteur individuel adéquat

Les PICB doivent être choisis en fonction de l'atténuation qu'ils permettent, et ils doivent être adaptés au niveau et au spectre acoustique auxquels le travailleur est exposé.

- Le PICB sélectionné doit réduire le niveau sonore au niveau des oreilles de celui qui les porte de manière à atteindre le seuil d'action approprié, conformément à la réglementation nationale.
- Les protecteurs les mieux adaptés assurent que le niveau sonore au niveau du tympan de celui qui les porte se situe entre 5 et 10 dB en dessous du seuil d'action. Il est erroné de penser que plus l'atténuation est élevée, meilleur est le protecteur (cf. figure 5.9).
- Il est déconseillé de fournir au travailleur une protection apportant une atténuation trop élevée, qui réduirait le niveau sonore de plus de 15 dB en dessous du seuil d'action (cf. figure 5.9).
- Une surprotection peut provoquer des difficultés de communication et gêner la perception de signaux avertisseurs de danger. Le travailleur peut avoir une impression d'inconfort et d'isolement. Le travailleur peut donc décider de ne pas porter le protecteur auditif.

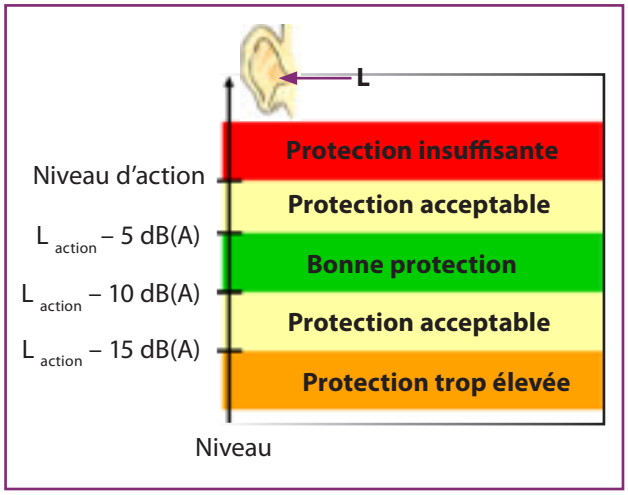


Figure 5.9 Avec le PICB, le niveau sonore (au niveau du tympan) doit être adapté (EN 458).

Exemples :

Si le seuil d'action est 85 dB(A) :

- le travailleur est bien protégé par le protecteur lorsque le niveau sonore au niveau de son tympan se situe entre 75 et 80 dB(A) ;
- les niveaux sonores acceptables au niveau du tympan de celui qui porte les protecteurs se situent entre 80 dB(A) et 85 dB(A) et entre 75 dB(A) et 70 dB(A);
- le travailleur est surprotégé par le protecteur lorsque le niveau sonore au niveau de son tympan est inférieur à 70 dB(A).

Il existe quatre méthodes pour évaluer le niveau de pression acoustique pondéré A obtenu avec le protecteur individuel : la méthode de la bande d'octave, la méthode HML, la méthode de contrôle HML et la méthode SNR.

- La méthode de la bande d'octave repose sur les données d'affaiblissement du son des protecteurs et les niveaux de pression acoustique par bande d'octave du bruit sur le lieu de travail.
- La méthode HML repose sur les atténuations haute (H), moyenne (M) et basse (L) fréquence des protecteurs, ainsi que sur les niveaux de pression acoustique pondérés A et C du bruit sur le lieu de travail.
- La méthode HML nécessite de prendre une décision subjective entre deux catégories de bruits, à l'aide d'exemples de sources sonores.
- La méthode SNR repose sur l'indice d'affaiblissement global (en anglais "single number rating", SNR) des protecteurs, ainsi que sur le niveau de pression acoustique pondéré A et le niveau de pression acoustique pondéré C du bruit sur le lieu de travail.

Pour obtenir plus de détails concernant les méthodes utilisées pour évaluer le niveau de bruit obtenu avec les protecteurs individuels, consultez les normes EN 458:2004 et EN ISO 4869-2:1995.

5.3. Atténuation par les protecteurs individuels en situation réelle

L'atténuation du son apportée par les PICB dans l'environnement de travail peut être inférieure à celle obtenue lors des essais réalisés en laboratoire à des fins de certification et aux informations publiées par le fabricant pour l'utilisateur. Il n'est donc pas toujours possible d'utiliser directement les informations données par le fabricant des PICB pour évaluer l'atténuation réelle, en tenant compte du niveau et de la gamme de fréquences du bruit auxquels seront exposés les travailleurs qui porteront les PICB.

Ceci peut être dû au fait que

- les protecteurs individuels s'ajustent mal car l'utilisateur a les cheveux longs (serre-tête),
- les protecteurs sont mal insérés dans le conduit auditif (bouchons d'oreille)
- l'usager porte des objets gênants ou un autre EPI
- les produits se sont détériorés naturellement au fil du temps
- les conditions acoustiques diffèrent des sites d'essais du laboratoire aux lieux de travail.

L'atténuation mesurée en laboratoire fournit quand même des informations importantes qui permettent de choisir le protecteur individuel le mieux adapté

- Les atténuations mesurées en laboratoire fournissent un premier niveau de "hiérarchie" dans les performances des PICB ; en outre, elles donnent des informations sur les variations de ces performances en fonction de la fréquence.

L'influence des conditions acoustiques réelles sur l'atténuation apportée par les protecteurs individuels fait actuellement l'objet de recherches.

5.4. Sélection des protecteurs en fonction d'exigences particulières

Certains postes de travail présentent des conditions particulières, qui nécessitent le port de protecteurs individuels spéciaux.

- Les postes de travail présentant une alternance entre périodes bruyantes et périodes silencieuses, par exemple les champs de tir ou les carrières. Lors des périodes de silence, le travailleur devrait pouvoir conserver un niveau de communication suffisant et une bonne perception des signaux d'avertissement. Dans de telles circonstances, il est essentiel de sélectionner des protecteurs individuels qui offrent une bonne intelligibilité de la parole et une perception correcte des signaux d'avertissement lors des périodes de silence.
- Lorsqu'un doute subsiste sur la capacité d'un travailleur à entendre les alarmes, signaux d'avertissement, contacts d'urgence, etc., il est nécessaire de mettre d'autres moyens de communication à sa disposition, par exemple des voyants lumineux clignotants ou des plaques vibrantes.

Figure 5.10. Sur un champ de tir, l'utilisateur porte des serre-tête à atténuation dépendante du niveau

- Lorsque le bruit au niveau du poste de travail est continu et que les travailleurs ont besoin de communiquer entre eux ou doivent recevoir des instructions (un pilote de petit avion ou d'hélicoptère, un caméraman de télévision par exemple), il convient de choisir des serre-tête équipés de systèmes électroniques de communication.

Figure 5.11 Lorsque le poste de travail implique la nécessité de communiquer, le travailleur utilise des serre-tête équipés de systèmes électroniques de communication.

- Si le travailleur est exposé à des températures élevées ou basses (environ -20°C ou +50°C), ce qui est le cas par exemple des bûcherons, il est nécessaire de sélectionner des serre-tête adaptés à ces conditions.

Figure 5.12 En hiver, les bûcherons utilisent des serre-tête résistants aux basses températures.
© Photo of B. Floret, Courtesy of INRS - France

- Dans un environnement humide, il est possible que l'utilisateur transpire sous le rembourrage des coquilles. Dans ces conditions, il est conseillé de porter des bouchons d'oreille ou des serre-tête équipés de collerettes de propreté fines et absorbantes. En cas d'utilisation de collerettes de propreté, il convient de s'assurer que les valeurs d'affaiblissement indiquées dans le dossier d'information de l'utilisateur correspondent à l'ensemble (serre-tête avec collerettes de propreté).

5.5. Sélection des protecteurs individuels en fonction de leur compatibilité avec d'autres équipements de protection individuelle

De nombreux postes de travail exigent que les travailleurs utilisent d'autres équipements de protection individuelle (EPI) en plus des serre-tête.

- L'utilisation de serre-tête et, par exemple, de dispositifs respiratoires, de lunettes, de lunettes de sécurité, de masques, peut réduire l'étanchéité entre les coussinets des coquilles et le crâne, et donc diminuer l'atténuation du bruit. Dans ce cas, il est généralement conseillé de porter des bouchons d'oreille.
- Lorsqu'il est nécessaire d'utiliser simultanément un casque de sécurité et des protecteurs individuels contre le bruit, il est fortement recommandé de porter un casque de sécurité avec coquilles anti-bruit intégrées. Toutefois, vu le caractère inconfortable de cette combinaison, il est nécessaire de convaincre les travailleurs de son importance pour la protection de leur santé et leur sécurité.

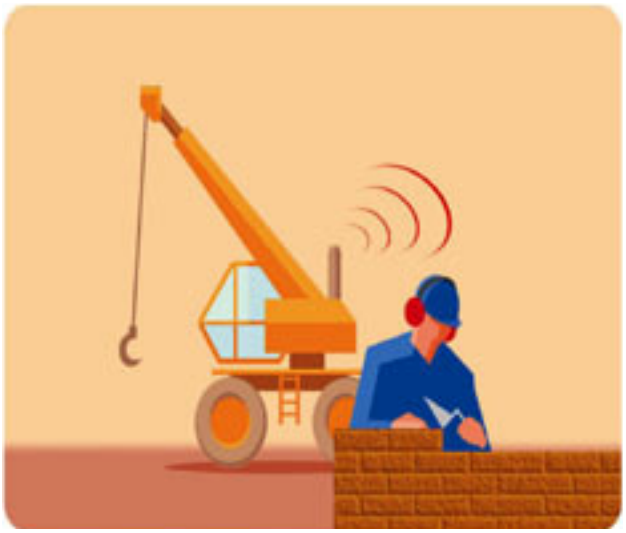


Figure 5.13 Lorsque le poste de travail implique une bonne protection de la tête, le travailleur utilise des serre-tête fixés à un casque de sécurité.

5.6. Sélection de protecteurs individuels en fonction du confort de l'utilisateur et des problèmes médicaux

Lors du choix de protecteurs individuels, le confort est un facteur très important.

- Le protecteur individuel ne doit pas être une source d'inconfort, en particulier si l'utilisateur doit le porter volontairement toute la journée.
- Certains types de PICB ne conviennent pas à tout le monde. Chaque personne est différente et l'anatomie de l'oreille varie énormément d'une personne à l'autre.

Lorsqu'un utilisateur porte un serre-tête, son confort dépend :
- du poids du protecteur auditif,
- de la pression du coussinet,
- de la force du serre-tête et de la possibilité de l'ajuster,
- des matériaux dont les coussinets sont composés.

Lorsqu'un travailleur utilise des bouchons d'oreille, son confort est déterminé par le fait que les bouchons :
- sont faciles à mettre en place et à enlever,
- s'adaptent bien au conduit auditif.

Les travailleurs sensés porter un protecteur individuel se plaignent parfois de maux de tête, d'irritation du conduit auditif, d'écoulement de l'oreille ou de troubles auditifs. Dans ce cas, ils peuvent avoir de bonnes raisons d'hésiter à utiliser un type de protecteur individuel particulier. Avant la décision finale concernant le choix d'un PICB, celui-ci doit donc avoir l'approbation de l'utilisateur concerné.

Exemples :

Le conduit auditif du travailleur n'est pas normal (trop étroit ou de forme compliquée). Dans ce cas, les bouchons d'oreille à arceau prémoulés sont particulièrement déconseillés.

Le travailleur suit un traitement pour un problème dermatologique du conduit auditif. Dans ce cas, il est conseillé d'utiliser un serre-tête.

6. EFFICACITÉ DE LA PROTECTION DES PROTECTEURS INDIVIDUELS EN FONCTION DE LA DURÉE D'UTILISATION

Pour que les travailleurs bénéficient d'une protection efficace contre le bruit, ils doivent porter les protecteurs individuels en permanence.

- Une simple pause très brève sans protecteur individuel peut réduire énormément l'atténuation réelle et la protection.
- Le tableau ci-dessous illustre la diminution de l'efficacité de la protection pour différentes durées sans protecteur individuel lors d'une journée de travail de huit heures.

Durée sans PICB [minutes]	Protection effective [dB]
0	30
5	20
24	13
48	10
96	7
144	5
192	4
240	3

Figure 5.14 Efficacité de la protection en cas de pauses sans port de protecteurs individuels lors d'une journée de travail de 8 heures

Exemples :

Si le travailleur utilise un protecteur individuel pendant toute la journée de huit heures, il bénéficiera de la protection maximale de 30 dB. Cependant, une pause d'une heure sans les protecteurs individuels provoque une baisse du niveau de protection à 9 dB.

7. INFORMATION POUR LES EMPLOYEURS ET TRAVAILLEURS

Tout protecteur contre le bruit ayant obtenu la certification CE est vendu avec les informations fournies par le fabricant.

- Avant de choisir un protecteur individuel, l'employeur doit recueillir les informations et les spécifications techniques requises pour opérer le meilleur choix.
- Après avoir acheté un protecteur individuel, il est essentiel de lire les informations fournies par le fabricant car elles détaillent les performances de ce protecteur, son mode d'utilisation et d'entretien, etc.

Quel que soit le type de protecteur individuel, les informations suivantes sont toujours communiquées :

- numéro des normes dont les exigences sont satisfaites par le protecteur individuel
- nom du fabricant
- fonction prévue pour ce type de protecteur individuel
- le cas échéant, possibilité d'utiliser ou non un protecteur individuel donné avec des températures élevées ou basses,
- instructions pour une bonne mise en place et utilisation de ce modèle de PICB,
- taille du protecteur individuel
- conditions de stockage recommandées,
- valeurs d'affaiblissement du son, nécessaires pour sélectionner un protecteur individuel adapté au bruit,
- adresse où l'employé peut obtenir des informations complémentaires.

Lorsque les coquilles anti-bruit sont fixées à un casque de sécurité, toutes les informations données concernent uniquement cet ensemble.

Pour les serre-tête et bouchons d'oreille réutilisables, les méthodes de nettoyage et de désinfection sont décrites.

Dans le cas de bouchons d'oreille jetables, à usage unique, il est très important de ne pas oublier que les valeurs d'affaiblissement du son ne sont valables que lors de leur première et unique utilisation. L'usage répété des mêmes bouchons d'oreille à usage unique diminue fortement l'atténuation qu'ils offrent.

En ce qui concerne les protecteurs individuels équipés de systèmes électroniques, le fournisseur doit donner des informations supplémentaires sur la sécurité, le fonctionnement et les performances du système électronique ainsi que sur l'entretien de la batterie.

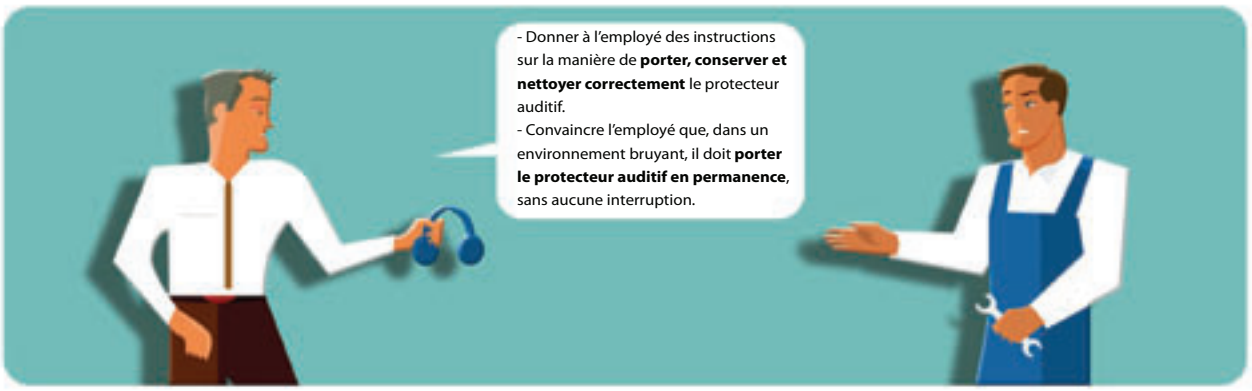


Fig. 5.15 Qu'est-ce que l'employeur a à dire à son employé ?

8. CAS PARTICULIERS

Dans certaines situations ou activités professionnelles spécifiques qui imposent le port d'un protecteur auditif, en raison du niveau de bruit mais aussi en fonction de l'activité concernée, certains travailleurs doivent aussi être en mesure de recevoir des informations ou des instructions appropriées pour effectuer leur travail pendant qu'ils portent cet EPI, par exemple les caméramans sur le plateau, les travailleurs sur les aires de stationnement des aéroports, etc.

Bouchons d'oreille pour musiciens

Les musiciens devraient préférer les bouchons d'oreille spéciaux, qui fournissent une atténuation uniforme pour toutes les fréquences. Ceci permet d'écouter de la musique avec un son naturel. Les bouchons d'oreille en silicone moulés sur mesure sont équipés de membranes échangeables, offrant des atténuations de 9, 15 ou 25 dB(A). Cependant, pour la plupart des instruments, la pratique de la musique avec des bouchons d'oreille nécessite un peu de temps d'exercice afin de se familiariser avec la perception modifiée de l'instrument (cf. chapitre 8).

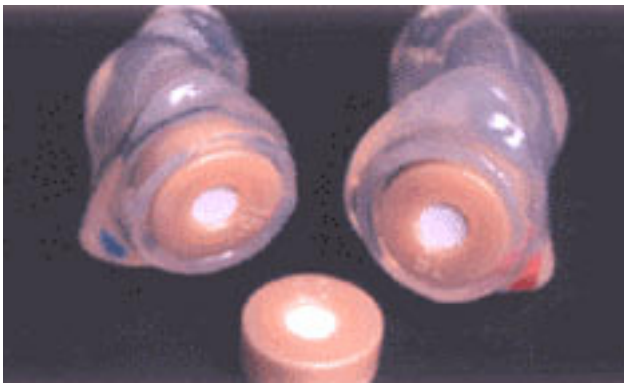


Figure 5.16 Bouchons d'oreille pour musiciens avec filtres échangeables
© & courtesy by Infield Safety Gmbh, Allemagne

CHAPITRE 6 : Acheter des équipements de travail silencieux

1. EXIGENCES DES DIRECTIVES SANTÉ ET SÉCURITÉ EN MATIÈRE D'ACHAT D'ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL SILENCIEUX 96
2. DIRECTIVE « MACHINES » 98/37/CE ET DIRECTIVE « EXTÉRIEUR » 2000/14/CE 97
   - 2.1. Directive Machines 98/37/CE (remplacée par la directive 2006/42/CE à partir du 29 décembre 2009) 97
   - 2.2. Directive Émissions sonores à l'extérieur des bâtiments 2000/14/CE (telle que modifiée par la directive 2005/88/CE) 98
   - 2.3. Lien entre les directives sante et sécurité et les directives machines et matériels destinés à être utilisés a l'extérieur 98
3. NORMES RELATIVES AU BRUIT 103
4. COMMENT RÉDUIRE LES ÉMISSIONS SONORES DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL 103
   - 4.1. Comment demander des informations sur les émissions sonores ? 103
   - 4.2. Information sur les valeurs d'émissions sonores 104
5. COMMENT CHOISIR UN ÉQUIPEMENT DE TRAVAIL SILENCIEUX ? 104
   - 5.1. Obligation juridique 104
   - 5.2. Différences entre les valeurs indiquées par les fabricants et les valeurs réelles au poste de travail 105
   - 5.3. Pourquoi comparer les émissions sonores de différentes machines ? 105
   - 5.4. Quand comparer les émissions sonores de différentes machines ? 105
   - 5.5. Comment comparer les émissions sonores de différentes machines ? 106
6. ANNEXE 107

1. EXIGENCES DES DIRECTIVES SANTÉ ET SÉCURITÉ EN MATIÈRE D'ACHAT D'ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL SILENCIEUX

Pour éviter ou réduire au minimum l'exposition des travailleurs au travail aux risques liés au bruit, l'employeur doit connaître et appliquer les directives Santé et sécurité ci-dessous, et en particulier les exigences qui en découlent pour l'achat d'équipements de travail silencieux.

Directive-cadre (89/391/CEE)[32]

L'article 6 de la directive-cadre 89/391/CEE prévoit ce qui suit:

1. *Dans le cadre de ses responsabilités, l'employeur prend les mesures nécessaires pour la protection de la sécurité et de la santé des travailleurs, y compris les activités de prévention des risques professionnels, d'information et de formation ainsi que la mise en place d'une organisation et de moyens nécessaires. L'employeur doit veiller à l'adaptation de ces mesures pour tenir compte du changement des circonstances et tendre à l'amélioration des situations existantes.*

2. *L'employeur met en œuvre les mesures prévues au paragraphe 1, premier alinéa sur la base des principes généraux de prévention suivants:*
   - *éviter les risques ;*
   - *évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités ;*
   - *combattre les risques qui ne peuvent pas être évités ;*
   - *(…)*

Directive 2003/10/CE[33] « Bruit »

L'article 5 de la **directive 2003/10/CE** contient des dispositions visant à éviter et à réduire l'exposition :

1. En tenant compte du progrès technique et de la disponibilité de mesures de maîtrise du risque à la source, les risques résultant de l'exposition au bruit sont supprimés à leur source ou réduits au minimum.

   La réduction de ces risques se base sur les principes généraux de prévention figurant à l'article 6, paragraphe 2, de la directive 89/391/CEE, et prend en considération, notamment: (…)

   b) le choix d'équipements de travail appropriés émettant, compte tenu du travail à effectuer, le moins de bruit possible, y compris la possibilité de mettre à la disposition des travailleurs des équipements soumis aux dispositions communautaires dont l'objectif ou l'effet est de limiter l'exposition au bruit; (…)

   d) l'information et la formation adéquates des travailleurs afin qu'ils utilisent correctement les équipements de travail en vue de réduire au minimum leur exposition au bruit;

Directive 89/655/CEE[34] « Utilisation d'équipements de travail »

Enfin, l'article 3 de la **directive 89/655/CEE** concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé pour l'utilisation par les travailleurs au travail d'équipements de travail dispose ce qui suit :

« L'employeur prend les mesures nécessaires afin que les équipements de travail mis à la disposition des travailleurs dans l'entreprise et/ou l'établissement soient appropriés au travail à réaliser ou convenablement adaptés à cet effet, permettant d'assurer la sécurité et la santé des travailleurs lors de l'utilisation de ces équipements de travail.

Lors du choix des équipements de travail qu'il envisage d'utiliser, l'employeur prend en considération les conditions et les caractéristiques spécifiques de travail et les risques existants dans l'entreprise et/ou l'établissement, notamment aux postes de travail, pour la sécurité et la santé des travailleurs, et/ou les risques qui seraient susceptibles de s'y ajouter du fait de l'utilisation des équipements de travail en question. »

32. Directive 89/391/CEE du Conseil, du 12 juin 1989, concernant la mise en oeuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail, JO L 183 du 29.06.1989, p. 1.

33. 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), JO L 42 du 15.02.2003, p. 38.

34. Directive 89/655/CEE du Conseil du 30 novembre 1989 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé pour l'utilisation par les travailleurs d'équipements de travail, JO L 393 du 31.12.1989, p. 13.

2. DIRECTIVE « MACHINES » 98/37/CE ET DIRECTIVE « EXTÉRIEUR » 2000/14/CE

Pour appliquer les dispositions des directives Santé et sécurité, qui imposent d'éviter l'exposition au bruit des travailleurs ou de la réduire à la source, l'employeur qui acquiert des équipements de travail devrait être informé par les fabricants et/ou leurs représentants agréés établis dans l'UE (distributeurs, importateurs, etc.) sur les exigences en matière de bruit définies dans :

- **la directive « Machines » 98/37/CE**[35] concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux machines, qui sera remplacée par la directive 2006/42/CE[36] avec effet au 29 décembre 2009,

et pour les machines essentiellement utilisées à l'extérieur, dans:

- **la directive 2000/14/CE**[37] 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, telle que modifiée par la directive 2005/88/CE[38].

Ces deux directives exigent que les fabricants et/ou leurs mandataires agréés dans l'UE (distributeurs, importateurs, etc.) fournissent des informations sur les émissions sonores des machines qu'ils proposent. Ces informations contribuent à l'évaluation du bruit sur le lieu de travail et à la sélection d'un nouvel équipement présentant un niveau d'émissions sonores moindre.

35. Directive 98/37/CE du Parlement européen et du Conseil, du 22 juin 1998, concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux machines, JO L 207 du 23.07.1998, p. 1.

36. Directive 2006/42/CE du Parlement européen et du Conseil, du 17 mai 2006, relative aux machines et modifiant la directive 95/16/CE, JO L 157 du 09.06.2006, p. 24.

37. Directive 2000/14/CE du Parlement européen et du Conseil 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, JO L 162 du 3.7.2000, p. 1.

38. Directive 2005/88/CE du Parlement européen et du Conseil, du 14 décembre 2005, 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, JO L 344 du 27.12.2005, p. 44.

2.1. Directive Machines 98/37/CE (remplacée par la directive 2006/42/CE à partir du 29 décembre 2009)

En matière de bruit, la directive Machines 98/37/CE et la directive 2006/42/CE qui la remplacera contiennent deux exigences essentielles qui doivent être observées par les fabricants et/ou leurs mandataires établis dans l'UE (distributeurs, importateurs, etc.).

Premièrement, l'exigence de réduction au minimum s'applique :

« La machine doit être conçue et construite pour que les risques résultant de l'émission du bruit aérien produit soient réduits au niveau le plus bas compte tenu du progrès technique et de la disponibilité de moyens de réduction du bruit, notamment à la source. »
(Annexe I, section 1.5.8 « bruit »)

La nouvelle directive Machines 2006/42/CE ajoute :

« Le niveau d'émission sonore peut être évalué par rapport à des données comparatives d'émissions relatives à des machines similaires. » (Annexe I, section 1.5.8 « bruit »)

Deuxièmement, pour permettre de choisir des machines plus silencieuses en rendant le marché plus transparent, les informations sur les émissions sonores doivent apparaître dans les instructions et la documentation qui présentent les machines.

La directive 2006/42/CE prévoit en outre ce qui suit :

« Les documents commerciaux présentant la machine ne doivent pas être en contradiction avec la notice d'instructions en ce qui concerne les aspects de santé et de sécurité. Les documents commerciaux décrivant les caractéristiques de performance de la machine doivent contenir les mêmes informations concernant les émissions que la notice d'instructions. »
(Annexe I, section 1.7.4.3 « documents commerciaux »)

Pour attester la conformité des machines et des composants de sécurité à la directive, le fabricant ou son mandataire établi dans l'UE doit établir, pour chacune des machines, une déclaration «CE» de conformité et apposer sur la machine le marquage CE (article 8 de la directive 98/37/CE).

Pour certaines machines, le fabricant ou son mandataire doit fournir à l'employeur (utilisateur) une déclaration de conformité, et la machine doit porter le marquage CE. L'employeur (utilisateur) doit toutefois savoir qu'une marque CE n'est pas un label de qualité.

Le point 1.5.8 de l'annexe I « Exigences essentielles de sécurité et de santé relatives à la conception et à la construction des machines » de la directive 98/37/CE et de la nouvelle directive 2006/42/CE applicable à partir du 29 décembre 2009 impose ce qui suit aux fabricants et/ou à leurs mandataires établis dans l'UE :

« La machine doit être conçue et construite de manière à ce que les risques résultant de l'émission du bruit aérien soient réduits au niveau le plus bas, compte tenu du progrès technique et de la disponibilité de moyens permettant de réduire le bruit, notamment à la source. »

La nouvelle directive 2006/42/CE complète ce paragraphe comme suit :

« Le niveau d'émission sonore peut être évalué par rapport à des données comparatives d'émissions relatives à des machines similaires. »

Conformément à l'article 6, paragraphe 2, point c), de la directive 89/391/CEE*« Combattre les risques à la source »* et compte tenu de la directive 98/37/CE, annexe I, point 1.7.4, les fabricants et/ou leurs mandataires établis dans l'UE doivent fournir une « notice d'instructions » à l'employeur (utilisateur).

2.2. Directive Emissions sonores à l'extérieur des bâtiments 2000/14/CE (telle que modifiée par la directive 2005/88/CE)

La directive 2000/14/CE du Parlement européen et du Conseil, modifiée par la directive 20065/88/CE, fixe des limites et des exigences d'étiquetage en matière d'émissions sonores pour certaines machines destinées à être utilisées à l'extérieur. Elle concerne uniquement les matériels mis sur le marché ou mis en service comme entités complètes prêtes à l'emploi (articles 12 et 13 de la directive 2000/14/CE et article 12 de la directive 2005/88/CE).

La directive vise à améliorer le contrôle des émissions sonores des matériels utilisés à l'extérieur tels que les motocompresseurs, les chargeuses-pelleteuses, différents types de scie, les malaxeurs et les matériels de jardinage comme les tondeuses à gazon, etc. (énumérés aux articles 12 et 13 de la directive et définis dans l'annexe I).
Sont exclus du champ d'application de la directive (article 2) :

- les accessoires sans moteur séparément mis sur le marché ou mis en service, à l'exception des brise-béton, des marteaux-piqueurs à main et des brise-roche hydrauliques ;
- tous les matériels principalement destinés au transport de marchandises ou de personnes par route, rail, air ou voies d'eau ;
- les matériels spécialement conçus et construits à l'usage de l'armée ou de la police ainsi que pour les services d'urgence.

Selon la directive, un étiquetage est obligatoire pour tous les matériels mentionnés. Il comporte :

- l'apposition, de manière visible, lisible et indélébile, du marquage CE sur chaque matériel ;
- la valeur du niveau de puissance acoustique L_{WA} en dB(A) par rapport à 1 pW.

Pour évaluer l'impact de la directive, une procédure de collecte de données sur les émissions sonores a été mise en place. Ces données serviront de base à la définition de mesures d'incitation économiques et à l'attribution de **labels écologiques**.

Émissions sonores des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur :
http://ec.europa.eu/enterprise/mechan_equipment/noise/index.htm

Lien vers la base de données de la Commission sur les émissions sonores des machines relevant de la directive 2000/14/CE :
http://ec.europa.eu/enterprise/mechan_equipment/noise/citizen/app/

2.3. Lien entre les directives Santé et sécurité et les directives Machines et Matériels destinés à être utilisés à l'extérieur

Le tableau 6.1 fait apparaître les liens entre les directives concernant la santé et la sécurité des travailleurs et les directives concernant la sécurité des machines et les émissions sonores des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur.

L'article 3 de la directive 2003/10/CE concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit) introduit des « valeurs limites d'exposition » et des « valeurs d'exposition déclenchant l'action » pour la moyenne pondérée dans le temps des niveaux d'exposition au bruit pour une journée de travail nominale de huit heures et pour les niveaux de pression acoustique de crête pondérés C.

Extrait de l'annexe I, point 1.7.4, de la directive 98/37/CE « Notice d'instructions »

(a) Chaque machine doit être accompagnée d'une notice d'instructions donnant, au minimum, les indications suivantes:

- *le rappel des indications prévues pour le marquage, à l'exception du numéro de série (voir point 1.7.3), éventuellement complétées par les indications permettant de faciliter la maintenance,*
- *les instructions pour que la mise en service, l'utilisation, la manutention, le montage, le démontage, la maintenance puissent s'effectuer sans risque ainsi que des instructions d'apprentissage, etc.*

d) Toute documentation présentant la machine ne doit pas être en contradiction avec la notice d'instructions en ce qui concerne les aspects de sécurité. La documentation technique décrivant la machine donnera les informations concernant l'émission de bruit aérien visées au point f) et, pour les machines portatives et/ou guidées à la main, les informations concernant les vibrations visées au point 2.2 (exigences essentielles de sécurité et de santé applicables à certaines catégories de machines).

e) La notice d'instructions doit donner, si nécessaire, les prescriptions relatives à l'installation et au montage destinées à diminuer le bruit engendré et les vibrations produites (par exemple: usage d'amortisseurs, nature et masse du massif, etc.).

f) La notice d'instructions doit donner les indications suivantes concernant le bruit aérien émis par la machine, soit la valeur réelle soit une valeur établie à partir de la mesure effectuée sur une machine identique:

- *le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, aux postes de travail, lorsqu'il dépasse 70 dB(A) ; si ce niveau est inférieur ou égal à 70 dB (A), ce fait doit être mentionné,*
- *la valeur maximale de la pression acoustique instantanée pondérée C, aux postes de travail, lorsqu'elle dépasse 63 Pa (130 dB par rapport à 20 µPa),*
- *le niveau de puissance acoustique émis par la machine lorsque le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, aux postes de travail, dépasse 85 dB (A).*

Lorsque la machine est de très grandes dimensions, l'indication du niveau de puissance acoustique peut être remplacée par l'indication des niveaux de pression acoustique continus équivalents en des emplacements spécifiés autour de la machine.

Lorsque les normes harmonisées ne sont pas appliquées, les données acoustiques doivent être mesurées en utilisant le code de mesurage le plus approprié adapté à la machine.

Le fabricant indiquera les conditions de fonctionnement de la machine pendant le mesurage et quelles méthodes ont été utilisées pour les mesurages.

Lorsque le ou les postes de travail ne sont pas, ou ne peuvent pas être, définis, la mesure de niveau de pression acoustique doit être effectuée à 1 m de la surface de la machine et à une hauteur de 1,60 m au-dessus du sol ou de la plate-forme d'accès. La position et la valeur de la pression acoustique maximale doivent être indiquées.

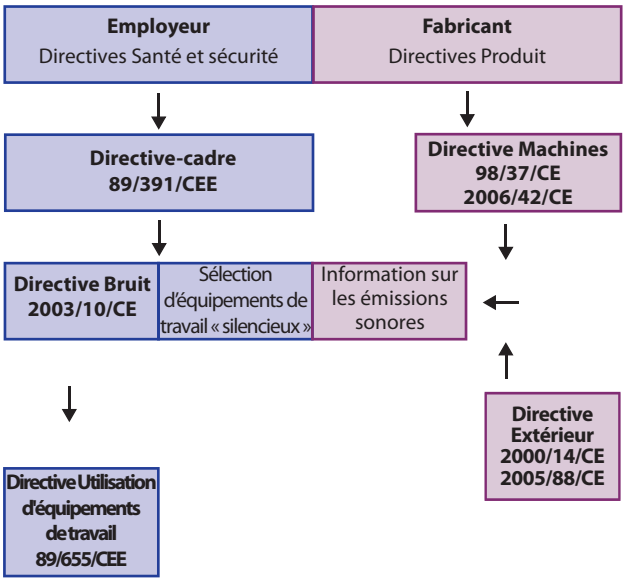


Tableau 6,1 Lien entre les directives Santé et sécurité et les directives Machines et Matériels destinés à être utilisés à l'extérieur

La détermination de l'exposition effective du travailleur doit tenir compte de l'ensemble des émissions sonores sur le lieu de travail, y compris celles provenant des machines, Afin de réduire au minimum l'exposition au bruit en respectant les valeurs limites d'exposition et les valeurs d'exposition déclenchant l'action. Il importe donc de bien choisir les équipements de travail en s'appuyant sur l'évaluation des risques. Les valeurs d'exposition déclenchant l'action doivent mener à des mesures concrètes telles que l'exigence d'informer les travailleurs des risques potentiels, la fourniture et l'utilisation de protecteurs auditifs, le contrôle de l'audition des travailleurs et l'élaboration d'un programme de réduction du bruit, notamment par l'utilisation d'informations adéquates pour choisir des machines silencieuses.

1.7.4. *Notice d'instructions*

a) Chaque machine doit être accompagnée d'une notice d'instructions donnant, au minimum, les indications suivantes:

— le rappel des indications prévues pour le marquage, à l'exception du numéro de série (voir point 1.7.3), éventuellement complétées par les indications permettant de faciliter la maintenance (par exemple: adresse de l'importateur, des réparateurs, etc.),

— les conditions prévues d'utilisation au sens du point 1.1.2 c),

— le ou les postes de travail susceptibles d'être occupés par les opérateurs,

— les instructions pour que:

— la mise en service,

— l'utilisation,

— la manutention, en indiquant la masse de la machine et de ses différents éléments lorsqu'ils doivent de façon régulière être transportés séparément,

— l'installation,

— le montage, le démontage,

— le réglage,

— la maintenance (entretien et dépannage)

puissent s'effectuer sans risque,

— si nécessaire, des instructions d'apprentissage,

— si nécessaire, les caractéristiques essentielles des outils pouvant être montés sur la machine.

La notice doit, si nécessaire, attirer l'attention sur les contre-indications d'emploi.

b) La notice d'instructions est établie, dans une des langues communautaires, par le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté. Lors de sa mise en service, chaque machine doit être accompagnée d'une traduction de la notice dans la ou les langues du pays d'utilisation et de la notice originale. Cette traduction est faite soit par le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté, soit par celui qui introduit la machine dans la zone linguistique concernée. Par dérogation, la notice de maintenance destinée à être utilisée par un personnel spécialisé qui dépend du fabricant ou de son mandataire établi dans la Communauté peut être rédigée dans une seule des langues communautaires comprise par ce personnel.

c) La notice d'instructions comprendra les plans et schémas nécessaires à la mise en service, à l'entretien, à l'inspection, à la vérification du bon fonctionnement et, le cas échéant, à la réparation de la machine, ainsi que toutes les instructions utiles notamment en matière de sécurité.

d) Toute documentation présentant la machine ne doit pas être en contradiction avec la notice d'instructions en ce qui concerne les aspects de sécurité. La documentation technique décrivant la machine donnera les informations concernant l'émission de bruit aérien visées au point f) et, pour les machines portatives et/ou guidées à la main, les informations concernant les vibrations visées au point 2.2.

e) La notice d'instructions doit donner, si nécessaire, les prescriptions relatives à l'installation et au montage destinées à diminuer le bruit engendré et les vibrations produites (par exemple: usage d'amortisseurs, nature ou masse du massif, etc.).

f) La notice d'instructions doit donner les indications suivantes concernant le bruit aérien émis par la machine, soit la valeur réelle soit une valeur établie à partir de la mesure effectuée sur une machine identique:

— le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, aux postes de travail, lorsqu'il dépasse 70 dB (A); si ce niveau est inférieur ou égal à 70 dB (A), ce fait doit être mentionné,

— la valeur maximale de la pression acoustique instantanée pondérée C, aux postes de travail, lorsqu'elle dépasse 63 Pa (130 dB par rapport à 20 μPa),

— le niveau de puissance acoustique émis par la machine lorsque le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, aux postes de travail, dépasse 85 dB (A).

Lorsque la machine est de très grandes dimensions, l'indication du niveau de puissance acoustique peut être remplacée par l'indication des niveaux de pression acoustique continus équivalents en des emplacements spécifiés autour de la machine.

Lorsque les normes harmonisées ne sont pas appliquées, les données acoustiques doivent être mesurées en utilisant le code de mesurage le plus approprié adapté à la machine.

Le fabricant indiquera les conditions de fonctionnement de la machine pendant le mesurage et quelles méthodes ont été utilisées pour les mesurages.

Lorsque le ou les postes de travail ne sont pas, ou ne peuvent pas être, définis, la mesure de niveau de pression acoustique doit être effectuée à 1 m de la surface de la machine et à une hauteur de 1,60 m au-dessus du sol ou de la plate-forme d'accès. La position et la valeur de la pression acoustique maximale doivent être indiquées.

g) Si le fabricant prévoit l'utilisation de la machine en atmosphère explosive, la notice d'instructions doit donner toutes les indications nécessaires.

h) Dans le cas de machines qui peuvent également être destinées à l'usage par des utilisateurs non professionnels, la rédaction et la présentation du mode d'emploi, tout en respectant les autres exigences essentielles mentionnées ci-dessus, doivent tenir compte du niveau de formation générale et de la perspicacité que l'on peut raisonnablement attendre de ces utilisateurs.

3. NORMES RELATIVES AU BRUIT

Une décision capitale prise en 1985 par la Communauté économique européenne (CEE), aujourd'hui Union européenne (UE) a été la levée des entraves techniques aux échanges commerciaux. Cet objectif a été réalisé par l'adoption de directives destinées à « rapprocher les législations des États membres ».

Ces directives dites « nouvelle approche » définissent l'harmonisation de la législation dans des secteurs où des règles nationales différentes créaient des entraves au commerce. On peut citer par exemple l'évaluation des risques résultant des machines. Le principe de base veut que les directives soient un ensemble de règles légales simples (Exigences essentielles de santé et de sécurité) et que les normes définissent de quelle manière les objectifs peuvent être atteints.

Même si son utilisation demeure volontaire, une norme harmonisée constitue un moyen d'obtenir la présomption de conformité à la directive nouvelle approche concernée.

Trois types de normes

Il existe trois types de normes à l'appui de la directive Machines :

- **Normes de type A** portent sur les normes de sécurité de base ;
- **Normes de type B** concernent les aspects horizontaux (par exemple la mesure des émissions sonores en général) et sont applicables à différents types de machines ; et
- **Normes de type C** également appelées normes sur la sécurité des machines, détaillent les aspects de sécurité (y compris les risques résultant des émissions sonores) pour certains types de machines.

En ce qui concerne le bruit des machines, les normes B décrivent les méthodes de mesure de base sans donner d'informations sur les conditions d'installation, de montage et d'utilisation spécifiques des machines. Ces informations importantes, ainsi que les recommandations sur la norme B qui devrait être utilisée pour la mesure, sont données dans les codes d'essais acoustiques. Ces codes d'essai ont déjà été préparés par les groupes de travail CEN et CENELEC pour un large éventail de familles de machines différentes.

Un code d'essais acoustiques est soit une norme indépendante, soit une annexe normative à une norme de type C, c'est-à-dire une norme de sécurité machine. Plus de 500 normes ont déjà été publiées (**EN** ou **ISO** ou **EN ISO**), d'autres sont encore en préparation (**prEN**). Elles couvrent une grande variété de familles de machines, telles que les pompes (EN 12639:2000), les machines d'impression, de transformation, de fabrication et de finition du papier (EN 13023:2003), les machines agricoles (EN 1553:1999 code d'essai cadre sur le bruit pour cette vaste famille de machines), etc.

Les procédures de mesure, déclaration et vérification des quantités d'émission sonore sont définies dans des normes de base suivantes (normes B):

- **Les séries EN ISO 3740** et **EN ISO 9614-1-3** définissent les méthodes utilisées pour déterminer le niveau de puissance acoustique des machines, à la fois dans des salles d'essais acoustiques spéciales et in situ (sur le lieu de travail),
- **la norme EN ISO 11200 – 11205** donne des méthodes permettant de déterminer le niveau de pression acoustique d'émission au poste de travail dans des conditions environnementales variées.
- **EN ISO 4871** traite la déclaration et la vérification des valeurs d'émission sonore.

L'utilisation d'une méthode unique de mesure des émissions sonores (le code d'essai acoustique correspondant à la famille concernée) par tous les fabricants d'une famille de machines donnée offre aux acheteurs la possibilité de comparer les valeurs d'émissions de bruit de machines de la même famille. Elle donne en outre des valeurs potentielles et permet, en fin de compte, d'opter pour des machines relativement silencieuses.

4. COMMENT RÉDUIRE LES ÉMISSIONS SONORES DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

4.1. Comment demander des informations sur les émissions sonores ?

Pour réduire le bruit sur le lieu de travail, les acheteurs de machines devraient demander des informations sur les émissions sonores à plusieurs fabricants de machines et comparer les valeurs données, afin de choisir la machine la plus silencieuse proposée par les différents fabricants.

Pour s'assurer que les valeurs requises sont comparables, il est suggéré à l'acheteur de demander au fabricant de lui fournir une déclaration d'émissions sonores basée sur les normes européennes. Cette déclaration fournit des informations techniques fiables sur les valeurs d'émission puisque leur détermination se fondent sur des normes européennes spécifiques aux machines. De cette manière, la méthode de mesure, les conditions de fonctionnement et de montage ainsi que la procédure de déclaration et de vérification sont définies sans aucune ambigüité pour un grand nombre de machines très diverses. Cet aspect est particulièrement important pour les machines de grandes dimensions et/ou spécifiques (annexe I, point 1.7.4, lettre f) de la directive 98/37/CE) :

« Lorsque la machine est de très grandes dimensions, l'indication du niveau de puissance acoustique peut

être remplacée par l'indication des niveaux de pression acoustique continus équivalents en des emplacements spécifiés autour de la machine. »

Voir le site web:
http://www.cenorm.be/cenorm/aboutus/information/otherpublications/catalogueetc.asp pour obtenir un catalogue contenant une liste de normes à l'appui de la directive Machines 98/37/CE.

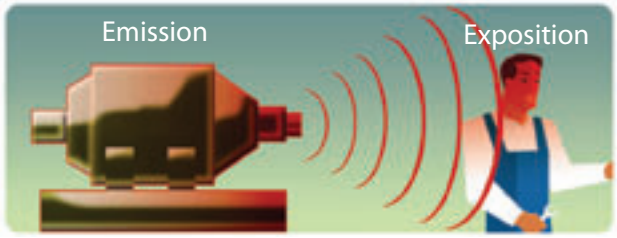


Figure 6.1 Réduire l'émission des machines pour réduire l'exposition des travailleurs.

4.2. Information sur les émissions sonores

Selon les exigences de la directive Machines 98/37CE (et la directive 2006/42/CE à partir du 29 décembre 2009), les fabricants de machines sont tenus de fournir des valeurs d'émission sonore qui doivent être clairement distinguées des valeurs d'exposition des travailleurs.

En conséquence, le fabricant et/ou son mandataire établi dans l'UE (distributeur, importateur, etc.) doit indiquer :

- le niveau de pression acoustique d'émission pondéré A aux postes de travail, lorsqu'il dépasse 70 dB (A); si ce niveau est inférieur ou égal à 70 dB (A), ce fait doit être mentionné,
- la valeur maximale de la pression acoustique instantanée pondérée C, aux postes de travail, lorsqu'elle dépasse 63 Pa (130 dB par rapport à 20 µPa),
- le niveau de puissance acoustique émis par la machine lorsque le niveau de pression acoustique pondéré A, aux postes de travail, dépasse 85 dB (A).

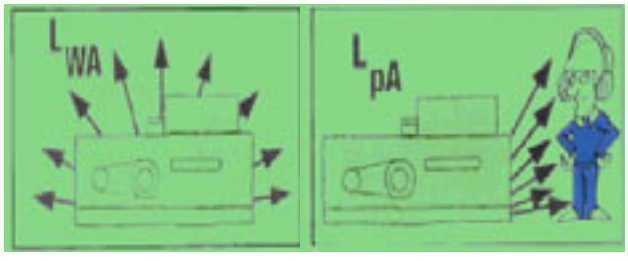


Figure 6.2 Valeurs d'émission données dans une déclaration d'émission sonore © BAuA brochure "Technik 1 - Geräuschangaben für Maschinen - Informationen für den Machineneinkauf", page 18

Le niveau de pression acoustique d'émission et le niveau de puissance acoustique sont des grandeurs indépendantes de l'environnement dans lequel la machine est placée et qui caractérisent donc la machine en tant que source de bruit.

Quand on lit « décibel », il faut savoir que cela peut concerner des types très différents de valeurs caractérisant le bruit et porter sur les émissions, l'immission ou l'exposition. Il est dès lors très important de ne pas confondre le niveau de pression acoustique d'**émission**, voire le niveau de puissance acoustique L_{WA}, avec les niveaux de pression acoustique décrivant les niveaux d'**immission** (également notée L_{pA} ou **d'exposition** $L_{AEX,T}$. Bien que ces niveaux soient tous donnés en dB(A), ils décrivent des quantités totalement différentes (cf. chapitre 1, section 3).

5. COMMENT CHOISIR UN ÉQUIPEMENT DE TRAVAIL SILENCIEUX ?

5.1. Obligation juridique

L'employeur doit prendre des mesures adéquates pour éviter ou réduire l'exposition de ses employés au bruit. Pour satisfaire aux obligations de la directive 2003/10/CE, l'article 4 de la directive 89/655/CEE « Règles concernant les équipements de travail » prévoit ce qui suit :

1. Sans préjudice de l'article 3 (Obligations générales), l'employeur doit se procurer et/ou utiliser :
   a) des équipements de travail qui, mis pour la première fois à la disposition des travailleurs dans l'entreprise et/ou l'établissement après le 31 décembre 1992, satisfont:
      - aux dispositions de toute directive communautaire pertinente applicable;
      - aux prescriptions minimales prévues à l'annexe, dans la mesure où aucune autre directive communautaire n'est applicable ou ne l'est que partiellement;
   b) des équipements de travail qui, déjà mis à la disposition des travailleurs dans l'entreprise et/ou l'établissement le 31 décembre 1992, satisfont au plus tard quatre ans après cette date aux prescriptions minimales prévues à l'annexe.

Étant donné que les machines peuvent généralement être considérées comme les principales sources de bruit sur le lieu de travail, la conception de machines peu bruyantes par les fabricants et l'achat de ces machines par l'employeur (l'utilisateur) sur la base de valeurs d'émission comparables ont une importance considérable dans la réduction du bruit sur le lieu de travail.

Les employeurs (utilisateurs) n'ont généralement pas la possibilité de changer la conception de base des machines. Cependant, grâce à la directive Machines 98/37/CE, le fabricant et/ou son mandataire établi dans l'UE doivent fournir des valeurs d'émissions sonores dans le manuel d'instructions. Selon la nouvelle directive Machines 2006/42/CE, les mêmes informations sur les émissions doivent aussi apparaître dans les documents commerciaux décrivant les caractéristiques de performance de la

machine. De plus, le fabricant et/ou son mandataire fournissent des instructions qui doivent faciliter la sélection, la mise en service, l'utilisation, la maintenance et le réglage de la machine par l'employeur (utilisateur) de manière à contribuer à la diminution des émissions sonores en cours de fonctionnement et, par conséquent, à réduire au minimum l'exposition au bruit de son personnel en respectant les valeurs limites d'exposition et les valeurs d'exposition déclenchant l'action fixées par la directive Bruit 2003/10/CE.

Par conséquent, connaître les émissions sonores avant de choisir une nouvelle machine peut permettre à l'employeur (utilisateur) d'éviter les émissions sonores sur le lieu de travail ou de les réduire. Ces informations ne doivent pas contredire les autres instructions concernant la santé et la sécurité.

L'information sur le bruit permet aux acheteurs potentiels de machines de sélectionner, parmi un certain nombre de marques, la machine qui présente l'émission sonore la plus faible. Dans le même temps, ceci permet à l'employeur de remplir, en tant qu'utilisateur de machine, son obligation légale de mettre en œuvre autant que possible des équipements de travail silencieux, conformément à l'article 5 de la directive 2003/10/CE.

5.2. Différences entre les valeurs indiquées par les fabricants et les valeurs réelles au poste de travail

La déclaration d'émission sonore d'un fabricant de machines est un instrument important pour établir un dialogue constructif entre les utilisateurs et les fabricants dans la sélection des machines les plus silencieuses. L'employeur-acheteur-utilisateur devrait donc toujours demander un complément d'informations au fabricant et/ou à son mandataire établi dans l'UE.

Du fait que le bruit provient aussi d'autres sources ou de réverbérations sur les murs, plafonds, planchers ou surfaces des machines, et du fait que les conditions de fonctionnement diffèrent de celles données dans les normes, le niveau de pression acoustique du poste de travail sur le site, en fait un niveau de pression acoustique d'immission, peut, dans la pratique, différer de plus de 10 dB par rapport au niveau de pression acoustique d'émission déclaré, déterminé en champ libre. De nombreuses discussions entre les fabricants de machines et leurs clients tiennent à la confusion entre ces valeurs fondamentalement différentes, qui décrivent l'émission et l'immission, voire l'exposition, ce qui inclut la durée d'exposition.

Il doit être clair que les valeurs limites d'exposition qui doivent être respectées par les employeurs, par exemple les seuils d'exposition quotidiens stipulés dans la directive 2003/10/CE, ne peuvent pas être comparées aux valeurs d'émission données par les fabricants des machines. Ces dernières constituent cependant une base pour la sélection de machines silencieuses et pour prévoir les valeurs d'exposition au bruit des employés dans les ateliers.

5.3. Pourquoi comparer les émissions sonores de différentes machines ?

L'information sur les émissions sonores ne permet pas seulement de sélectionner des machines silencieuses, elle offre également la possibilité d'estimer l'exposition au bruit des travailleurs sur leur lieu de travail.

Les valeurs d'émission sonore (L_{WA}, L_{pA}) sont nécessaires :

- pour comparer les valeurs d'émission sonore de différentes marques de machines afin de sélectionner la machine la plus silencieuse,
- pour comparer les valeurs d'émission sonore avec des recueils de données pour le groupe de machines correspondant, afin de vérifier si l'on a obtenu le meilleur de la technologie,
- pour permettre un dialogue technique entre l'acheteur/utilisateur et le fournisseur,
- pour estimer l'immission de bruit et l'exposition sur le lieu de travail, en appliquant un logiciel de prévision (calcul) du bruit, et
- pour permettre l'évaluation de conformité par l'acheteur, avec les valeurs d'émission sonore garanties.

L'émission de bruit produite par la machine, c'est-à-dire la puissance acoustique, détermine la qualité acoustique de la machine. Plus le niveau de puissance acoustique est bas, meilleure est la qualité acoustique de la machine, ce qui signifie que la machine est d'autant plus silencieuse. Ainsi, une machine ayant une émission sonore comparativement basse engendre directement une plus faible exposition au bruit pour les travailleurs qui sont à proximité de cette machine, mais aussi aux autres postes de travail. En conséquence, le risque potentiel de trouble auditif sera réduit.

Les valeurs d'émission sonore sont une condition indispensable à la prévision du bruit ambiant (immission) ou de l'exposition au niveau des postes de travail. Elles constituent donc la base de la planification de nouveaux lieux de travail en fonction des exigences de contrôle du bruit. En outre, elles constituent une aide importante lors de la mise au point des mesures de réduction du bruit requises pour les lieux de travail dépassant les seuils d'action supérieurs prévus par l'article 3 de la directive 2003/10/CE.

5.4. Quand comparer les émissions sonores de différentes machines ?

Pour respecter les directives Santé et sécurité, en particulier l'article 6 de la directive-cadre 89/391/CEE, l'employeur doit, dans le cadre de ses responsabilités et sur la base des principes généraux de prévention, éviter les risques et, en cas d'impossibilité, évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités. Si cette évaluation fait apparaître un risque d'exposition au bruit, l'employeur (utilisateur) qui achète l'équipement de travail doit être certain d'avoir reçu dans le manuel d'instructions les informations requises par la directive Machines et, au besoin, demander un complément d'informations sur le bruit aux fournisseurs.

En fonction de ses besoins et des informations sur les niveaux d'émissions sonores des machines, il doit sélectionner les équipements de travail les plus silencieux de manière à respecter les valeurs limites d'exposition et les valeurs d'exposition déclenchant l'action de la directive 2003/10/CE.

5.5. Comment comparer les émissions sonores de différentes machines ?

Quelques applications

Pour sélectionner des machines silencieuses et qui offrent le meilleur de la technologie au sens acoustique, il est nécessaire de connaître une répartition représentative des valeurs d'émission acoustique pour la famille de machines concernée.

Les normes de mesure de l'émission acoustique et les déclarations d'émission acoustique publiées par les fabricants des machines constituent une base permettant aux acheteurs potentiels de choisir la machine qui possède les niveaux d'émission les plus bas par rapport aux déclarations d'émission acoustique des différents fabricants. Il n'est cependant pas garanti que la machine sélectionnée soit réellement l'une des plus silencieuses du marché. Un tel jugement n'est admissible que si l'on connaît la technologie la plus moderne pour les émissions acoustiques de ce type de machines.

« L'état de l'art » technique pour les machines, en ce qui concerne les émissions sonores, ne peut être considéré que pour un groupe de machines ayant le même champ d'application. A cette fin, le terme de « situation réelle de l'émission sonore » a été adopté (données comparatives d'émission selon EN ISO 12100-1:2004 « Sécurité des machines - Notions fondamentales, principes généraux de conception - Partie 1: Terminologie de base, méthodologie » et EN ISO 11689:1997 « Procédure de comparaison des données d'émission sonore des machines et équipements »). Cet état réel représente une plage de valeurs d'émission qui conviennent à la comparaison, en d'autres termes qui ont été mesurées avec des méthodes de mesure comparables énoncées dans les normes.

Base de données

L'état de la technique en termes d'émissions de bruit peut être conclu à partir d'une fourchette représentative de valeurs d'émission pour des machines comparables.

A l'heure actuelle, l'état réel des émissions sonores n'a été décrit que dans quelques bases de données et quelques guides VDI-ETS en Allemagne.

Dans la mesure du possible, il convient de choisir une machine relativement silencieuse sur la base d'une recherche de données assez étendue (avisée), les études ayant montré qu'une réduction significative du bruit était réalisable (modèles de référence).

Des informations sur la situation réelle de l'émission sonore sont disponibles sur le site :
http://ec.europa.eu/enterprise/mechan_equipment/noise/citizen/app/

et le site :
http://ec.europa.eu/enterprise/mechan_equipment/noise/index.htm

La figure 6.3 illustre un exemple de distribution typique des valeurs d'émission sonore déterminées pour une machine donnée. Elle présente les valeurs d'émission pour une sélection assez représentative du marché des tournevis pneumatiques. Le niveau de puissance acoustique est présenté par rapport à un paramètre machine pertinent, c'est-à-dire le diamètre de vis maximum.

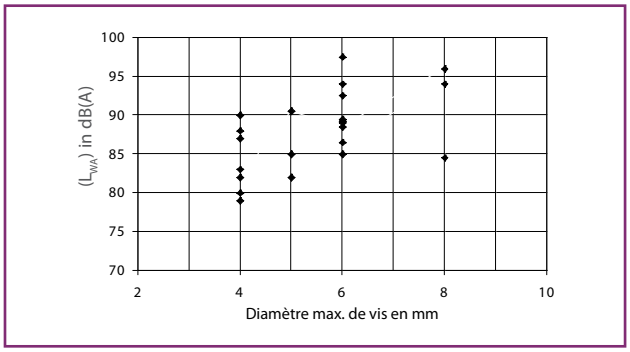


Figure 6.3 Niveau de puissance sonore (L_{WA}) d'un tournevis pneumatique avec dispositif de coupure d'air en fonction du diamètre maximum de vis

Vérifications des informations sur les émissions du fabricant

Dans certains cas, l'employeur ou acheteur ou utilisateur d'une machine peut souhaiter vérifier si les valeurs d'émission sonore de cette machine excèdent celles données par le fabricant de la machine dans la déclaration d'émission sonore ou dans le contrat de vente. Ceci se produit généralement si, après l'installation de la nouvelle machine, les valeurs d'exposition au bruit au poste de travail sont plus élevées que prévu.

Les valeurs d'immission dans un local professionnel sont calculées approximativement en appliquant l'**EN ISO 116903** qui utilise les valeurs d'émission sonore déclarées comme données de base.

EN ISO 4871 traite les méthodes de vérification (contrôle) des valeurs d'émission sonore déclarées et la description qu'en fait le fabricant.

6. ANNEXE

Le tableau 6.2 donne un exemple de présentation idéale des informations sur les émissions sonores, fournies par les fabricants et/ou leurs mandataires établis dans l'UE en appliquant la norme **EN ISO 4871** Il indique les valeurs mesurées comparées aux différents valeurs d'émission requises et l'incertitude correspondante de ces valeurs mesurées.

Description de la machine : Machine à bois ;Machine à tenonner, Type 990, 50 Hz		
Valeurs d'émission sonore à deux grandeurs selon EN ISO 4871		
	Machine en marche sans charge (ralenti)	Machine en marche avec charge (en fonction)
Niveau de puissance acoustique pondéré A L_{WA} en dB re 1 pW	94	98
Incertitude K_{WA} en dB	2	2
Niveau de pression acoustique d'émission pondéré A L_{pA} en dB re 20 µPa au poste de travail	80	86
Incertitude K_{pA} en dB	2	2
Ces valeurs ont été déterminées conformément au code d'essai acoustique ISO 7960, en appliquant les normes de base EN ISO 3744 et EN ISO 11204.		

Tableau 6,2 Exemple d'informations appropriées sur les émissions sonores fondées sur la directive Machines, sur la base des doubles quantités selon EN ISO 4871, pour illustrer l'utilisation des normes dans le cadre de la directive Machines 98/37/CE.

Exemple de specifications concernant la description des emissions sonores (machine, installation, appareil, unité supplémentaire) :

La directive "Machines" 98/37/CE impose au fabricant et/ou à son mandataire établi dans l'UE l'obligation de fournir des informations sur les émissions sonores.

Les valeurs d'émission sonore doivent être déterminées sur la base des normes de sécurité des machines ou sur des codes d'essais acoustiques spécifiques aux différentes machines. A défaut, on appliquera les normes de base

- EN ISO 3740 ff ou EN ISO 9614 Parties 1 à 3 pour déterminer le niveau de pression acoustique pondéré A, ou
- EN ISO 11200 - 11205 pour déterminer le niveau de pression acoustique d'émission pondéré A sur le lieu de travail et la pression acoustique de crête pondérée C.

Les informations devraient être conformes à la norme EN ISO 4871 et doivent être présentées sous forme d'une déclaration à deux grandeurs faisant intervenir les valeurs mesurées et les incertitudes respectives.

Valeurs limites	**Ralenti**	**Charge / Fonctionnement**	**Norme appliquée**
Niveau de puissance acoustique L_{WA}(en dB re 1 pW) Incertitude K_{WA}	_____dB _____dB	_____dB _____dB	
Niveau de pression acoustique d'émission au poste de travail L_{pA}(en dB re 20 µPa) ou tout autre lieu spécifié Incertitude K_{Pa}	1._____dB 2._____dB 3._____dB _____dB	1._____dB 2._____dB 3._____dB _____dB	
Niveau de pression acoustique surfacique à 1m LpA1m (en dB re 20 µPa)	_____dB	_____dB	
Niveau de pression acoustique de crête $L_{pCcrête}$(en dB re 20 µPa) Incertitude $K_{pCcrête}$	_____dB _____dB	_____dB _____dB	

Dans des cas spécifiques, l'employeur-acheteur-utilisateur d'une machine peut adopter ces exigences techniques en fonction de ses besoins particuliers.

Emplacement des points de mesure sur les postes de travail et autres positions :

_____

_____

_____

Conditions de fonctionnement au cours de la mesure d'émission sonore :

_____

_____

_____

Autres détails acoustiques (par exemple tonalité) :

_____

_____

_____

Autres mesures de contrôle du bruit :

_____

_____

_____

Valeurs d'émission sonore supplémentaires, par exemple déterminées dans des conditions de fonctionnement spécifiques, divergeant de celles décrites dans les normes.

_____

_____

_____

Informations complementaires aux specialistes :

Si l'on considère les différentes quantités émises, le niveau de puissance acoustique L_{WA} est déterminé en mesurant les niveaux de pression acoustique aux positions de mesure situées sur une surface de mesure enveloppant la machine, en supposant que la machine est placée dans un champ acoustique libre. La surface de mesure est généralement un parallélépipède ou une demi-sphère qui enveloppe la machine à une distance d'environ 1m par rapport à sa surface extérieure. Le niveau de puissance acoustique $\overline{L_{pA}}$ peut être calculé à partir de la valeur moyenne des valeurs de pression acoustique mesurées , par la simple formule

$$L_{WA} = \overline{L_{pA}} + 10\lg\left[\frac{S}{1m^2}\right] \; dB$$

S étant la surface de mesure, ou de manière plus concise

Cette formule démontre clairement que

$$L_{WA} = \overline{L_{pA}} + L_S$$

Cette formule démontre clairement que la valeur du niveau de puissance acoustique d'une source sonore est toujours supérieure en dB à la valeur du niveau de pression acoustique à une distance de 1m de la surface de la machine. Par ailleurs, cette formule permet de calculer le niveau de pression acoustique moyen autour d'une machine si le niveau de puissance acoustique est connu, en soustrayant simplement L_s de $L_{WA.}$ Donc, si nous supposons par exemple un niveau de puissance acoustique L_{WA} de 93 dB pour un aspirateur, nous pouvons calculer approximativement le niveau de pression acoustique à une distance de 1 m autour de l'appareil en soustrayant environ 13 dB, ce qui donne une valeur $\overline{L_{pA}}$ de 80 dB.Ceci implique que nous supposions que L_S est d'environ 13 dB provenant d'une surface de mesure enveloppante type, en forme de boîte (par exemple, un cube de 2 m x 2m x 2m donnant une S de 20m²).

BRUIT DES ÉQUIPEMENTS : FICHE RÉSUMÉ

Niveau de puissance acoustique L_{WA} et niveau de pression acoustique L_{pA}

NB: les définitions de ces paramètres sont données dans le glossaire de ce guide.
Le rapport entre ces valeurs peut être grossièrement évalué par :

$$L_{pA} = L_{WA} - 10 \lg \left[\frac{S}{1 m^2} \right]$$

Où L_{pA} est le niveau de pression acoustique moyen sur une surface enveloppant une machine rayonnant de manière omnidirectionnelle à une distance d'environ 1 m, **S** est la superficie de cette surface.

- Comme l'explique le chapitre 1 du Guide, L_{WA} indique la quantité de son aérien produite au total par la source, L_{pA} est le niveau de pression acoustique mesuré en un seul point sur la surface enveloppante,
- Lorsque l'on tient compte **uniquement du bruit de la machine** et **pas de l'influence de l'environnement**, L_{pA} est le niveau de pression acoustique d'**émission**, si le poste de travail est supposé à la distance de la surface de mesure par rapport à la source (machine).
- Si le point de mesure est la position de l'opérateur L_{pA} décrit l'émission de la machine à la fois telle qu'elle est décrite dans les normes et utilisée comme valeur d'émission déclarée de la machine.
- Bien que L_{WA} et L_{pA} soient de nature différente, les deux valeurs sont exprimées en dB(A).

Cependant, lorsque l'on prévoit le niveau de pression acoustique qui est finalement produit dans les ateliers traditionnels,
il convient de tenir compte des réverbérations des murs et du bruit provenant d'autres machines.

Du niveau de pression acoustique d'émission L_{pA} au niveau d'exposition sonore $L_{AEX,T}$

Il importe de ne pas confondre l'émission d'une machine et l'exposition d'un employé. L'influence de divers paramètres peut être présentée comme une somme de réglages, ainsi :

$L_{AEX,T} = L_{pA}$	niveau de pression acoustique d'émission selon un code d'essai acoustique
$+\Delta L_1$	apport des réflexions du son (influence de la salle)
$+\Delta L_2$	contribution des conditions de fonctionnement différentes de celles du code d'essai acoustique
$+\Delta L_3$	apport de la puissance acoustique L_{WA} des autres machines présentes dans le local *(le résultat à ce stade est le bruit ambiant ou **immission**)*
$+\Delta L_4$	durée d'exposition **T**

CHAPITRE 7 : Altération de l'ouïe et surveillance de la santé

1. EXIGENCES DES DIRECTIVES 112
   1.1. Surveillance de la santé 112
   1.2. Conservation des dossiers médicaux 112
   1.3. Obligations de l'employeur en cas d'altération de l'ouïe résultant d'une exposition au bruit sur le lieu de travail 113
2. STRUCTURE DE L'OREILLE HUMAINE 113
   2.1. L'oreille externe 113
   2.2. L'oreille moyenne 113
   2.3. L'oreille interne 114
3. EXEMPLES DE DOMMAGES CAUSÉS AU SYSTEME AUDITIF 115
4. EXEMPLES DE DOMMAGES CAUSÉS AU SYSTEME AUDITIF PAR DES AGENTS SUPPLÉMENTAIRES 115
   4.1. Interaction entre bruit et vibrations 116
   4.2. Mise en place d'une surveillance de la santé en fonction de l'interaction entre bruit, agents ototoxiques d'origine professionnelle et vibrations 117
5. EFFETS DES DOMMAGES CAUSÉS AU SYSTEME AUDITIF 117
6. EFFETS EXTRA-AUDITIFS DU BRUIT 118
7. EXAMEN AUDIOMETRIQUE 118
   7.1. Conduction osseuse et aérienne 118
   7.2. Audiométrie vocale 118
   7.3. Planification des examens audiométriques 118
   7.4. Indication d'un trouble de l'audition ou d'un début d'amblyacousie 119
8. INDICATEURS DE PERTE AUDITIVE 119

1. DISPOSITIONS DE LA DIRECTIVE

L'article 10 de la directive 2003/10/CE[39] expose des exigences en matière de surveillance de la santé :

1. Sans préjudice de l'article 14 de la directive 89/391/CEE[40], les Etats membres arrêtent des dispositions pour assurer la surveillance appropriée de la santé des travailleurs en rapport avec le résultat de l'évaluation et des mesures prévues à l'article 4, paragraphe 1, de la présente directive lorsqu'il révèle un risque pour leur santé. Ces dispositions, y compris les exigences spécifiées pour les dossiers médicaux et pour la possibilité de les consulter, sont introduites conformément aux législations et/ou aux pratiques nationales.

2. Le travailleur dont l'exposition au bruit dépasse les valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action a le droit de bénéficier d'un contrôle de son ouïe effectué par un médecin ou une autre personne dûment qualifiée sous la responsabilité d'un médecin, conformément à la législation et/ou aux pratiques nationales. Un examen audiométrique préventif est également offert aux travailleurs dont l'exposition au bruit dépasse les valeurs d'exposition inférieures déclenchant l'action, lorsque l'évaluation et les mesures visées à l'article 4, paragraphe 1, révèlent un risque pour la santé.

   Ces contrôles ont pour objectif le diagnostic précoce de toute perte auditive due au bruit et la préservation de la fonction auditive.

3. Les États membres arrêtent des dispositions pour qu'un dossier médical personnel soit établi et tenu à jour pour chaque travailleur faisant l'objet d'une surveillance en application des paragraphes 1 et 2. Les dossiers médicaux contiennent un résumé des résultats de la surveillance de la santé exercée. Ils sont tenus sous une forme qui permet de les consulter ultérieurement dans le respect du secret médical. Des exemplaires des dossiers pertinents sont fournis à l'autorité compétente sur demande. Le travailleur a accès, à sa demande, au dossier médical qui le concerne personnellement.

4. Lorsque la surveillance de la fonction auditive fait apparaître qu'un travailleur souffre d'une altération identifiable de l'ouïe, un médecin ou un spécialiste, si le médecin le juge nécessaire, évalue si cette altération est susceptible de résulter d'une exposition au bruit sur le lieu de travail. Si c'est le cas :
   a) le travailleur est informé, par le médecin ou par une autre personne ayant une qualification appropriée, du résultat qui le concerne personnellement;
   b) L'employeur doit:
      - revoit l'évaluation des risques effectuée conformément à l'article 4;
      - revoit les mesures prévues pour supprimer ou réduire les risques conformément aux articles 5 et 6;
      - tient compte de l'avis du spécialiste de la médecine du travail ou de toute autre personne dûment qualifiée ou de l'autorité compétente pour la mise en œuvre de toute mesure jugée nécessaire pour supprimer ou réduire les risques conformément aux articles 5 et 6, y compris l'éventuelle affectation du travailleur à un autre poste ne comportant plus de risques d'exposition, et
      - organise une surveillance systématique de la santé et prend des mesures pour que soit réexaminé l'état de santé de tout autre travailleur ayant subi une exposition semblable.

1.1. Surveillance de la santé

Une surveillance adéquate de la santé doit être proposée aux travailleurs dans tous les cas lorsque l'évaluation du risque, des mesures de bruit ou d'autres facteurs indiquent un risque pour leur santé (article 10 de la directive 2003/10/CE).

- Les contrôles de l'ouïe sont un droit lorsque le travailleur est régulièrement exposé à des valeurs supérieures aux valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action [85 dB(A)].
- Ce contrôle peut être effectué par un médecin ou une autre personne dûment qualifiée sous la responsabilité d'un médecin,
- Un examen audiométrique préventif est également offert aux travailleurs dont l'exposition au bruit dépasse les valeurs d'exposition inférieures déclenchant l'action [80 dB(A)].
- Ces contrôles ont pour objectif le diagnostic précoce de toute perte auditive due au bruit et la préservation de la fonction auditive.

1.2. Conservation des dossiers médicaux

La surveillance de la santé doit inclure la constitution de dossiers médicaux individuels (conformément aux pratiques et/ou législations nationales), qui :

- contiennent un résumé des résultats de la surveillance de la santé.
- peuvent être consultés ultérieurement,
- sont soumis au secret médical (sous la responsabilité d'un médecin),
- sont fournis sur demande à l'autorité nationale compétente, et

39. Directive 2003/10/EC 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), JO L 42 du 15.02.2003, p. 38.

40. 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, JO L 183 du 29.06.1989, p. 1.

- sont accessibles au travailleur qu'ils concernent personnellement.

Un trouble de l'audition est décelé :

- Un médecin, ou toute personne qualifiée désignée par le médecin, évaluera si le trouble est susceptible d'être le résultat de l'exposition au bruit au travail. Si c'est le cas :
  - Le travailleur sera informé par le médecin, ou par une autre personne qualifiée, du résultat qui le concerne personnellement ;
  - le travailleur sera informé par l'employeur des mesures préventives mises en œuvre.

1.3. Obligations de l'employeur en cas d'altération de l'ouïe résultant d'une exposition au bruit sur le lieu de travail

L'employeur doit :

- revoir l'évaluation du risque liée à l'exposition au bruit,
- revoir les mesures prévues pour supprimer ou réduire les risques d'exposition et tous les autres facteurs néfastes pour l'ouïe,
- mettre en œuvre toute mesure jugée nécessaire pour supprimer ou réduire les risques, en tenant compte des conseils des professionnels de la santé au travail, de toute autre personne dûment qualifiée ou des autorités compétentes. Ceci inclut la possibilité d'affecter le travailleur à un autre poste ne comportant plus de risques d'exposition.
- Organiser une surveillance systématique de la santé et prendre des mesures pour que soit réexaminé l'état de santé de tout autre travailleur ayant subi une exposition semblable.
- Accorder une attention particulière à la réduction des risques d'exposition de groupes sensibles tels que les femmes enceintes ou les jeunes employés.
- Ceci doit être effectué conformément aux législations et/ou pratiques nationales.

2. STRUCTURE DE L'OREILLE HUMAINE

L'oreille est l'organe qui permet aux personnes d'entendre les sons ; elle est donc extrêmement importante pour les communications verbales dans les relations sociales. L'oreille est divisée en trois grandes parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne.

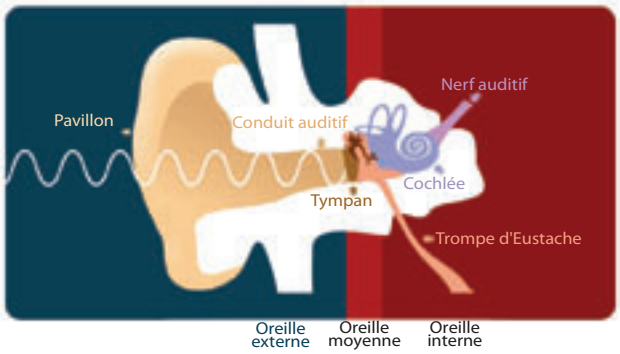


Figure 7.1 La structure de l'oreille.

2.1. L'oreille externe

L'oreille externe est la partie de l'oreille que l'on appelle couramment "l'oreille". Elle est composée du pavillon fait de peau et de cartilage, du conduit auditif et du tympan.

- Le pavillon capte et modifie le son entrant, ce qui est important pour reconnaître la distance et la direction de la source sonore.
- Le conduit auditif est un cylindre irrégulier, long de 25 mm environ et large de 7 mm, qui canalise le son vers le tympan.

Exemple :

le conduit auditif fonctionne comme un résonateur pour les fréquences allant de 2000 à 5000 Hz en amplifiant la vibration du son de 10 à 15 dB. Ceci signifie que l'oreille est plus sensible aux hautes fréquences et est donc très sensible aux troubles dus au bruit dans la plage des hautes fréquences.

2.2. L'oreille moyenne

L'oreille externe s'arrête au tympan, où commence l'oreille moyenne. L'oreille moyenne consiste en une chaîne de trois osselets – le marteau, l'enclume et l'étrier.

- Le marteau pousse l'enclume, qui a son tour pousse l'étrier afin de convertir les vibrations du tympan en vibrations du fluide dans l'oreille interne.
- L'oreille moyenne agit comme un amplificateur. Parce que les vibrations du tympan sont très faibles- pour les sons doux à haute fréquence le mouvement du tympan est inférieur au diamètre d'une molécule hydrogène- l'oreille moyenne amplifie le son d'environ 20 à 30 dB. Ceci est obtenu essentiellement par une modification de la zone située entre le tympan et la base de l'étrier.

Exemple:

sans l'oreille moyenne, plus de 99% de l'énergie acoustique serait réfléchie et non utilisée pour entendre les sons.

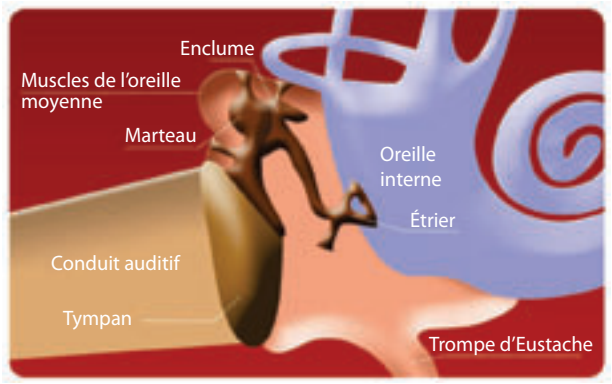


Figure 7.2 L'oreille moyenne

- Le second rôle de l'oreille moyenne est de protéger l'ouïe des sons forts. Quand le niveau sonore est supérieur à 80-87 dB, les muscles de l'oreille moyenne tordent les os et limitent la force des vibrations transmises à l'oreille interne. Cet effet, appelé réflexe acoustique, ne protège l'ouïe contre les sons forts qui se développent lentement que pendant une courte période. Il ne fonctionne cependant pas bien pour le bruit impulsionnel tel qu'un tir d'arme à feu.

2.3. L'oreille interne

L'oreille interne, également appelée cochlée, est le véritable récepteur et analyseur du son. Cet organe n'est pas plus gros qu'un ongle et ses structures sont si fragiles qu'elles sont les premiers organes de l'oreille endommagés par le bruit.

- Plus de 28 000 cellules ciliées espacées sur le canal cochléaire sont à l'origine des impulsions neurales en réaction aux vibrations provoquées par le son. Ces cellules sont réparties en deux sortes : les cellules ciliées internes et les cellules ciliées externes qui diffèrent par leur forme et leur fonction. Le nom, cellule ciliée interne et externe, est lié à la position de la cellule, qui pour les cellules ciliées internes se situe plus près du centre de la cochlée et pour les cellules ciliées externes plus loin du centre de la cochlée.
- Il y a environ 30 à 60 cils, appelés stéréocils, situés au sommet de chaque cellule ciliée interne et environ 100 à 160 stéréocils, situés au sommet de chaque cellule ciliée externe. Leur mouvement génère la décharge d'un neurone.
- Près de 31 000 neurones contribuent au transfert des impulsions neuronales depuis le cerveau vers le nerf auditif et vice-versa.

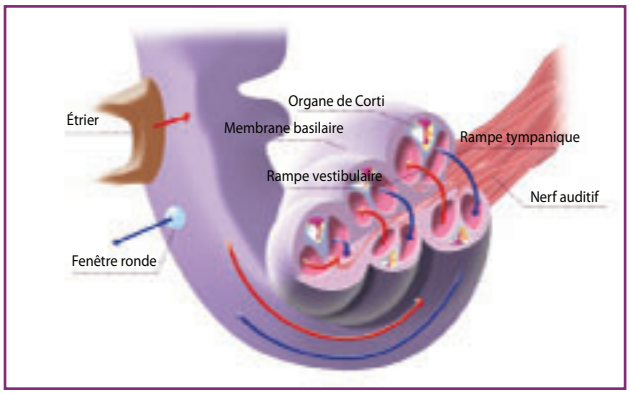


Figure 7.3 Structure de l'oreille interne

Exemple:

le déplacement des stéréocils d'une cellule ciliée est très réduit : à un seuil d'audition (0 dB SPL) le mouvement atteint à peine 10^{-6} µm alors qu'aux niveaux les plus élevés, autour de 120 dB, il atteint 1 µm!

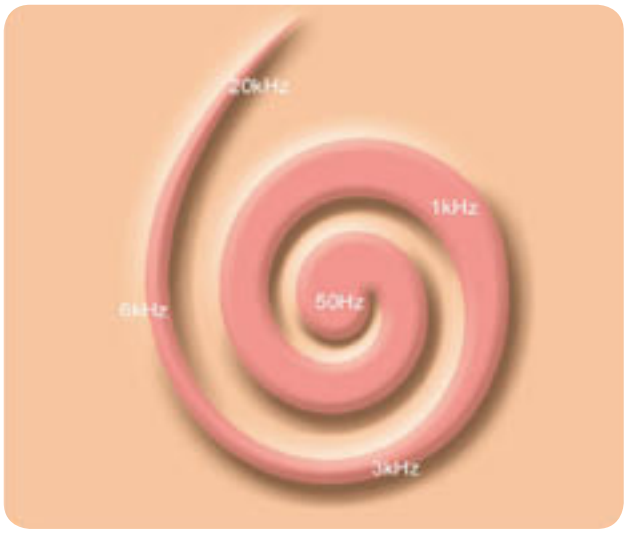


Figure 7.4 Analyse de fréquence sur la cochlée

- La progression de la vibration dans l'oreille interne en réaction aux ondes acoustiques nous permet d'entendre des fréquences différentes, qui sont représentées par des hauteurs de son différentes.
- La vibration des fluides dans l'oreille interne amorce l'onde progressive, qui agit sur différents groupes de cellules ciliées et à son tour excite divers groupes de neurones en fonction de la fréquence sonore. Il existe une relation étroite entre la fréquence et la distance dans la cochlée à laquelle l'excitation est observée.
- L'oreille interne se comporte comme un analyseur de fréquence acoustique mécanoneural. La perte d'audition à une fréquence donnée est associée à l'endommagement des cellules ciliées dans certaines parties de la cochlée.

Exemple:

En tant qu'analyseur de fréquence, l'oreille est si précise qu'à 1000 Hz, nous avons la possibilité de distinguer la hauteur des sons qui ne diffèrent que de 0,1 Hz !

3. EXEMPLES DE DOMMAGES CAUSÉS AU SYSTEME AUDITIF

L'exposition de l'oreille à un bruit de niveau élevé entraîne une stimulation excessive des cellules auditives, qui à son tour endommage leurs structures. Aux niveaux sonores supérieurs à 87 -100 dB, les cils des cellules auditives se fatiguent ou peuvent casser. Il se produit également de grands changements biochimiques et physiologiques, qui dans une certaine mesure sont réversibles.

- Les changements deviennent permanents après une exposition prolongée au bruit à des niveaux supérieurs à 80 dB (A) ou à une exposition soudaine à un son de très haut niveau excédant 120 dB.

Exemples:

Les dommages aux cellules ciliées entraînent leur mort. Les dommages aux cellules ciliées dans une région spécifique de l'oreille interne sont associés avec la perte de sensibilité aux fréquences sonores perçues par cette région de l'oreille.

Un dommage partiel des cellules auditives entraîne la mort des cellules auditives dans diverses parties de l'oreille interne. Ce processus est très dangereux car, du fait de l'inflammation, la cellule détruite peut provoquer la destruction et la mort des cellules voisines.

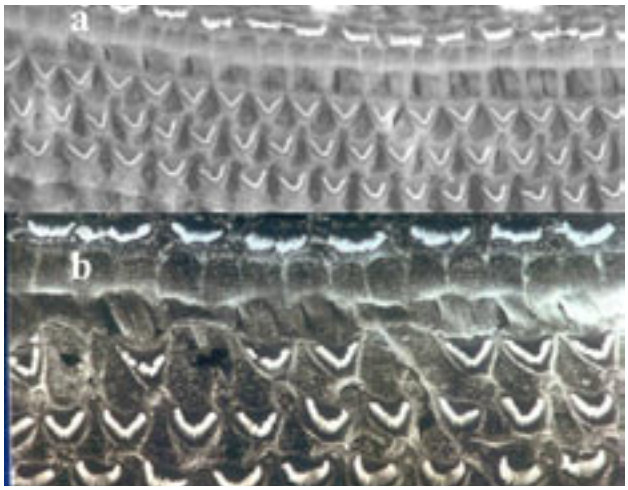


Figure 7.5 Cellules de contrôle (intactes) (en haut) et cellules auditives endommagées (en bas) du fait d'une exposition à un niveau sonore élevé. La première rangée de cellules ciliées externes est plus attaquée que la seconde. Les stéréocils sont endommagés. Photo © INRS

Sifflement dans les oreilles (acouphènes)

- Les sifflements dans les oreilles (acouphènes) sont l'un des effets préliminaires et signes d'un trouble auditif. Les acouphènes donnent l'impression d'entendre des sifflements ou bourdonnements alors que l'oreille ne reçoit en fait aucun son.

Déplacement temporaire du seuil auditif

- Une surstimulation des cellules ciliées entraîne ce que l'on appelle un déplacement temporaire du seuil auditif (TTS). Le déplacement temporaire du seuil auditif est l'élévation du seuil d'audition à la suite d'une stimulation excessive qui disparaît lentement après que l'exposition au bruit soit terminée. L'élévation du seuil correspond à une sensation de perte de sensibilité auditive et le premier signe de la fatigue du système auditif due au bruit.

Exemple:

L'élévation du seuil commence à des niveaux de bruit dépassant 80 dB. Il faut des dizaines de minutes, voire des heures, avant que l'oreille ne récupère.

Déplacement permanent du seuil auditif

- Après une exposition prolongée ou répétée à un son fort, l'élévation du seuil se transforme en déficit auditif permanent ou déplacement permanent du seuil auditif. L'élévation permanente du seuil auditif est la perte d'audition.
- La surdité totale, qui se produit quand les cellules ciliées externes et internes disparaissent, provoque également la dégénération des fibres nerveuses.

4. EXEMPLES DE DOMMAGES CAUSÉS AU SYSTEME AUDITIF PAR DES AGENTS SUPPLEMENTAIRES

Les produits chimiques, solvants et médicaments qui causent des dommages temporaires ou permanents à l'audition sont appelés agents ototoxiques.

- De nombreux solvants utilisés dans l'industrie sont des agents ototoxiques.
- Les produits chimiques sont généralement inhalés ou absorbés par la peau et atteignent l'oreille interne par le circuit sanguin.
- Les dommages auditifs se produisent par l'affection des cellules ciliées (en particulier les cellules ciliées externes) ou les voies nerveuses liées à l'audition.
- Les produits chimiques ou solvants connus pour provoquer des dommages à l'audition comprennent : le trichloréthylène, le xylène, le styrène, le toluène, l'hexane, le sulfure de carbone. Les dommages à l'oreille interne sont également causés par le monoxyde de carbone, qui provoque une hypoxie générale du corps.

L'effet combiné des produits chimiques ototoxiques et de l'exposition au bruit est particulièrement dommageable pour l'audition. La présence de produits chimiques conduit à un état anormal de l'oreille interne, la rendant particulièrement vulnérable aux dommages mécaniques du bruit.

- Les produits chimiques tels que toluène, styrène, trichloréthylène, éthylbenzène, acide cyanhydrique et monoxyde de carbone entrent en synergie avec le bruit et accentuent les effets néfastes du bruit sur le système auditif, alors que l'exposition à des mélanges de solvants semble potentialiser les effets néfastes sur le système auditif.

L'utilisation de certains produits pharmaceutiques pour des traitements médicamenteux peut également produire des effets ototoxiques.

- Les personnes qui prennent des médicaments dont l'effet néfaste sur l'audition est connu ne doivent pas être exposées au bruit. Parmi les médicaments qui affectent l'audition figurent certains antibiotiques, certains traitements du cancer, des diurétiques et quinines. Alors que l'effet de nombreux traitements médicamenteux sur l'audition est bien documenté, il n'existe aucune preuve de l'effet synergique combiné des médicaments et du bruit sur l'audition.

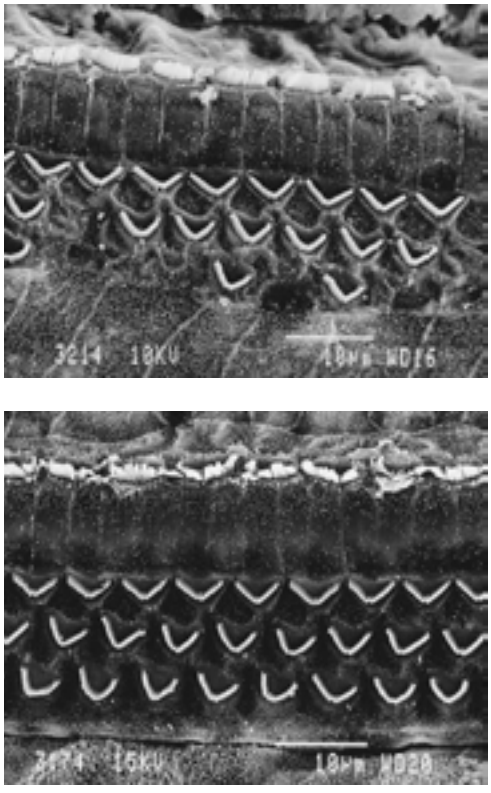


Figure 7.6 Cellules de contrôle (intactes) (en haut) et cellules auditives endommagées (en bas) du fait de l'exposition aux solvants (toluène). La troisième rangée de cellules externes est plus attaquée que la deuxième. Les stéréocils ont le même aspect qu'à l'origine. Photo © INRS

Exemple:

Agents chimiques agissant en synergie avec le bruit pour provoquer une perte auditive et exemples des industries concernées (liste non exhaustive).

Agent chimique	Industrie
Trichloréthylène	Produit dégraissant industriel pour métaux
Xylène	Chimie, pétrole, transports, peinture
Styrène	Nombreuses industries manufacturières (en particulier agro-alimentaires, chimiques, caoutchouc et plastiques...), commerce, services, transports, construction
Toluène	Peinture, caoutchouc et plastiques, imprimerie
Acide cyanhydrique	Extraction, électroplastie, chimie, acier, métallurgie, production (fibres synthétiques, plastiques, colorants, pigments, nylon)
Sulfure de carbone	Textile, agriculture
Plomb	Mines, électricité
Monoxyde de carbone	Transport (moteurs à combustion), lutte contre l'incendie, acier, métallurgie, pâte & papier…

4.1. Interaction entre bruit et vibrations

Selon des études scientifiques, les vibrations transmises au système main-bras comme les vibrations transmises à l'ensemble du corps entrent en interaction avec le bruit. Cependant, les relations exactes entre dose et réaction ne sont pas disponibles pour ces interactions et, dans l'optique de la prévention, la directive 2002/44/CE[41] sur les vibrations a fixé des valeurs limites et des valeurs déclenchant l'action. [D'autres recherches sont nécessaires pour déterminer les relations entre dose et réaction].

Par exemple, sur les lieux de travail de conducteurs de très gros engins sur les sites de construction, présentant des expositions élevées aux vibrations transmises à l'ensemble du corps, au-dessus de la valeur limite d'exposition selon l'ISO 2631-1:1997 (a_w = 0,8 m/s^2) il est mentionné que l'interaction entre bruit et vibrations du corps entier engendre un risque plus élevé de perte d'audition d'environ 3 dB par rapport à une exposition au bruit sans transmission de vibrations à l'ensemble du corps.

41. 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), JO L 177 du 06.07.2002, p. 13.

4.2. Mise en place d'une surveillance de la santé en fonction de l'interaction entre bruit, agents ototoxiques d'origine professionnelle et vibrations

Pour assurer que des mesures sont prises en dépit de l'absence de connaissances scientifiques sur les rapports dose-réaction, les experts préconisent d'abaisser les seuils d'action pour la surveillance de la santé (tests audiométriques) en cas d'exposition combinée au bruit et aux agents ototoxiques ou au bruit et aux vibrations.

5. EFFETS DES DOMMAGES CAUSÉS AU SYSTEME AUDITIF

Les conséquences des dommages causés à l'oreille interne sont multiples.

Elévation du seuil d'audition

- L'élévation du seuil d'audition est la perte de sensibilité aux sons à des fréquences spécifiques. Il existe plusieurs types de pertes auditives. Cependant, le type de déficience auditive le plus couramment observé est constaté à la suite d'une exposition au bruit industriel dans la plage de fréquence de 2 à 6 kHz ; c'est ce qu'on appelle un "trou haute fréquence".

Exemple:

Elévation du seuil d'audition due à la perte d'audition.

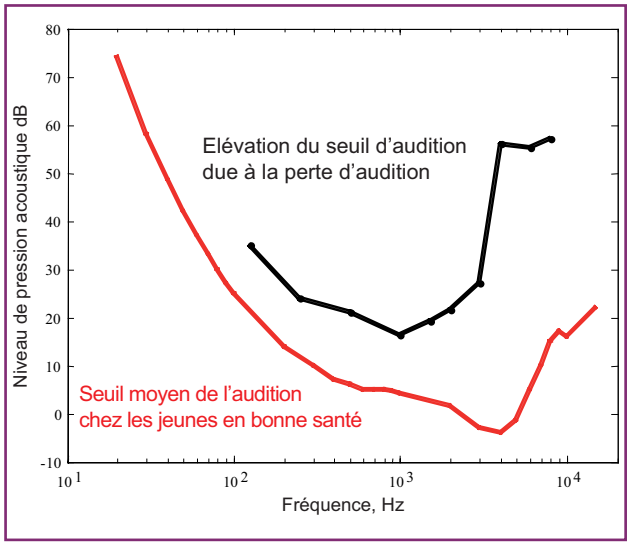


Figure 7.7 Elévation du seuil d'audition due à la perte d'audition.

Augmentation de la sensibilité à l'intensité sonore

- L'élévation du seuil provoque une augmentation anormale de la sensation de forte intensité du son. Une personne ayant une audition normale éprouve l'intensité sonore dans une large gamme (90 dB) de niveaux acoustiques. A 10 dB SPL le son est à peine audible alors qu'à 100 dB SPL le son est désagréablement fort. Pour une perte auditive de 50 dB, cette plage diminue à environ 40 dB : à 60 dB SPL, le son est à peine audible, mais il reste désagréable à 100 dB SPL de la même manière que pour une oreille normale.

Exemples:

l'augmentation de la sensibilité à l'intensité sonore provoque d'immenses difficultés dans la compréhension de la parole. Elle provoque également une importante distorsion de la perception de la musique.

Baisse de la sélectivité des fréquences

- La perte d'audition peut provoquer une perte de sélectivité des fréquences – la capacité à distinguer les sons de fréquences diverses. Une oreille normale se comporte comme un récepteur de fréquences bien réglé pour des sons de fréquences diverses. La perte de sélectivité des fréquences signifie que des sons ou parties de sons à diverses fréquences sont mélangés. Les sons se masquent les uns les autres, même quand leur fréquence est très différente.

Difficulté à suivre des changements temporels

- Le son, en particulier la parole, est dynamique, c'est-à-dire qu'avec le temps, il se produit des changements continus du niveau sonore. La perte d'audition est associée à la baisse de la capacité à suivre les changements temporels du son. La perception du son est brouillée.

Exemple:

Une personne qui mélange les sons de fréquences différentes et a du mal à suivre les changements temporels éprouve également d'énormes difficultés à comprendre la parole. C'est l'une des raisons pour lesquelles les personnes présentant des troubles de l'audition ont des difficultés à comprendre la parole dans certaines situations sociales, particulièrement lorsque plusieurs personnes parlent simultanément.

Difficulté de localisation des sources sonores

- Une diminution de la sélectivité des fréquences, les difficultés à percevoir les changements temporels du son et une augmentation de l'effet de masque entraînent des difficultés à détecter, identifier et localiser les sources sonores.

Sifflement dans les oreilles (acouphènes)

- Les personnes qui présentent des troubles de l'audition peuvent éprouver des bourdonnements d'oreilles (acouphènes). Cet état est l'effet de dommages localisés aux structures de l'oreille interne, qui modifient l'activité du nerf auditif. Il s'agit de la perception de sons alors que l'oreille ne reçoit aucun son. L'acouphène est l'impression de sifflements et de sons aux moyennes ou hautes fréquences.

Exemple:

Dans des cas extrêmes, le bruit subjectif peut durer 24 heures sur 24, sept jours sur sept. Près de 20% de la population souffrent de bourdonnements d'oreille dans une certaine mesure, et 4% en souffrent de manière permanente.

6. EFFETS EXTRA-AUDITIFS DU BRUIT

Le bruit peut produire de nombreux effets indésirables, même quand les niveaux sonores et l'exposition ne provoquent aucun danger pour l'oreille interne. Il s'agit entre autres :

- des interférences avec la communication de la parole (incompréhension, suivie par de mauvaises décisions)
- des interférences avec l'exécution des tâches (baisse de performances)
- de contrariétés ou d'irritation
- de stress
- de difficultés à détecter et reconnaître le danger et les signaux d'avertissement
- d'interférences avec le sommeil et une baisse de la qualité du sommeil.

Les personnes n'éprouvent pas toutes le même degré de gêne ; celui-ci dépend du niveau et de la durée de chaque bruit, du rythme des différents bruits et de leur fréquence. L'apparition de l'irritation et du stress peut varier d'une personne à l'autre sur la base de conditions subjectives. On ne peut pas quantifier les contrariétés, l'irritation et le stress et ils ne correspondent pas à des niveaux de bruit définis.

Les niveaux sonores peuvent également produire certains changements physiologiques, tels que :

- l'augmentation du rythme cardiaque
- l'augmentation de la pression sanguine
- un rétrécissement des vaisseaux sanguins (vasoconstriction)
- la dilatation de la pupille
- la sécrétion d'adrénaline
- des effets de sursaut

Les niveaux de bruit peuvent nuire à la sécurité et sont susceptibles d'interférer avec les informations concernant le danger.

- Les signaux de danger peuvent être masqués,
- Les informations données par un collègue ou un haut-parleur peuvent être incompréhensibles.

7. EXAMEN AUDIOMÉTRIQUE

7.1. Conduction osseuse et aérienne

L'outil le plus courant de la surveillance de la santé pour la perte d'audition due au bruit est l'examen audiométrique, qui peut être utilisé pour détecter les dommages résultant de l'exposition au bruit.

- L'examen audiométrique est réalisé dans une salle insonorisée, sur un travailleur qui n'a pas été exposé au bruit récemment.
- La période de repos dans le silence doit durer au moins 12 heures.
- L'examen audiométrique est réalisé pour un certain nombre de fréquences dans une plage allant de 125 Hz à 8000 Hz.
- Un examen standard est effectué avec un écouteur (conduction aérienne) qui correspond à la façon normale pour le son d'atteindre l'oreille. Une autre méthode d'examen consiste à utiliser un vibrateur à conduction osseuse à partir duquel le son atteint l'oreille par les tissus et les os du crâne.
- Par rapport à la conduction aérienne, la conduction osseuse est utilisée pour vérifier l'état de l'oreille interne.

7.2. Audiométrie vocale

En cas de détection d'une dégradation importante de l'audition, il est possible d'entreprendre des examens complémentaires, par exemple l'identification de la parole.

- Leur rôle est d'évaluer les capacités de la personne présentant des troubles de l'audition à maintenir un contact social faisant intervenir la parole.
- Les difficultés de communication verbale se produisent généralement lorsque la perte d'audition dépasse 40 dB.

7.3. Planification des examens audiométriques

Les personnes employées dans les environnements où il existe un risque de dommage à l'audition doivent être soumises à un examen audiométrique (article 10 de la directive 2003/10/CE) lorsqu'elles sont embauchées, puis à intervalles réguliers.

- Généralement, l'examen est répété après la première année de travail, afin de déterminer si une personne est très sensible au bruit, puis renouvelé tous les trois ans.
- L'audition doit également être vérifiée dans tous les cas où un dommage soudain causé à l'ouïe peut se produire, par exemple après une explosion.

La fréquence des examens audiométriques peut être adaptée en fonction du niveau d'exposition.

7.4. Indication d'un trouble de l'audition ou d'un début d'amblyacousie

En règle générale, l'amblyacousie se développe lentement sur plusieurs années. De plus, l'audition est un processus complexe et, dans une certaine mesure, les faiblesses de l'organe « oreille » transformant des signaux audibles en stimuli correspondants des nerfs peuvent être compensées par une conversion intelligente ultérieure, de sorte que, au début, le développement de l'amblyacousie ne se remarque généralement pas.

Un des premiers indices de trouble de l'audition ou d'amblyacousie est appelé « l'effet cocktail ». Les difficultés qu'éprouve une personne pour suivre une conversation, par exemple lors d'un cocktail où de nombreuses conversations se tiennent en parallèle, peuvent indiquer un début d'amblyacousie, même si elle ne rencontre encore aucun problème lors d'une conversation en tête-à-tête.

D'autres indices d'un trouble de l'audition ou d'un début d'amblyacousie peuvent être :

- par exemple ne pas entendre la sonnerie du téléphone ou la sonnette de l'entrée,
- ne pas entendre des signaux d'avertissement (chariot élévateur à fourche, sonnette de vélo par exemple),
- écouter la radio ou regarder la télévision à (presque) plein volume.

8. INDICATEURS DE PERTE AUDITIVE

Niveau d'audition

- Selon les normes cliniques et la pratique, la perte d'audition est exprimée en décibels HL (pour "hearing level" en anglais), qui indique l'élévation du seuil d'audition au-dessus de l'audition normale déterminée pour de jeunes gens en bonne santé.
- Un niveau d'audition de 40 dB HL à une fréquence de 2000 Hz, par exemple, signifie que pour cette fréquence, le seuil d'audition du travailleur est de 40 dB supérieur à la normale.

Perte d'audition précoce

- Aux premiers stades de la perte d'audition due au bruit, elle se développe aux fréquences de 4 à 6 kHz. Pour réduire les coûts, il est donc courant de recommander un examen audiométrique dans une plage de fréquences limitée de 1 à 6 kHz.
- Toute perte d'audition supérieure à 40 dB HL nécessite habituellement un traitement médical.
- Une perte d'audition supérieure à 60 dB HL est considérée comme sévère et la personne a besoin d'une aide auditive pour la communication verbale.

Le vieillissement

- Lorsque l'on évalue la perte d'audition due au bruit, il est nécessaire de tenir compte de la diminution normale de la sensibilité auditive due à l'âge (presbyacousie).
- Chez les personnes de plus de 50 ans, il est prouvé que la détérioration de l'audition est plus rapide que chez les plus jeunes.
- La presbyacousie est liée au sexe : elle est normalement plus fréquente chez les hommes que chez les femmes.

Exemple:

Perte d'audition

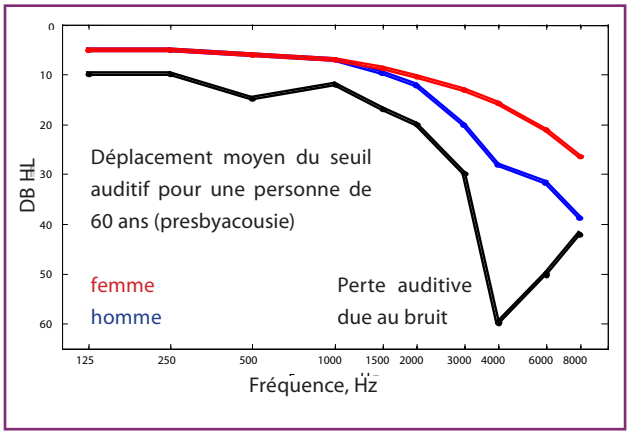


Figure 7.8 Perte d'audition liée à l'âge et perte d'audition due au bruit

Pourcentage de perte auditive

- Les pourcentages de perte auditive sont calculés à des fins de compensation. Il existe diverses méthodes, sur la base d'une perte d'audition moyenne en dB HL, pour des fréquences audiométriques de 500, 1000 et 2000 Hz, normalement avec la meilleure oreille, ou pour les deux oreilles. Ces trois fréquences sont sélectionnées du fait de l'influence importante de la perte d'audition sur la reconnaissance de la parole dans la plage de fréquences allant de 500 à 2000 Hz.

CHAPITRE 8 :
Les secteurs de la musique et du divertissement

1. EXIGENCES DES DIRECTIVES 122
2. AUTRES CONSIDERATIONS 122
3. INTRODUCTION – POURQUOI UN CHAPITRE SPECIAL ? RISQUES ET PROBLEMES SPECIFIQUES 122
4. LISTE DE PERSONNES SUSCEPTIBLES D'ETRE AFFECTEES DANS LES SECTEURS DE LA MUSIQUE ET DU DIVERTISSEMENT 122
5. QUELLES SONT LES PERSONNES EXPOSEES AU RISQUE ? 124
6. STRATEGIES POUR LIMITER L'EXPOSITION 124

Stratégie 1 : Employeurs – Opérateurs de lieux de spectacle 125

Stratégie 2 : Employeurs - Prestataires de spectacle 127

Stratégie 3 : Employeurs de personnel de service 130

Stratégie 4 : Employeurs - Prestataires en équipements de sonorisation 130

Stratégie 5 : Travailleurs 132

1. EXIGENCES DES DIRECTIVES

Conformément à l'article 14 de la directive 2003/10/CE[42] : *« Dans le cadre de l'application de la présente directive, les Etats membres établissent, en consultation avec les partenaires sociaux, conformément à la législation et aux pratiques nationales, un code de conduite prévoyant des orientations pratiques pour aider les travailleurs et les employeurs des secteurs de la musique et du divertissement à respecter leurs obligations légales prévues dans la présente directive ».*

Il convient de souligner que la directive 2003/10/CE fixe des prescriptions minimales en matière de santé et de sécurité relatives à l'exposition des travailleurs aux risques résultant du bruit au sens de l'article 3 *« Définitions »* de la directive-cadre 89/391/CEE[43]:

a) **travailleur**, toute personne employée par un employeur ainsi que les stagiaires et apprentis, à l'exclusion des domestiques ;
b) **employeur**, toute personne physique ou morale qui est titulaire de la relation de travail avec le travailleur et qui a la responsabilité de l'entreprise et/ou de l'établissement.

2. AUTRES CONSIDÉRATIONS

La particularité des secteurs de la musique et du divertissement fait que de nombreux artistes et techniciens travaillent comme indépendants et peuvent se considérer comme tels. Cette catégorie de travailleurs n'est pas concernée par la directive 2003/10/CE, mais la recommandation du Conseil 2003/134/CE[44] portant sur l'amélioration de la protection de la santé et de la sécurité au travail des travailleurs indépendants devrait leur être applicable. Dans ce cas, les mesures proposées ci-après peuvent aussi être envisagées.

42. 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), JO L 42 du 15.02.2003, p. 38.

43. 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, JO L 183 du 29.06.1989, p. 1.

44. Recommandation 2003/134/CE du Conseil du 18 février 2003 portant sur l'amélioration de la protection de la santé et de la sécurité au travail des travailleurs indépendants, JO n° L 53 du 28.02.2003, p. 45.

3. INTRODUCTION : POURQUOI UN CHAPITRE SPECIAL ? RISQUES ET PROBLEMES SPECIFIQUES

Les secteurs de la musique et du divertissement sont uniques par le fait que les niveaux élevés de bruit et les effets spéciaux d'un niveau suffisamment forts pour endommager l'ouïe sont souvent considérés comme étant des éléments essentiels du spectacle.

La particularité du son direct ou enregistré dans ce secteur réside dans le fait qu'il est l'essence même du produit, mais qu'il peut aussi être nuisible. Les niveaux sonores correspondants ne sont pas un effet secondaire involontaire, mais sont, dans une certaine mesure, attendus du public. Il n'empêche que ce produit professionnel particulier peut représenter un risque direct pour le principal outil des travailleurs et des artistes, à savoir leur oreille.

La directive 2003/10/CE, dite directive Bruit, précise les exigences minimales relatives à la protection des travailleurs pour leur santé et leur sécurité par rapport au risque provenant, ou susceptible de provenir, de leur exposition au bruit pendant le travail. Les évaluations des risques de l'activité professionnelle devraient identifier les travailleurs potentiellement exposés, parmi lesquels les musiciens, les interprètes, l'équipe technique et les autres personnes travaillant directement dans les secteurs concernés (cf. tableau 8.1), par exemple les ouvreuses, le personnel de sécurité, le personnel travaillant à l'entrée et le personnel de restauration, etc., en fonction de leur situation et de la durée pendant laquelle ils sont soumis à un environnement bruyant.

4. LISTE DE PERSONNES SUSCEPTIBLES D'ETRE AFFECTEES DANS LES SECTEURS DE LA MUSIQUE ET DU DIVERTISSEMENT

La directive Bruit (2003/10/CE) s'applique à **TOUS** les lieux où des travailleurs sont présents, où l'on joue de la musique en direct (amplifiée ou non) ou enregistrée, dans un but de divertissement. Lorsque les niveaux d'exposition sont susceptibles d'être supérieurs à ceux éta-

blis dans la directive, des mesures appropriées devraient être prises. Toute personne dont l'activité peut entraîner un risque lié au bruit est responsable envers elle-même ou envers toute autre personne pouvant être affectée.

Il peut être nécessaire de combiner plusieurs mesures en vue de trouver la meilleure façon d'éviter ou de réduire les niveaux d'exposition sonore dans les circonstances particulières rencontrées. Lorsque l'on examine les mesures possibles, il faut prendre en compte des facteurs tels que les types d'instruments joués, le nombre et la position des musiciens, l'utilisation d'amplification ou non, la présence éventuelle des travailleurs sur d'autres sites pendant la même journée (au domicile, dans un studio de répétition, une salle de cours, etc.), l'acoustique des locaux, et le bruit associé aux cascades et aux effets spéciaux. Il peut être nécessaire d'essayer plusieurs mesures différentes, ou une combinaison de mesures, en vue de trouver la meilleure façon d'éviter ou de réduire les niveaux d'exposition sonore, chaque mesure pouvant avoir une incidence variable sur les autres.

- De graves risques de troubles auditifs existent dans le secteur de la musique et du divertissement pour les personnes amenées à travailler régulièrement dans des environnements bruyants tels que les clubs, les discothèques, ou lors de concerts. Parmi les employés affectés, citons les musiciens et les autres interprètes, les disc jockeys, le personnel de service, le personnel technique, le personnel de sécurité, les secouristes ou le personnel des caisses, entre autres.

Ces personnes sont souvent exposées à des niveaux sonores supérieurs aux *« valeurs limites d'exposition »* mentionnées à l'article 3 de la directive 2003/10/CE. Aussi, ce qui est un plaisir pratiquement inoffensif pour les consommateurs d'un soir peut se révéler un risque professionnel pour les employés du fait qu'ils sont exposés souvent et longtemps au bruit.

Dans les situations suivantes :

- **Dans le cas de musiciens d'orchestre** :
  ce sont les musiciens eux-mêmes qui sont le plus directement affectés par le bruit de la musique.

  Selon l'instrument et l'emplacement dans l'orchestre, et si l'on tient compte de l'exposition supplémentaire occasionnée par la formation individuelle ou les répétitions, le niveau d'exposition caractéristique pour des musiciens d'orchestre atteint 85 à 95 dB(A).

- **Dans le cas de musiciens rock et pop** :
  le public aimant la musique rock et pop se soumet, volontairement, à des niveaux de pression acoustique élevés. Il en résulte que des niveaux sonores importants sur scène sont fréquents. Les niveaux de pression acoustique auxquels sont soumis les musiciens rock et pop sont de l'ordre de 95 à 110 dB(A).

- **Dans le cas de musiciens de jazz et de folk** :
  les musiciens de jazz et de folk subissent généralement des niveaux de pression acoustique légèrement inférieurs, de l'ordre de 90 à 98 dB (A).

- **Dans le cas des autres travailleurs** :
  Des expositions similaires ont été relevées pour les ingénieurs du son, le personnel de sécurité ou autre lors de concerts.

- **Dans le cas des travailleurs des discothèques et des disk jockeys (DJ)** :
  Le personnel de discothèques ou travaillant à des événements en direct comparables est également soumis à des niveaux sonores élevés. Les niveaux de pression acoustique sur les pistes de danse sont souvent supérieurs à 100 dB(A). Alors que les disc-jockeys (DJ) sont exposés à des niveaux de 95-100 dB(A), le personnel de service subit des niveaux de pression acoustique aux alentours de 90-95 dB(A). Bien que les horaires de travail soient inférieurs à 20 heures hebdomadaires, les évaluations ont montré des niveaux d'exposition de 96 dB(A) pour les DJ et de 92 dB(A) pour le personnel de service.

La perte d'audition et les autres troubles générés par le bruit peuvent non seulement affecter le plaisir associé à la musique, mais aussi directement menacer la carrière d'un travailleur car ils touchent en premier lieu la précision de l'ouïe. Outre la perte d'audition, on peut souffrir d'acouphènes, d'hyperacousie et de difficultés dans la perception de la hauteur tonale.

La directive 2003/10/CE identifie expressément les travailleurs des secteurs de la musique et du divertissement. Les différentes catégories de personnel de ces secteurs (employeurs, travailleurs, personnes contrôlant les lieux de travail, etc.) doivent être impliqués dans la suppression des risques dus au bruit, ou dans la réduction du bruit à un niveau minimum. Les défis principaux à relever consistent à effectuer des évaluations adéquates des risques et à mettre en œuvre des mesures appropriées de contrôle du bruit. Ces deux défis nécessitent l'application de stratégies adaptées telles qu'elles sont recommandées au chapitre 8, point 6, du guide.

5. QUELLES SONT LES PERSONNES EXPOSEES AU RISQUE ?

La tableau 8.1 ci-dessous donne une liste non exhaustive de personnes potentiellement exposées au bruit dans les secteurs de la musique et du divertissement.

• Acrobates et gymnastes	• Chanteurs d'opéra
• Acteurs	• Porteurs d'orchestre
• Professeurs d'aérobic	• Techniciens de piano
• Directeurs artistiques	• Producteurs
• Assistants et ingénieurs du son	• Sociétés de production
• Techniciens en coulisses	• Promoteurs
• Personnel de bar	• Projectionnistes
• Enfants artistes	• Décorateurs architectes
• Chorales	• Chanteurs
• Chorégraphes	• Illustrateurs sonores
• Ensembles de musique classique	• Ingénieurs du son
• Compositeurs	• Opérateurs du son/ prestataires en équipement sonore
• Chefs d'orchestre	• Personnel / concepteurs d'effets spéciaux
• Équipage	• Personnel (dont régisseurs, videurs et serveurs)
• Responsables de la sécurité	• Machinistes de plateau
• Professeurs de danse	• Techniciens de plateau / équipe de tournage
• Danseurs	• Régisseurs de plateau
• Disc Jockeys (DJs)	• Personnel de plateau (par ex. menuisier, fabricant d'accessoires, électriciens et soudeurs)
• Videurs/physionomistes	• Régisseurs
• Donneurs d'ordre	• Propriétaires/opérateurs de studio
• Artistes	• Directeurs techniques
• Organisateurs d'événements	• Professeurs de musique
• Fixeurs	• Placeurs/ouvreuses
• Personnel aux caisses	• Propriétaires/organisateurs de lieux culturels
• Groupes pop, rock, jazz, folk et country	• Techniciens vidéo
• Techniciens instrumentaux	• Preneurs de son
• Musiciens de jazz	• Personnel au bar
• Concepteurs d'éclairage	• Machinistes
• Eclairagistes	• Personnel de sécurité
• Cadres	• Chanteurs
• Placeurs	• Personnel de service
• Techniciens moniteur	
• Directeurs artistiques de spectacles musicaux	
• Musiciens	
• Professeurs de musique & métiers assimilés	
• Prestataires en sonorisation	
• Orchestres dans la fosse	

Tableau 8,1

6. STRATEGIES POUR LIMITER L'EXPOSITION

Cette section décrit certaines stratégies destinées à éviter et/ou réduire l'exposition aux risques associés au bruit dans le secteur de la musique et des divertissements. Au vu de la diversité des lieux de travail de ce secteur, il peut être nécessaire de mettre en œuvre plusieurs stratégies en fonction des situations et des circonstances particulières. Afin de couvrir toutes les possibilités, cette section distingue cinq stratégies de base qui couvrent la plupart des activités et des lieux de travail concernés. La procédure adaptée dépendra du rôle de la personne et de la nature de l'activité dans l'industrie de la musique et des divertissements. Différentes stratégies peuvent s'appliquer simultanément.

Principaux critères permettant de choisir une stratégie adaptée :

Etes-vous employeur ou travailleur ?

Si vous êtes employeur, vos travailleurs sont-ils des artistes ou non (membres de l'équipe technique ou de service, etc.)?

Les éléments à prendre en compte sont les suivants :

- lieu de travail: un ou plusieurs sites ;
- répétitions : niveau général moins bruyant ou exposition réduite au bruit
- répertoire : répertoire mixte, autrement dit un répertoire fort et un plus faible ;
- programmation des représentations : programmation équilibrée des représentations/répétitions (répertoire fort et faible) ;
- disposition : disposition des artistes sur la scène ou le plateau.

Dans le domaine de la santé et de la sécurité au travail, il convient de souligner que la section II « Obligations des employeurs » de la directive 89/391/CEE définit les obligations générales des employeurs auxquelles il est fait explicitement référence à la section II *« Obligations des employeurs »* de la directive 2003/10/CE qui fixe les obligations de employeurs comme suit :

- Article 5 de la directive 89/391/CEE - *Disposition générale*
- Article 6 de la directive 89/391/CEE – *Obligations générales des employeurs*
- Article 4 de la directive 2003/10/CE – *Détermination et évaluation des risques*
- Article 5 de la directive 2003/10/CE – *Dispositions visant à éviter ou à réduire l'exposition*
- Article 6 de la directive 2003/10/CE – *Protection individuelle*
- Article 7 de la directive 2003/10/CE – *Limitation de l'exposition*

Stratégies pour les groupes professionnels					
Groupe professionnel	**Employeurs Gestionnaire de site culturel**	**Employeurs Prestataires de spectacle**	**Employeurs de personnel de service**	**Employeurs Prestataires en équipements de sonorisation**	**Travailleurs**
Exemple	opérateurs, gérants de bars et de discothèques Régisseurs de théâtre organiseurs de concert Promoteurs Organisateurs d'événements/ de divertissements Gestionnaires de salles de concert	leaders de groupes Directeurs d'orchestre Chefs d'ensembles musicaux	Prestataires en Service traiteur Sécurité Services de caisses Premiers secours	Location ou vente de sonos Opérateurs du son lors d'un événement	Musiciens et autres artistes du spectacle vivant professeurs de musique Personnel de service (caisses, sécurité, premiers secours) Techniciens Service traiteur
Stratégie	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**

Tableau 8.2 Stratégies de gestion du bruit selon différents groupes professionnels du secteur de la musique et du divertissement.

- Article 8 de la directive 2003/10/CE – *Information et formation des travailleurs*
- Article 9 de la directive 2003/10/CE – *Consultation et participation des travailleurs*

Les réponses à ces questions vous aideront à choisir une stratégie adaptée suivant le tableau 8.2.

Stratégie 1 : Employeurs – Opérateurs de lieux de spectacle

Vous êtes...

Vous êtes l'employeur, exploitant d'un bar, d'une discothèque, d'une salle de théâtre ou de concert. Vous employez éventuellement du personnel de service qui n'est pas directement impliqué dans les spectacles musicaux, par exemple des serveurs ou des caissiers

ou

vous êtes gestionnaire de salle de concert ou organisateur d'événements/de divertissements.

Vous devez…

En qualité d'employeur, opérateur de lieu de spectacle, et conformément à la section II de la directive 2003/10/CE *« Obligations des employeurs »* vous devez

- évaluer et, si nécessaire, mesurer les niveaux de bruit auxquels les travailleurs sont exposés ;
- élaborer et appliquer des mesures préventives en matière de santé et de sécurité afin de protéger les travailleurs contre les risques dus au bruit ;
- en tenant compte du progrès technique et de la disponibilité de mesures de maîtrise du risque à la source, supprimer les risques résultant de l'exposition au bruit à leur source ou les réduire au minimum ;
- être informé des réglementations et des normes techniques ;
- être informé du contenu de ce guide et le communiquer pour information à vos employés et organisateurs afin de vous assurer de leur participation à tous les niveaux (voir l'article 14 de la directive 2003/10/CE *« Code de conduite »*) ;
- faire participer tous les échelons de l'organisation afin qu'ils comprennent leurs obligations et se conforment à la politique de santé et de sécurité (voir l'article 9 de la directive 2003/10/CE *« Consultation et participation des travailleurs »*)
- fournir les informations adéquates aux employés à temps partiel/intermittents ou au nouveau personnel ;
- veiller à ce que la consultation et la participation des travailleurs et/ou de leurs représentants aient lieu conformément à l'article 11 de la directive 89/391/CEE en ce qui concerne les matières couvertes par la directive 2003/10/CE, notamment :
  - l'évaluation des risques et la détermination des mesures à prendre, visées à l'article 5 de la directive 2003/10/CE,
  - les mesures visant à supprimer ou à réduire les risques résultant de l'exposition au bruit, visées à l'article 5 de la directive 2003/10/CE,
  - le choix de protecteurs auditifs individuels visés à l'article 6, paragraphe 1, point c) de la directive 2003/10/CE ;
  - assurer la coordination avec les prestataires de spectacle, les employeurs du personnel de service, les prestataires ou opérateurs d'équipements de sonorisation de manière que les travailleurs des entreprises et/ou établissements extérieurs intervenant dans votre entreprise ou établissement ont bien reçu des instructions appropriées en ce qui concerne les risques pour la sécurité et la santé pendant leur activité dans votre entreprise ou établissement (article 8 de la directive 2003/10/CE « Information et formation des travailleurs » renvoyant à l'article 12, paragraphe 1, de la directive 89/391/CE « Formation des travailleurs »).

Evaluation des risques et niveau sonore

En tant qu'employeur, opérateur de lieu de spectacle, vous pouvez appliquer la procédure suivante pour identifier les expositions nocives :

- déterminer les situations et les zones où des niveaux sonores élevés peuvent se produire. En règle générale : si des personnes éloignées d'un mètre ne peuvent communiquer que si elles élèvent la voix, ce sera probablement le cas.
- Etre informé des niveaux sonores prévisibles des « œuvres » interprétées. En l'absence d'information sur la musique jouée, faire réaliser les mesures de niveaux sonores par un professionnel pendant un événement représentatif.
- Additionner les chiffres des niveaux sonores prévisibles des œuvres jouées pendant une journée ou une semaine de manière à pouvoir calculer l'exposition pondérée dans le temps sur la base de la période de travail moyenne journalière de huit heures ou hebdomadaire de cinq fois huit heures.

Réduire l'exposition

Si les niveaux d'exposition de vos travailleurs sont trop élevés, envisagez de les réduire par exemple :

- en baissant le niveau sonore de votre spectacle autant que possible (consultez les organisateurs et les spécialistes santé et sécurité ainsi que les représentants de la sécurité concernés) ;
- limitant la (les) durée(s) d'exposition ;
- en réduisant le volume de certains instruments, par exemple les percussions, trompette etc. ;
- fournissant les informations disponibles sur les valeurs limites d'exposition au bruit et les valeurs déclenchant l'action aux organisateurs et aux travailleurs ;
- en abaissant le volume du matériel de sonorisation, par exemple en utilisant des amplificateurs plus petits pour réduire le niveau sonore sur scène.

Réduire le niveau sonore grâce à des mesures techniques et des améliorations acoustiques du local

- Là où c'est possible, vous pouvez réduire l'exposition en augmentant la distance entre les travailleurs qui ne participent pas au spectacle et la scène, ou en repositionnant les haut-parleurs ;
- lorsqu'il y a plusieurs haut-parleurs ou des murs d'enceintes, comme dans les discothèques ou les concerts, réduire autant que faire se peut le niveau sonore de ces haut-parleurs à proximité des employés ; envisager l'installation de plusieurs haut-parleurs directement au-dessus de la piste de danse (figure 8.1) ;
- installer des limiteurs de niveau sonore dans les amplificateurs ;
- assurer une protection phonique appropriée des zones de service telles que les bureaux, les cuisines, les salles de récréation et les zones administratives par l'utilisation de murs et portes présentant des caractéristiques phoniques adéquates ;
- garnir les portes donnant sur les zones de service avec des matériaux d'isolation phonique ;
diminuer l'amplification du son en augmentant l'absorption acoustique des salles au moyen de plafonds, murs et revêtements phoniques (revêtements muraux) ;
- par l'utilisation de scènes de concerts conçues de manière adéquate et de fosses d'orchestre, le bruit auquel sont exposés les musiciens peut être réduit sans affecter la qualité du son dans l'auditorium ;
- là où c'est possible, recourir à des mesures techniques pour modifier la scène ou le plateau, autrement dit des fosses d'orchestre ;
- demandez une assistance spécialisée auprès d'ingénieurs et architectes experts en acoustique.

Notes *En cas de rénovations, prévoyez avec les ingénieurs et architectes spécialisés en acoustique la façon dont vous pouvez optimiser adéquatement les caractéristiques acoustiques des salles de répétition ou de spectacle.*

Envisagez d'adopter des mesures en matière d'organisation afin de réduire l'exposition

- Identification et signalisation appropriée des zones où les « valeurs supérieures déclenchant l'action » $L_{EX,8h}$ = 85 dB (A) ou $\rho_{crête}$ = 140 Pa [niveaux de crête de 137 dB(C)] sont susceptibles d'être dépassés et interdiction de l'accès aux personnes non pourvues de protecteurs acoustiques adéquats.
- Diminution du niveau d'exposition en réduisant la durée pendant laquelle les employés sont exposés à des niveaux sonores élevés ; ce résultat peut également être obtenu en faisant passer le personnel (de service) des zones bruyantes à des zones plus calmes ;
- il convient également de rappeler aux agences qu'elles ont l'obligation de prendre soin de la santé et de la sécurité des travailleurs.

Obligations

En tant qu'opérateur de lieu de spectacle, vous devez en particulier satisfaire aux obligations suivantes :

- après l'évaluation des risques, prendre des mesures de prévention pour éviter ou réduire au minimum l'exposition des travailleurs à des niveaux sonores élevés ;
- fournir des informations, une formation et des instructions sur la préservation de l'audition et sur la disponibilité et l'utilisation des mesures de prévention telles que les mesures collectives ou les protections auditives individuelles ; veiller à ce qu'une information écrite soit disponible sur ces sujets ;
- signaler les zones bruyantes [lorsque $L_{ex,8h}$ > 85 dB(A)] où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à un bruit dépassant les « valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action » conformément à l'article 5 de la directive 2003/10/CE ;
- le travailleur dont l'exposition au bruit a dépassé les « valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action » [$L_{ex,8h}$ > 85 dB(A)] a le droit de bénéficier d'un contrôle de son ouïe effectué par un médecin ou une autre

personne dûment qualifiée sous la responsabilité d'un médecin, conformément à l'article 10 de la directive 2003/10/CE ;
- un examen audiométrique préventif est également offert aux travailleurs dont l'exposition au bruit dépasse les « valeurs d'exposition inférieures déclenchant l'action » [$L_{ex,8h}$ > 80 dB(A)], conformément à l'article 10 de la directive 200/10/CE ;
- s'il s'avère impossible de réduire suffisamment l'exposition sonore par des mesures techniques et organisationnelles réalisables, l'employeur doit fournir à ses employés des protecteurs auditifs adaptés, en notant bien que cela s'applique aux musiciens ou autres artistes aussi bien qu'aux techniciens ou au personnel de service, conformément à l'article 6 de la directive 2003/10/CE. Pour les musiciens, il existe des protecteurs individuels spéciaux ayant une atténuation fréquentielle plate ;
- donner aux travailleurs des instructions/une formation sur l'utilisation correcte des protecteurs individuels, conformément à l'article 8 de la directive 2003/10/CE.

Exemple : Discothèque

Problème : Une discothèque propose tous les soirs de la musique enregistrée par différents disc-jockeys. Avant rénovation, la sonorisation est composée de deux enceintes principales à proximité de la piste de danse et d'autres enceintes disséminées dans la salle, ce qui soumet les DJ, le personnel au bar et le personnel en salle à une exposition acoustique considérable.

Solution : Le propriétaire (employeur, opérateur) de la discothèque a installé un plafond phonique avec des enceintes intégrées suspendues au-dessus de la piste. De cette manière, les niveaux sonores sont élevés sur la piste de danse, alors que la propagation du son de côté, vers le reste de la salle, est réduite d'environ 10 dB(A). Afin de maintenir un niveau musical réduit, un sonomètre a été installé à proximité de la console du DJ afin de contrôler et d'enregistrer les niveaux sonores. S'il n'est pas possible d'appliquer une solution collective (cabine isolée par exemple), le gérant doit fournir des protections auditives individuelles et mettre en œuvre un programme de formation pour le personnel concerné.

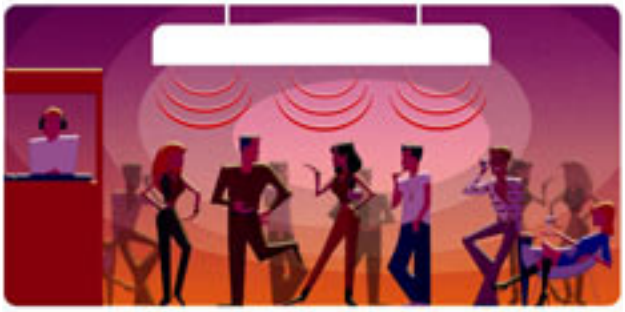


Figure 8.1 Discothèque avec plafond phonique comportant plusieurs haut-parleurs au lieu de deux haut-parleurs principaux.

Stratégie 2 : Employeurs - Prestataires de spectacle

Vous êtes...

Vous êtes employeur, prestataire de spectacle, et par exemple :

- vous gérez un groupe, un orchestre ou tout autre ensemble
- vous organisez également des manifestations musicales et vous employez des musiciens et d'autres artistes

Note: *Les musiciens et les autres artistes se reporteront à la Stratégie 5 : « Travailleurs ».*

Vous devez…

En qualité d'employeur, prestataire de spectacle, et conformément à la section II « Obligations des employeurs » de la directive 2003/10/CE, vous devez :

- évaluer et, si nécessaire, mesurer les niveaux de bruit auxquels les travailleurs sont exposés ;
- élaborer et appliquer des mesures préventives en matière de santé et de sécurité afin de protéger le groupe, l'orchestre ou l'ensemble contre une exposition acoustique nocive (bruit) ;
- en tenant compte du progrès technique et de la disponibilité de mesures de maîtrise du risque à la source, supprimer les risques résultant de l'exposition au bruit à leur source ou les réduire au minimum ;
- assurer que tous les travailleurs intervenant dans le spectacle et/ou leurs représentants sont informés des risques associés à l'exposition au bruit et des mesures de prévention en matière de santé et sécurité qui doivent être prises pour éliminer ces risques ou les réduire au minimum ;
- connaître parfaitement la réglementation en vigueur et remplir vos obligations d'employeur à l'égard de la protection des travailleurs contre les risques dus à l'exposition au bruit ;
- être informé du contenu du présent guide et vous conformer à ses recommandations ;
- communiquer ces éléments aux artistes, au personnel technique et aux autres travailleurs concernés
- assurez-vous que toutes les personnes intervenant dans le spectacle sont averties de la stratégie de prévention en matière de santé et sécurité.

Evaluation des risques et niveau sonore

En tant qu'employeur, prestataire de spectacle, vous pouvez appliquer la procédure suivante pour identifier les risques résultant de l'exposition au bruit pour les travailleurs :

- en premier lieu, l'employeur prestataire de spectacle peut identifier le risque et déterminer si les niveaux d'exposition au bruit des travailleurs au cours du spectacle sont nocifs. En règle générale : si des personnes éloignées d'un mètre ne peuvent communiquer que si elles élèvent la voix, ce sera probablement le cas ;
- Si nécessaire, établissez par des mesures le niveau d'exposition sonore pour un spectacle typique dans des conditions normales. Tenez compte des suggestions pertinentes du chapitre 2 de ce guide « procédure d'évaluation des risques ». Prenez également contact avec l'opérateur du lieu de spectacle et efforcez-vous ensemble d'obtenir des mesures du niveau sonore pour, le cas échéant, réduire le bruit ;
- déterminez le niveau d'exposition des artistes et des autres membres du personnel ;
- effectuer une nouvelle évaluation du risque s'il existe des changements significatifs au niveau de la nature du ou des instruments de musique utilisés, du matériel de sonorisation (amplificateurs) ou du spectacle ;
- déterminer clairement avec l'opérateur du lieu de spectacle s'il a été convenu d'un niveau sonore maximum et quel est le niveau sonore souhaité (voir l'article 3 de la directive 2003/10/CE « Valeurs limites d'exposition et valeurs d'exposition déclenchant l'action »)
- ne dépassez pas ce niveau sonore convenu ;
- signalez à l'opérateur du lieu de spectacle, avant le début du spectacle, quel est le niveau sonore normal de celui-ci ;
- vous pouvez surveiller ou enregistrer le niveau sonore au cours du spectacle.

Réduire l'exposition :

a) Ecrans acoustiques

Les employeurs doivent tenir compte des problèmes potentiels s'ils envisagent d'installer des écrans, par exemple :

- manque d'espace : les écrans peuvent réfléchir le son vers les artistes assis derrière ou à proximité ;
- les écrans peuvent produire des distorsions ;
- les écrans peuvent empêcher les artistes d'entendre les autres instruments

b) Utilisation des écrans

Les écrans acoustiques devraient être uniquement utilisés en fonction de l'évaluation des risques et sur une base collective.

Dans certains cas, les musiciens peuvent utiliser les écrans acoustiques pour se protéger du son produit par les autres musiciens. Une formation appropriée à l'utilisation des écrans acoustiques devrait toutefois être organisée étant donné qu'une mauvaise utilisation peut provoquer des dommages plus importants pour l'utilisateur, mais aussi pour les autres musiciens à proximité.

Le positionnement des écrans doit faire l'objet d'un soin extrême car ils peuvent doubler l'exposition acoustique du musicien par l'arrière, et augmenter le risque d'une lésion par surjeu. La protection assurée au musicien en face peut s'avérer plus psychologique qu'acoustique, bien que cela s'avère valable lorsque les risques d'hyperacousie ou de stress sont importants. L'utilisation d'écrans personnels sans discernement peut en fait augmenter l'exposition au bruit des autres personnes, et les écrans doivent donc être mis en place sur une base collective. Il n'est pas acceptable de réduire légèrement un risque moyen (par exemple pour la personne située en face d'un écran) en doublant un risque élevé (c'est-à-dire la personne jouant dans l'écran).

Figure 8.2 Ecran acoustique transparent utilisable dans les orchestres ou grands groupes musicaux. Les matériaux modernes peuvent être transparents et absorbants.
© & courtesy by "Kaefer Isoliertechnik", Germany

Il existe actuellement deux types principaux de structures d'écrans : dur, qui produit une réflexion acoustique, et souple, qui absorbe les sons. Il existe également un troisième type, hybride, qui combine les deux précédents

Les écrans rigides sont essentiellement conçus en plastique ou en matériaux transparents similaires, permettant de maintenir un contact visuel. Les écrans souples comprennent un matériau absorbant du point de vue acoustique (c'est-à-dire les fibres minérales, les mousses, les feuilles, etc.) monté sur un panneau et revêtu d'une finition décorative

Les écrans peuvent être relativement petits et placés discrètement de manière à traiter des problèmes spécifiques et localisés. Les écrans de studio sont généralement hauts de 2 m et ils peuvent être utilisés pour former des enceintes. Ils sont normalement absorbants et peuvent comporter des panneaux de vision transparents

Note: *Pour l'utilisation des écrans individuels, consultez le chapitre 5 « Equipements de protection individuelle (EPI) : caractéristiques et choix des protecteurs auditifs individuels (PAI) » du présent guide.*

Limiter l'exposition

Voici quelques options pour réduire l'exposition au son de vos travailleurs :

- réduire le niveau sonore de votre spectacle autant que possible ;
- réduire l'amplification du son sur la scène dans la mesure du possible ;
- informer et former le personnel qui contrôle le matériel d'amplification du son (pour les contrôleurs et le public) ;
- abaisser le volume des différents instruments, par exemple la batterie, ou utiliser des amplificateurs plus petits pour réduire le niveau sonore sur scène ;
- augmenter la distance entre les travailleurs participant au spectacle et les haut-parleurs ;
- les zones dans lesquelles les travailleurs et le personnel sont susceptibles d'être exposés à un bruit dépassant la « valeur supérieure déclenchant l'action » $L_{EX,8h}$ = 85 dB (A) ou le niveau de crête [$\rho_{crête}$ = 140 Pa ~ 137 dB(C)] doivent faire l'objet d'une signalisation appropriée. Ces zones doivent aussi être délimitées et leur accès doit être restreint lorsque cela est techniquement faisable et que le risque d'exposition le justifie.
- interdire aux personnes qui ne portent pas de protecteurs individuels contre le bruit de pénétrer dans les zones ;
- les salles de répétitions, les scènes ou plateaux où se produisent les musiciens devraient avoir une taille adaptée et être dotées de caractéristiques acoustiques adéquates (cf. stratégie 1 « Employeurs - Opérateurs de lieux de spectacle »).

Protections auditives individuelles spéciales

Les protections auditives sur mesure pour les musiciens devraient être adaptées par un audiologiste agréé.

Tous les bouchons d'oreille modifient la perception et peuvent nécessiter du temps pour s'y habituer. Il convient de gérer le processus d'acclimatation sans quoi les personnes concernées renonceront à porter les protections, d'où des lésions accrues au niveau de l'ouïe. Les bouchons d'oreille ne doivent jamais être portés pour la première fois lors d'un spectacle.

Certains joueurs de bois et de cuivres pensent à tort qu'il n'est pas possible de porter des bouchons à cause de l'accumulation de pression et du risque d'endommager davantage le conduit auditif. Cette conception erronée ne repose sur rien de concret.

Effet d'occlusion

En général, les joueurs de bois et cuivres à anche ne peuvent pas utiliser de bouchons compressibles du fait que l'occlusion qui en résulte amplifie la résonance naturelle au niveau de la mâchoire lorsqu'ils jouent (les chanteurs trouvent également que les bouchons d'oreille compressibles donnent un son étrange à la voix). On peut remédier à l'effet d'occlusion de deux manières :

- utiliser des bouchons sur mesure profonds qui atteignent la partie osseuse interne du conduit auditif et réduisent ainsi les vibrations potentielles et la résonance au niveau de la mâchoire
  ou
- utiliser des bouchons d'oreille munis d'évents qui permettent aux sons en basses fréquences piégés de s'échapper.

Note : *La fourniture de protections auditives ne vous dispense pas de l'obligation de réduire l'exposition au bruit à l'aide de mesures de réduction du bruit. Il est essentiel d'évaluer régulièrement les risques et d'effectuer un contrôle et un suivi permanents.*

Il existe des écrans individuels qui peuvent servir d'équipements de protection individuelle.

Obligations

En tant qu'employeur, prestataire de spectacle, vous devez en particulier satisfaire aux obligations suivantes :

- Après l'évaluation des risques, prendre des mesures de prévention pour éviter ou réduire au minimum l'exposition des travailleurs à des niveaux sonores élevés ;
- fournir des informations, une formation et des instructions sur la préservation de l'audition et sur la disponibilité et l'utilisation des mesures de prévention telles que les mesures collectives ou les protections auditives individuelles ; veiller à ce qu'une information écrite soit disponible sur ces sujets ;
- signaler les zones bruyantes [lorsque $L_{ex,8h}$ > 85 dB(A)] où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à un bruit dépassant les « valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action » conformément à l'article 5 de la directive 2003/10/CE ;
- s'il s'avère impossible de réduire suffisamment l'exposition sonore par des mesures techniques et organisationnelles réalisables, l'employeur doit fournir à ses travailleurs des protecteurs auditifs adaptés, en notant bien que cela s'applique aux musiciens ou autres artistes aussi bien qu'aux techniciens ou au personnel de service, conformément à l'article 6 de la directive 2003/10/CE. Pour les musiciens, il existe des protecteurs individuels spéciaux ayant une atténuation fréquentielle plate ;
- le travailleur dont l'exposition au bruit dépasse les « valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action » [$L_{ex,8h}$ > 85 dB(A)] a le droit de bénéficier d'un contrôle de son ouïe effectué par un médecin ou une autre personne dûment qualifiée sous la responsabilité d'un médecin, conformément à l'article 10 de la directive 2003/10/CE ;
- un examen audiométrique préventif est également offert aux travailleurs dont l'exposition au bruit dépasse les « valeurs d'exposition inférieures déclenchant l'action » [$L_{ex,8h}$> 85 dB(A)] a le droit de bénéficier d'un contrôle de son ouïe effectué par un médecin ou une autre personne dûment qualifiée sous la responsabilité d'un médecin, conformément à l'article 10 de la directive 2003/10/CE.

Stratégie 3 : employeurs de personnel de service

Vous êtes…

Vous êtes un employeur de personnel de sécurité, de caisse, de restauration ou de premiers secours.

Vous devez…

En qualité d'employeur de personnel de sécurité, de caisse, de restauration ou de premiers secours et conformément à la section II *« Obligations des employeurs »* de la directive 2003/10/CE, vous devez :

- être informé de la réglementation nationale en vigueur et des normes techniques, ainsi que des obligations ; concernant la santé et la sécurité des travailleurs au travail
- être informé du contenu du présent guide et vous conformer à ses recommandations et informations ;
- évaluer et, si nécessaire, mesurer les niveaux de bruit auxquels les travailleurs sont exposés ;
- élaborer et appliquer des mesures préventives en matière de santé et de sécurité afin de protéger votre personnel de service ;
- informer vos travailleurs sur les éléments précités.

Pour chaque lieu de spectacle

- vérifier avec l'organisateur de l'événement s'il est possible que des employés soient soumis à une exposition nocive au bruit ;
- déterminer qui est responsable des mesures de prévention contre le bruit ;
- déterminer quelles sont les stratégies de prévention contre le bruit appliquées et suivre leurs instructions ;
- envisager l'application de mesures organisationnelles de réduction du bruit.

Obligations

En tant qu'employeur de personnel de service, vous devez en particulier satisfaire aux obligations suivantes :

- après l'évaluation des risques, prendre des mesures de prévention pour éviter ou réduire au minimum l'exposition des travailleurs à des niveaux sonores élevés ;
- fournir des informations, une formation et des instructions sur la préservation de l'audition et sur la disponibilité et l'utilisation des mesures de prévention telles que les mesures collectives ou les protections auditives individuelles ;
- les zones dans lesquelles les travailleurs et le personnel sont susceptibles d'être exposés à un bruit dépassant la *« valeur supérieure déclenchant l'action »* > 85 dB (A) ou le niveau de crête $\rho_{crête}$ 137 dB(C) [140 Pa] doivent faire l'objet d'une signalisation appropriée, conformément à l'article 5 de la directive 2003/10/CE. Ces zones doivent aussi être délimitées et leur accès doit être restreint lorsque cela est techniquement faisable et que le risque d'exposition le justifie ;
- s'il s'avère impossible de réduire suffisamment l'exposition sonore par des mesures techniques et organisationnelles réalisables, l'employeur doit fournir à ses employés des protecteurs auditifs adaptés, en notant bien que cela s'applique aux musiciens ou autres artistes aussi bien qu'aux techniciens ou au personnel de service, conformément à l'article 6 de la directive 2003/10/CE. Pour les musiciens, il existe des protecteurs individuels spéciaux ayant une atténuation fréquentielle plate ;
- interdire au personnel qui ne porte pas de protecteurs individuels contre le bruit de pénétrer dans les zones ;
- le travailleur dont l'exposition au bruit dépasse les « valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action » [$L_{ex,8h}$ > 85 dB(A)] a le droit de bénéficier d'un contrôle de son ouïe effectué par un médecin ou une autre personne dûment qualifiée sous la responsabilité d'un médecin, conformément à l'article 10 de la directive 2003/10/CE ;
- un examen audiométrique préventif est également offert aux travailleurs dont l'exposition au bruit dépasse les « valeurs d'exposition inférieures déclenchant l'action » [$L_{ex,8h}$> 80 dB(A)], conformément à l'article 10 de la directive 2003/10/CE.

Stratégie 4 : employeurs – prestataires en équipements de sonorisation

Vous êtes…

Vous êtes employeur, fournisseur ou opérateur d'équipements de sonorisation (par exemple pour une discothèque, un hôtel, une salle de concert ou un concert en plein air) ou vous assurez le fonctionnement de ces équipements techniques lors d'un événement. Vous employez du personnel qui utilise les équipements lors de l'événement.

Vous devez…

En règle générale, en qualité d'employeur prestataire en équipements de sonorisation, et conformément à la section II « Obligations des employeurs » de la directive 2003/10/CE, vous devez :

- être informé de la réglementation nationale en vigueur et des normes techniques, ainsi que des obligations concernant la santé et la sécurité des travailleurs au travail ;
- fournir des informations sur l'utilisation en toute sécurité des appareils et équipements que vous louez ou vendez ;
- évaluer et, si nécessaire, mesurer les niveaux de bruit auxquels les travailleurs sont exposés ;
- élaborer et appliquer des mesures préventives en matière de santé et de sécurité afin de protéger votre personnel ;
- informer vos travailleurs sur les éléments précités ;
- être informé du contenu du présent guide et vous conformer à ses recommandations et informations.

Informations à fournir à la livraison

Communiquez à l'employeur, à l'opérateur du lieu ou à l'organisateur de l'événement les éléments suivants :

- l'usage pour lequel l'équipement a été conçu et testé ;
- les procédures d'utilisation sûre de l'équipement ;
- les circonstances qui peuvent conduire à une perte d'audition ;
- la nécessité de surveiller le niveau sonore lors des répétitions ou du spectacle ;
- l'accès aux zones où les haut-parleurs dépassent les « valeurs supérieures déclenchant l'action » $L_{EX,8h}$ = 85 dB (A) ou $\rho_{crête}$ = 137 dB(C) [140 Pa] fait l'objet d'une signalisation appropriée lorsque cela est techniquement faisable. Ces zones doivent aussi être délimitées et leur accès doit être restreint lorsque cela est techniquement faisable et que le risque d'exposition le justifie ;
- l'interdiction d'accès à ces zones pour les personnes qui ne portent pas de protecteurs individuels contre le bruit.

Note: *Les informations peuvent être données sous forme verbale ou écrite, ou sous forme d'avertissements placés sur le matériel technique.*

Installation

- Positionnez les haut-parleurs aussi loin que possible ou de telle sorte qu'ils ne pointent pas directement vers les zones où les employés sont situés ;
- positionnez les haut-parleurs de façon à ce qu'il soit possible d'installer des barrières d'accès vers les zones dans lesquelles les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à un bruit dépassant les « valeurs supérieures déclenchant l'action »> 85 dB(A) ou le niveau de crête $\rho_{crête}$ = 137 dB(C) [140 Pa]. Identifiez les zones/barrières par une signalisation appropriée.

Fonctionnement

- rassemblez les informations sur les stratégies de contrôle du bruit de l'organisateur de l'événement ou de l'employeur ;
- rassemblez les informations sur le niveau sonore souhaité par l'organisateur de l'événement et les accords sur les niveaux sonores maximum ;
- permettez la supervision/l'enregistrement du niveau sonore.

Obligations

En tant qu'employeur, fournisseur ou opérateur d'équipements de sonorisation, vous devez en particulier satisfaire aux obligations suivantes :

- évaluer et, si nécessaire, mesurer les niveaux de bruit auxquels les travailleurs sont exposés ;
- après l'évaluation des risques, adopter un plan de mesures préventives pour éviter ou réduire au minimum l'exposition des travailleurs à des niveaux sonores élevés ;
- fournir des informations, une formation et des instructions sur la préservation de l'audition et sur la disponibilité et l'utilisation des mesures de prévention telles que les mesures collectives ou les protections auditives individuelles ;
- fournir une documentation sur la durée, le contenu et les participants des séances de formation ;
- si d'autres mesures collectives ne sont pas applicables, mettre à disposition des protecteurs individuels contre le bruit (si $L_{ex,8h}$> 80 dB(A)). Pour les musiciens, il existe des protecteurs individuels spéciaux ayant une atténuation fréquentielle plate ;
- le travailleur dont l'exposition au bruit dépasse les « valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action » [$L_{ex,8h}$> 85 dB(A)] a le droit de bénéficier d'un contrôle de son ouïe effectué par un médecin ou une autre personne dûment qualifiée sous la responsabilité d'un médecin, conformément à l'article 10 de la directive 2003/10/CE ;
- un examen audiométrique préventif est également offert aux travailleurs dont l'exposition au bruit dépasse les « valeurs d'exposition inférieures déclenchant l'action » [$L_{ex,8h}$> 80 dB(A)], conformément à l'article 10 de la directive 2003/10/CE.

Exemple : Retour de musique dans l'oreille

Les moniteurs d'oreille sont des bouchons d'oreille moulés sur mesure comportant des haut-parleurs miniatures de contrôle intégrés et un système émetteur-récepteur sans fil qui peut être porté à la ceinture. Les systèmes de moniteurs d'oreille peuvent remplacer les haut-parleurs de contrôle et peuvent permettre de réduire l'exposition sur scène, en particulier pour les groupes de variété. Il convient de faire attention au réglage du volume et d'utiliser des systèmes avec fonction limiteur, faute de quoi des niveaux sonores élevés, supérieurs à 110 dB, peuvent atteindre vos tympans. Les bouchons d'oreille moulés doivent être parfaitement ajustés pour ne pas laisser pénétrer les bruits de fond. En cas de mauvais ajustage, l'utilisateur peut être tenté de monter le son des moniteurs pour couvrir le bruit de fond indésirable. Ainsi, il est déconseillé d'utiliser des moniteurs d'oreille moins chers, avec bouchons génériques.

Figure 8.3 Bouchons d'oreille moulés sur mesure dans des oreillettes de monitoring

Stratégie 5 : Travailleurs

Vous êtes…

Par exemple :

- artiste-interprète, musicien, professeur de musique, membre du personnel de service ou un technicien ;
- un musicien qui travaille dans un groupe et est recruté lors de certains événements ;
- un employé d'un service de restauration ;
- un employé travaillant lors d'un événement en tant que personnel technique, personnel de bar, personnel de service, personnel de sécurité, secouriste ou personnel de cuisine.

Vous devez…

- rassembler des informations et interroger votre employeur sur vos risques d'exposition à des niveaux sonores dangereux ;
- prendre conscience que votre exposition au son pourrait être prolongée par votre formation personnelle, la pratique musicale non professionnelle, l'enseignement ou les activités de loisir ;
- rassembler des informations sur les risques et les stratégies de contrôle du bruit, comme le décrit ce guide ;
- réfléchir aux mesures de contrôle du bruit qui sont applicables dans votre secteur.

Obligations

Conformément à la section III « Obligations des travailleurs » (article 13) de la directive 89/391/CEE *vous devez en particulier satisfaire aux obligations suivantes* :

- suivre les instructions pertinentes de votre employeur sur les stratégies de contrôle à utiliser pour éviter le risque d'exposition à un bruit excessif ;
- ne pas enlever ou endommager volontairement le matériel fourni pour la réduction du bruit ;
- utiliser des protecteurs individuels contre le bruit, si nécessaire, même pendant les répétitions, sur scène et chez soi en s'exerçant, en suivant les dispositions prises pour la formation par l'employeur et lorsqu'il est impossible d'appliquer d'autres mesures de réduction du bruit ;
- signaler à votre employeur les situations nouvelles dans lesquelles un bruit dangereux ou un trouble de l'audition apparaît ;
- se soumettre aux contrôles préventifs de l'audition.

Exemple : Sourdine

Réduction du son pour les cuivres lors d'exercices individuels. Ce système consiste en une sourdine spéciale et un système microphone/écouteur, qui permet de faire des exercices à volume contrôlé sans qu'il soit nécessaire de changer l'intonation ou la force du jeu, ce qui peut éventuellement être agréable pour votre voisin et vos propres oreilles.

Figure 8.4 Sourdine
Photo © & courtesy by Yamaha Music

Bouchons d'oreille pour musiciens

Les musiciens devraient préférer les bouchons d'oreille spéciaux, qui fournissent une atténuation uniforme pour toutes les fréquences. Ceci permet d'écouter de la musique avec un son naturel. Les bouchons d'oreille en silicone moulés sur mesure sont équipés de membranes échangeables, offrant des atténuations de 9, 15 ou 25 dB(A). Cependant, pour la plupart des instruments, la pratique de la musique avec des bouchons d'oreille nécessite un peu de temps d'exercice afin de se familiariser avec la perception modifiée de l'instrument.

Suggestions pour les différentes sections d'un orchestre :

- violons et altos – les bouchons d'oreille à atténuation uniforme sont les plus adaptés, même si certains préfèrent les bouchons sensibles à l'amplitude, en particulier à proximité de voisins bruyants ;
- basses, violoncelles et harpes – bouchons d'oreilles à évent/amplification ;
- bois – bouchons d'oreille à atténuation uniforme ou sensibles à l'amplitude ;
- flûtes et piccolos – bouchons d'oreille à atténuation uniforme ou sensibles à l'amplitude ;
- cuivres – bouchons d'oreille sensibles à l'amplitude ou protecteurs (serre-tête) ;
- percussions – bouchons d'oreille sensibles à l'amplitude ou protecteurs (serre-tête).

Le tableau ci-dessous indique le degré de protection susceptible de convenir à différents niveaux de bruit. Il s'appuie sur la valeur de l'indice d'affaiblissement global (SNR) d'un protecteur auditif. Cette information a une valeur indicative et n'entend pas se substituer à l'assistance d'une personne compétente.

Niveau sonore en dB(A)	Choisir un protecteur ayant un SNR de
85 – 90	20 ou moins
90 – 95	20 – 30
95 – 100	25 – 35
100 - 105	30 ou plus

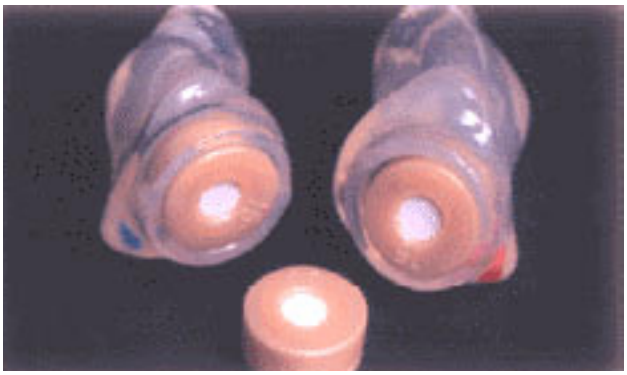


Figure 8.5 Bouchons d'oreille pour musiciens avec filtres échangeables
© & courtesy by Infield Safety Gmbh, Germany

CHAPITRE 9 : Résumé de la réglementation européenne en matière de bruit

1. INTRODUCTION 136

2 RELATIONS ENTRE LA DIRECTIVE BRUIT ET LES AUTRES DIRECTIVES 136

2.1. Directives Santé et sécurité 136

2.1.1. Directive-cadre 136

2.1.2. Directive sur l'utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI) 137

2.1.3. Directives pour la protection de groupes particulièrement sensibles 137

2.2. Directives sur la conception et la fabrication 137

2.2.1. Directive Machines et directive sur le bruit à l'extérieur des bâtiments 137

2.2.2. Exigences essentielles pour la directive sur les équipements de protection individuelle 138

1. INTRODUCTION

Ce chapitre résume les obligations légales et prescriptions des employeurs concernant l'exposition des travailleurs aux risques dus au bruit. Il décrit :

- La façon dont les directives et les normes qui les appuient fonctionnent ensemble ;
- Les directives sur la santé et la sécurité qui s'appliquent aux lieux de travail exposés au bruit ;
- Les directives qui exposent les exigences essentielles en ce qui concerne la conception, la fabrication, le niveau de qualité, les essais et la certification des équipements.
- Les normes qui indiquent les données d'émission sonore pour les machines et les performances des protections individuelles contre le bruit.

2. RELATIONS ENTRE LA DIRECTIVE « BRUIT » ET LES AUTRES DIRECTIVES

La directive "Bruit" 2003/10/CE[45] est une directive particulière au sens de l'article 16 de la directive 89/391/CEE[46] et définit les exigences minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus au bruit. Elle remplace la précédente directive 86/188/CEE sur la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition au bruit pendant le travail.

L'introduction du présent guide [Tableau 0.1] compare la directive sur les agents physiques (bruit) 2003/10/CE et la directive précédente 86/188/CEE.

2.1. Directives Santé et sécurité

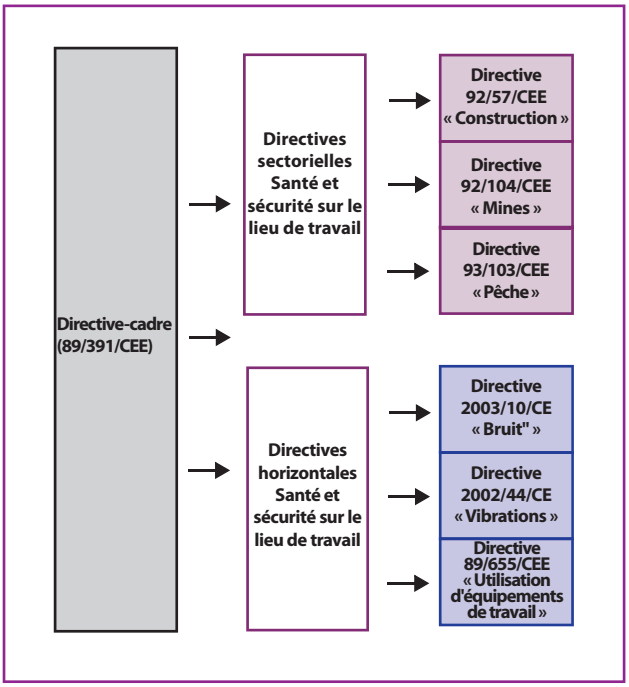


Tableau 9.1 La directive "Bruit" est une des directives résultant de la directive-cadre.

2.1.1. Directive-cadre 89/391/CEE

La directive-cadre vise à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail. L'employeur est obligé d'assurer la sécurité et la santé des travailleurs dans tous les aspects liés au travail. À cet effet, la directive-cadre :

- instaure les principes généraux de prévention des risques au travail ;
- définit les obligations de l'employeur ;
- exige de l'employeur qu'il prenne les mesures nécessaires pour éviter les risques, qu'il évalue les risques qui ne peuvent pas être évités et qu'il réduise ces risques ;
- met en place les services de prévention ;
- demande à l'employeur d'informer, consulter et former les travailleurs, et de s'assurer que les travailleurs reçoivent la surveillance appropriée en matière de santé.

Sur la base de cette directive dite « *directive-cadre* », un certain nombre d'autres directives ont été adoptées.

45. 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), JO L 42 du 15.02.2003, p. 38.

46. 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, JO L 183 du 29.06.1989, p. 1.

2.1.2. Directive Équipements de protection individuelle (EPI) (89/656/CEE)

La directive Bruit 2003/10/CE se réfère à la directive EPI pour définir les exigences minimales de santé et de sécurité pour l'utilisation par le travailleur d'équipements de protection individuelle, et notamment les protections individuelles contre le bruit.

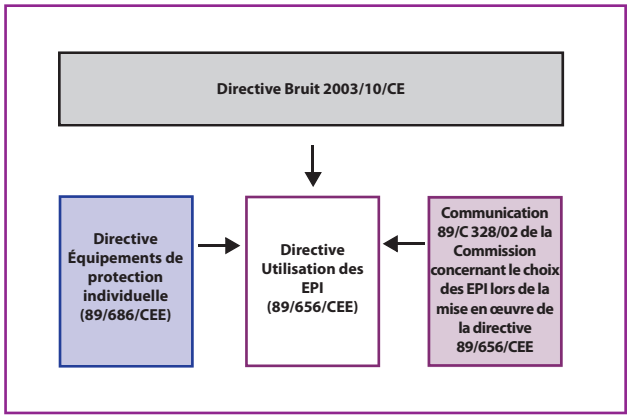


Tableau 9.2 La directive Bruit et les directives EPI

- La directive sur l'utilisation d'EPI (89/656/CEE) contient des exigences minimales sur l'évaluation, la sélection et le bon usage des équipements de protection individuelle, notamment les protecteurs individuels contre le bruit.

2.1.3. Directives pour la protection de groupes particulièrement sensibles

En vertu de la directive-cadre, tout employeur est dans l'obligation de tenir compte du risque pour les travailleurs qui peuvent être particulièrement sensibles à ce risque. La directive 92/85/CEE[47] sur les travailleuses enceintes et la directive 94/33/CE[48] sur les jeunes au travail prévoient des mesures spécifiques.

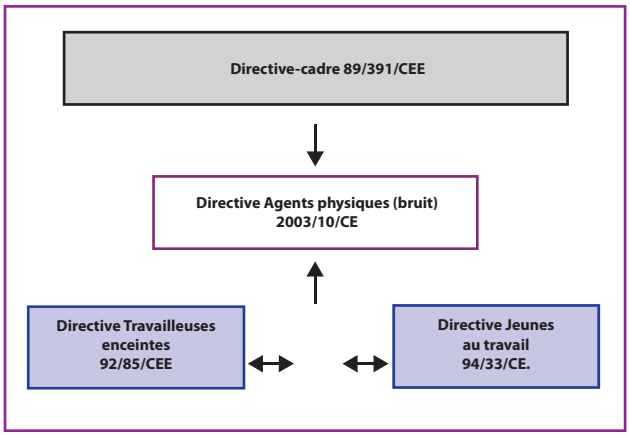


Tableau 9.3 La directive Bruit et les directives sur les groupes à risques particulièrement sensibles

2.2. Directives sur la conception et la fabrication

Ces directives établissent les exigences essentielles imposées aux machines en matière de santé et sécurité. Ce sont notamment :

- la directive Machines 98/37/CE[49]qui doit être remplacée par la directive 2006/42/CE[50] à partir du 29 décembre 2009 ;
- la directive Équipements de protection individuelle 89/686/CEE[51] ;
- la directive Émissions sonores à l'extérieur des bâtiments 2000/14/CE[52], telle que modifiée par la directive 2005/88/CE[53].

2.2.1. Directive « Machines » 98/37/CE (2006/44/CE) et directive « Extérieur » 2000/14/CE (modifiée par 2005/88/CE)

Ces directives sont étayées par des normes européennes contenant des prescriptions et essais spécifiques. Tout équipement évalué et jugé conforme à ces exigences est homologué CE.

47. Directive 92/85/CEE du Conseil, du 19 octobre 1992, concernant la mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleuses enceintes, accouchées ou allaitantes au travail, JO L 348 du 28.11.1992, p. 1.

48. Directive 94/33/CE du Conseil, du 22 juin 1994, relative à la protection des jeunes au travail, JO L 216 du 20.8.1994, p. 12.

49. Directive 98/37/CE du Parlement européen et du Conseil, du 22 juin 1998, concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux machines, JO L 207 du 23.07.1998, p. 1.

50. 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), JO L 157 du 09.06.2006, p. 24.

51. Directive 89/686/CEE du Conseil, du 21 décembre 1989, concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux équipements de protection individuelle, JO L 399 du 30.12.1989, p. 18.

52. Directive 2000/14/CE du Parlement européen et du Conseil 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, JO L 162 du 3.7.2000, p. 1.

53. 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, JO L 344 du 27.12.2005, p. 44.

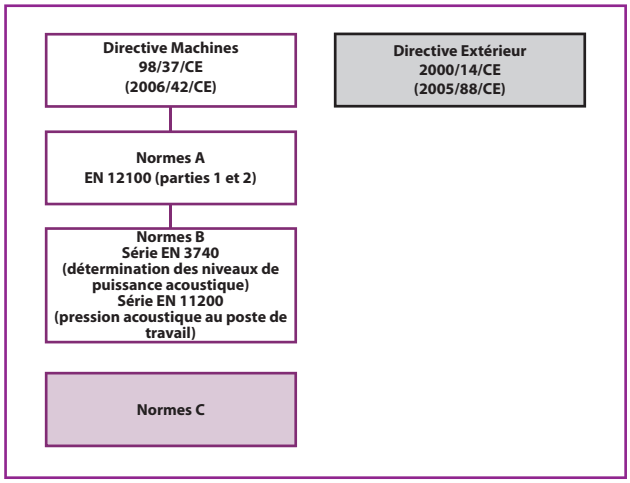


Tableau 9.4 La directive Machines, la directive sur le bruit à l'extérieur et la hiérarchie des normes européennes connexes

La directive Machines établit les exigences essentielles imposées aux machines en matière de santé et sécurité.

Les normes **A**, **B** et **C** viennent à l'appui des exigences essentielles de la directive.

- Les normes de type **A** (normes de sécurité de base) donnent les concepts fondamentaux qui peuvent être appliqués à toutes les machines.
- Les normes de type **B** portent sur les aspects spécifiques de la sécurité. La mesure du niveau de pression acoustique aux postes de travail est définie dans les normes **B** série EN 11200 et la mesure du niveau de puissance acoustique dans les normes **B** de la série EN 3740.
- Les normes de type **C** détaillent les exigences de sécurité pour une machine donnée ou pour un groupe de machines. Les normes **C** comprennent des informations permettant la conception d'une machine peu bruyante, et la définition des conditions de fonctionnement pour les mesures de bruit et la procédure de norme **B** appropriée.

La directive sur le bruit à l'extérieur des bâtiments s'intéresse à l'impact environnemental du bruit des machines. Des valeurs limites sont établies pour la puissance acoustique de certaines machines, et la puissance acoustique de toutes les machines doit être indiquée. La directive établit des codes d'essai pour évaluer la puissance acoustique d'après les normes **B**, mais spécifie les conditions de fonctionnement des différentes machines plutôt que d'utiliser les normes **C**.

Exemple :

Un employeur envisage d'acheter une nouvelle presse mécanique. Il souhaite qu'elle soit aussi silencieuse que possible. Il identifie les presses par la capacité et les fonctions dont il a besoin. Toutes sont certifiées CE, ce qui confirme que l'émission sonore a été mesurée à l'aide de la procédure standard. Il est en mesure de comparer les données de bruit de machine pour chaque machine.

2.2.2. Exigences essentielles pour la directive sur les équipements de protection individuelle

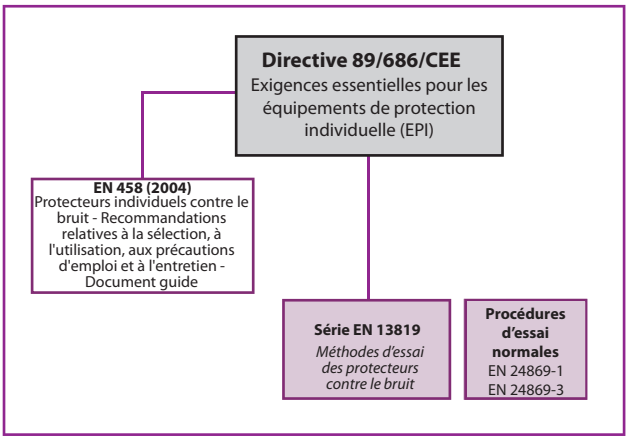


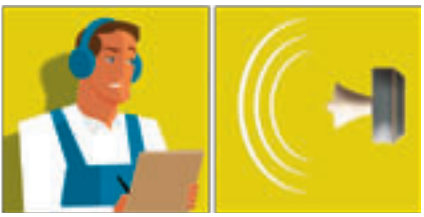
Tableau 9.5 Hiérarchie des normes à l'appui des exigences essentielles de la directive EPI

Les exigences essentielles de la directive EPI donnent les principes de sécurité de base pour la conception des équipements de protection individuelle. Cette directive est appuyée par les normes européennes suivantes :

- L'EN 13819 parties 1 et 2 définit les plans et méthodes d'essais pour l'évaluation des propriétés physiques et acoustiques des protecteurs individuels contre le bruit.
- La série de normes EN 352 définit les exigences de sécurité et programmes d'essais pour les différents types de protecteurs individuels contre le bruit.
- L'EN 458 fournit des conseils aux utilisateurs sur la façon d'utiliser les données d'essais de la série EN 352 pour sélectionner des protecteurs adaptés et pour les utiliser et les entretenir.

La marque CE est donnée à un protecteur individuel lorsqu'il passe les essais conformément aux exigences des normes correspondantes. Les protecteurs individuels marqués CE sont sensés être conformes aux exigences essentielles de la directive EPI.

Marque de certification CE



ANNEXES

Annexe I. Liste de mots-clés, liste d'abréviations et glossaire 142

Annexe II. Législation, normes et autres sources d'information relatives au bruit 147

- Directives européennes 147
  - Directivés Santé et sécurité sur le lieu de travail 147
  - Directives Marché intérieur 147
- Sélection de normes 147
  - Normes européennes 147
  - Normes internationales 148
- Textes de transposition de la directive 2003/10/CE dans la législation des États membres (au 31 décembre 2007) 149
- Annexe bibliographique 155
- Sites Web 163

Annexe III. Experts associés à l'élaboration de ce guide 167

Annexe I

LISTE DE MOTS-CLÉS, LISTE D'ABRÉVIATIONS ET GLOSSAIRE

Liste de mots-clés

Mots-clés	Chapitre	Paragraphe
Absorption (acoustique)	Ch 1 - Ch 3	5.3 - 2.1
Coefficient d'absorption acoustique α	Ch 3	4.2
Résonateur acoustique (Helmholtz)	Ch 3	4.2
Acoustique	Ch 1	1
Test audiométrique	Ch 7	1 & 3
Audiométrie	Ch 7	2
Moyennage	Ch 2	5.1
Baffle	Ch 3	2.1 & 4.2
Basse	Ch 1	3.1
Conduction osseuse	Ch 7	7.1
Vibrateur à conduction osseuse	Ch 7	7.1
Étalonnage	Ch 2	6.1
Exposition quotidienne	Ch 1 - Ch 2	6.4 - 4.1 & 5.3
Amortissement	Ch 4	5.2
Taux de décroissance	Ch 3	3.2
Décibel	Ch 1	3.4
Diaphragme	Ch 3	4.2
Discothèques	Ch 8	4 & 6 (Stratégie 1)
Dosimètre	Ch 2	5.4
Serre-tête	Ch 5	3
Bouchons d'oreille	Ch 5	3
Émission	Ch 1 - Ch 6	5.1 – 4 & 5
Encoffrement	Ch 4	6.2
Niveau équivalent	Ch 1	6.5
Exposition	Ch 1	4.1 & 6.1
Valeurs limites d'exposition	Ch 2	Résumé
Valeurs d'exposition déclenchant une action	Ch 2	Résumé
Champ (acoustique)	Ch 3	2.2
Champ libre	Ch 1 - Ch 3	5.3 - 3.2
Fréquence	Ch 1	3.1 & 6.2 & 6.3
Cellule ciliée	Ch 7	2.3 & 3.4
Perte d'audition	Ch 7	1.1 - 2.3 - 4
Protecteur individuel pour musiciens	Ch 8	6 (Stratégie 5)
Bruit ambiant (immission)	Ch 1 - Ch 6	5.1 - Annexe
Bruit impulsionnel	Ch 1	6.1
Contrôle dans l'oreille	Ch 8	6 (Stratégie 5)
Infrason	Ch 1	3.2
Cellule ciliée interne	Ch 7	2.3
Intensité sonore	Ch 7	5
Secteur de la musique et du divertissement	Ch 8	all
Bruit	Ch 1	2.2
Information sur l'émission de bruit	Ch 6	4.2
Exposition sonore	Ch 1	6.4
Octave	Ch 1	4.2
Niveau d'exposition des orchestres	Ch 8	6 (Stratégie 2)
Otoplastique	Ch 5 - Ch 8	3 - 6 (Stratégie 5)
Ototoxine	Ch 7	4
Cellule ciliée extérieure	Ch 7	2.3 & 3 & 4
Pression acoustique de crête	Ch 1	6.1
Déplacement permanent du seuil auditif	Ch 7	3
Protecteurs individuels contre le bruit (PICB)	Ch 5	all
Equipement de protection individuelle (EPI)	Ch 5	all
Propagation (du son)	Ch 1 - Ch 3	2.3 - 3.1 & 3.2
Rayonnement	Ch 1	5.1
Réflexion	Ch 1 - Ch 3	5.3 - 2.1
Champ réverbéré	Ch 3	2.2
Réverbération	Ch 3	3.1
Durée de réverbération	Ch 3	3.1
Surface d'absorption du local	Ch 3 – Ch 4	4.2 – 6.4
Amplification du local	Ch 3	4.2
Formule Sabine	Ch 3	3.2
Ecran, barrière	Ch 4 - Ch 8	6.3 – 6 (Stratégie 1)
Silencieux	Ch 4	5.1
Son	Ch 1	2.1
Analyse du son	Ch 1	4.1
Sonomètre	Ch 2	5.4
Niveau de puissance acoustique	Ch 1	3.5
Niveau de pression acoustique	Ch 1	3.6
Source sonore	Ch 1	2.3
Spectre	Ch 1	4.1
Audiométrie de la parole	Ch 7	7.2
Reconnaissance de la parole	Ch 7	7.2 & 8
Vitesse du son	Ch 1	2.1
Bruit stable	Ch 1	2.1
Stratégies pour la musique et le divertissement	Ch 8	6
Seuil d'audition	Ch 7	3
Acouphène	Ch 7	3 & 5
Ultrason	Ch 1	3.2
Actions en amont	Ch 4	4
Onde	Ch 1	2.1
Courbes de pondération	Ch 1	6.3

Liste des abréviations

Abréviation	Signification	Référence
α	Facteur d'absorption	Ch 3 - § 4.2
A_{eq}	Surface équivalente d'absorption	Ch 3 - § 3.2
DL_2	Taux de décroissance spatiale par doublement de la distance	Ch 3 - § 3.2
DL_f	Amplification sonore du local	Ch 3 - § 3.2
$E_{A, 8h}$	Exposition acoustique pondérée A pendant 8 heures	Ch 1 - § 6.4
f	Fréquence	Ch 1 - § 3.1
HATS	Simulateur artificiel de tête et buste	Ch 1 - § 6.5
$LA_{eq, t}$	Niveau de pression acoustique pondéré A pendant 8 heures	1.6.4

Abréviation	Signification	Référence
$L_{Ex,8h}$	Niveau d'exposition quotidienne au bruit (8 heures)	Ch 1 - § 6.4
$L_{Ex,d}$	Niveau d'exposition quotidienne au bruit	Ch 1 - § 6.4
L_p	Pression acoustique (p)	C 1 - § 3.3 & 3.4
L_{eq}	Niveau continu équivalent	Ch 1 - § 5.5.1
L_w	Niveau de pression acoustique (SPL)	Ch 1 - § 3.4 & 3.5
MIRE	Technique de microphone placé dans une oreille réelle	Ch 2 - § 6.5
L_{wA}	Niveau de puissance acoustique	Ch 1 - § 3.5
p	Pression acoustique	Ch 1 - § 3.3
P	Puissance acoustique	Ch 1 - § 3.5
p_{peak}	Pression acoustique de crête	Ch 1 - § 6.6
EPI	Equipements de protection individuelle	Ch 5
PHP	Protections individuelles contre le bruit	Ch 5
T_r	Durée de réverbération	Ch 3 - § 3.1

Glossaire

ENGLISH	FRANÇAIS	DEUTSCH	Definition (EN)	Définition (FR)	Definition (DE)
Absorption (sound -)	Absorption acoustique	Schallabsorption	Sound energy loss inside a material or inside a dedicated system.	Diminution de l'énergie acoustique, obtenue par dissipation au travers d'un matériau ou par un système dédié.	Abnahme der Schallenergie innerhalb eines Materials oder durch eine geeignete Vorrichtung.
Absorption coefficient α (sound -)	Coefficient d'absorption acoustique α	Schallabsorptionsgrad α	Ratio of the sound energy absorbed by a material or system to the incidental sound power(α goes from 0 to 1, 1 corresponding to a total absorption).	Rapport entre la puissance acoustique absorbée par un matériau ou un système et la puissance acoustique incidente. α varie de 0 à 1, 1correspondant à une absorption totale.	Verhältnis der von einem Material oder Vorrichtung absorbierten Schallenergie zur einfallenden Schallenergie. α kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen, wobei der Wert 1 volle Absorption bedeutet.
Acoustical spectrum	Spectre acoustique	Schallspektrum	The distribution of sound pressures or intensities measured as a function of frequency or in specified frequency bands.	Répartition de la pression ou de l'intensité sonore en fonction de la fréquence, dans des bandes de fréquences données.	Die Verteilung eines Schalldrucks oder einer Schallintensität über der Frequenz oder deren Angabe für bestimmte Frequenzbänder.
Acoustics	Acoustique	Akustik	The science of sound	Science du son	Die Wissenschaft des Schalls
Audiofrequency	Fréquence audible	Hörfrequenz	Frequency of audible sound	Fréquence de son audible.	Die Frequenz hörbaren Schalls
Audiogram	Audiogramme	Audiogramm	A graph showing hearing sensitivity for different frequencies	Graphe décrivant la sensibilité auditive en fonction de la fréquence.	Ein Diagramm, das die Hörschwelle abhängig von der Frequenz zeigt.
Audiometer	Audiomètre	Audiometer	A device or software used to test hearing	Instrumentation utilisée pour réaliser un test auditif.	Ein Gerät zur Messung der Hörfähigkeit
Audiometry	Audiométrie	Audiometrie	Measurement of hearing usually performed using an audiometer.	Mesure de l'audition réalisée en principe avec un audiomètre.	Die Messung der Hörfähigkeit mit einem Audiometer
Averaging	Moyennage	Mittelung	Determination of the steady level that has equal sound energy to a varying sound (as for an L_{eq} indication)	Détermination d'une valeur constante ayant la même énergie qu'un son variable (à l'image d'une indication de L_{eq})	Die Bestimmung eines konstanten Schallpegels mit der selben Schallenergie wie ein über die Zeit schwankender Schallpegel (zur L_{eq} – Angabe).
Background noise	Bruit de fond	Fremdgeräusch	Noise from all sources other than the noise from the source under test	Bruit généré par toutes les sources en dehors de la source étudiée.	Geräusch von allen Quellen mit Ausnahme des Geräusches der zu untersuchenden Quelle
Bass	Basse	Bass	Low frequency sound	Son en basses fréquences	Tieffrequenter Schall
Binaural	Binaural	Binaural	Relating to both ears	Relatif aux deux oreilles.	Auf beide Ohren bezogen
Calibration	Calibration	Kalibrierung	Checking the accuracy of a sound level meter against a calibrated sound source (calibrator).	Vérification de la précision d'un sonomètre par mesure d'une source sonore connue (calibrateur).	Überprüfung der Genauigkeit eines Schallpegelmessers durch Abgleich mit einer kalibrierten (Norm-)schallquelle.
Daily exposure	Exposition sonore quotidienne	Tagesexposition	The determination of an averaging level to which a person is exposed during a certain daily time period. In the field of work protection the averaging time is usually 8 hours.	Niveau sonore moyen auquel est exposée une personne pendant une durée caractéristique de la journée (pour la protection des travailleurs, 8 heures de travail).	Die Bestimmung des gemittelten Schalldruckpegels, dem eine Person während einer festgelegten Zeit ausgesetzt ist. Im Arbeitsschutz wird üblicher Weise über 8 Stunden gemittelt.
Damping	Amortisement	Dämpfung	The reduction of vibration energy by conversion into heat.	Dissipation d'énergie vibratoire en chaleur.	Die Verringerung von Schwingungsenergie durch Umwandlung in Wärme.
Decay rate	Taux de décroissance	Pegelabnahme	The sound pressure level decay over a given time (e.g. reverberation time) or over a distance from a sound source (e.g. 6 dB per distance doubling in a free field).	Diminition du niveau de pression acoustique pendant une durée donnée (cf. « temps de réverbération ») ou par rapport à l'éloignement d'une source (par ex. 6 dB par doublement de distance en champ libre)	Die Schalldruckpegelabnahme über eine bestimmte Zeit (z.B. Nachhallzeit) oder eine Entfernung von einer Schallquelle (z.B. 6 dB pro Abstandsverdopplung im Freifeld).

ENGLISH	FRANÇAIS	DEUTSCH	Definition (EN)	Définition (FR)	Definition (DE)
Decibel	Décibel	Dezibel	A unit of measure of sound level: ten times the common logarithm of the ratio of two quantities proportional to power or energy.	« Unité » de mesure du son correspondant à dix fois le logarithme du rapport entre deux quantités représentant une puissance ou une énergie.	Die Größenangabe für Schallpegel : Das Zehnfache des dekadischen Logarithmus des Verhältnisses zweier energie – oder leistungsproportionaler (Schallfeld-)größen.
Direct (acoustical) field	Champ direct	Direktes Schallfeld	Area around the source where the sound coming directly from the source dominates.	Zone proche de la source où le niveau sonore provenant directement de celle-ci est dominant.	Bereich, in dem der Schall von der Quelle dominiert
Ear-muff	Coquille (protecteur muni de -)	Kapselgehörschutz	Hearing protector consisting of cups pressed against each ear or against the head around each ear.	Protecteur contre le bruit constitué de coquilles enserrant les oreilles.	Zwei durch einen flexiblen Bügel verbundenen schalldämpfende Kapseln, die über den Ohrmuscheln getragen werden.
Ear-plugs	Bouchon d'oreille	Gehörschutzstöpsel	Hearing protector worn within the ear canal or against the entrance to each of the ear canals.	Protecteur contre le bruit introduits dans le conduit auditif ou la conque de l'oreille pour en obstruer l'entrée.	Schalldämpfende Stöpsel, die im äußeren Gehörgang oder an dessen Eingang getragen werden.
Emission	Emission	Emission	The amount of sound radiated solely from a given source. The noise emission can be quantified either by a sound power level or by a sound pressure level.	Quantité de son rayonnée par une source et seulement par elle. L'émission sonore peut être quantifiée par un niveau de puissance acoustique ou de pression acoustique.	Der gesamte Schall, der von einer Quelle an die Umgebung abgestrahlt wird. Die Geräuschemission wird durch den Schallleistungspegel und/oder durch den Emissionsschalldruckpegel angegeben
Emission sound pressure level	Niveau de pression acoustique d'émission	Emissionsschalldruckpegel	Sound pressure level at a specified position typically the work station near a machine, when the machine is in operation under defined operating conditions, excluding any reflected sound from walls or other sound reflecting surfaces.	Niveau de pression acoustique en une position donnée, en principe le poste de travail de la machine, lorsque celle-ci est en fonctionnement dans des conditions définies, en dehors de toute réflexion sur quelque surface que ce soit.	Der Schalldruckpegel an einer bestimmten Position (zugeordneter Arbeits- oder Bedienplatz) nahe einer Maschine, der sich einstellt, wenn die Maschine unter definierten Betriebsbedingungen betrieben wird. Umgebungsgeräusche, Geräuschen anderer Maschinen oder Reflexionen von Decke oder Wänden werden dabei nicht berücksichtigt.
Equivalent level	Niveau équivalent	Aequivalenter Pegel	Constant sound pressure level which is energy equivalent to the fluctuating sound during the measurement.	Niveau de pression acoustique équivalent qui aurait une valeur constante pendant la durée de la mesure.	Konstanter Schalldruckpegel der energieäquivalent ist zum schwankenden Geräusch während der Messung.
Exposure	Exposition	Exposition	The noise a person is exposed to in their various working situations over a given time period. It is usually quantified by an averaged sound pressure level.	Bruit auquel une personne est exposée pendant ses diverses activités de travail et pour une durée données. L'exposition est en principe quantifiée par un niveau de pression acoustique.	Schall, dem eine Person in einer bestimmten Situation für einen gegebene Zeitraum ausgesetzt ist. Die Exposition wird üblicherweise als gemittelter Schalldruckpegel angegeben.
Exposure Level	Niveau d'exposition	Expositionspegel	The averaged sound pressure level over the exposure time.	Niveau de pression acoustique moyen pendant la durée d'exposition.	Der gemittelte Schalldruckpegel über die Expositionszeit.
Field (acoustical -)	Champ acoustique	Schallfeld	Space area including sound waves.	Zone spatiale dans laquelle se propagent des ondes sonores.	Der Bereich, in dem sich Schallwellen ausbreiten.
Free field (acoustical -)	Champ acoustique libre	Freies Schallfeld	Sound field with no limits (no reflections), like an open space. In the free field, the sound decreases by 6 dB by doubling of distance from the noisy machine.	Champ acoustique sans limites (pas de réflexions), tel un espace ouvert. En champ libre, le son décroît depuis une machine de 6 dB par doublement de distance.	Der Bereich, in dem sich Schallwellen ungehindert ausbreiten.
Frequency	Fréquence	Frequenz	The number of cycles of a periodic motion per second (given in Hz) and a measure of tone pitch.	Nombre de cycles par secondes d'un mouvement périodique.	Die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde (angegeben in Hz) und ein Maß für die Tonhöhe.
Hearing aid	Appareil de correction auditive	Hörhilfe	An instrument to help hearing usually placed into the ear canal	Appareil améliorant l'audition placé en général dans le conduit auditif.	Ein im äußeren Gehörgang getragenes Gerät zur Verbesserung der Hörwahrnehmung
Hearing threshold level	Seuil d'audition	Hörschwelle	Threshold of sound detection.	Seuil de détection du son.	untere Wahrnehmungsgrenze für Schall
Hearing loss	Perte d'audition	Hörverlust	Elevation of threshold of hearing.	Elévation du seuil d'audition.	Verschiebung der Hörschwelle zu höheren Schallpegeln
Immission	Bruit ambiant (immission)	Immission	The amount of sound that arrives at a specific measuring point (work station) including the various sound sources and the room reflections. It is usually quantified by a sound pressure level.	Quantité de son reçue en un endroit précis (poste de travail) prenant en compte l'ensemble des sources sonores et réflexions du local. Le bruit ambiant est en principe quantifié par un niveau de pression acoustique.	Der Schall, der an einem bestimmten Messpunkt (Arbeitsplatz) während einer festgelegten Zeitspanne auftritt. Die Geräuschimmission wird üblicher Weise als Schalldruckpegel gemessen und angegeben.
Impact sound	Bruit de chocs	Anschlagsgeräusch	The sound produced by colliding objects	Son produit par un choc entre objets.	Das Geräusch, das beim Zusammenprall zweier Objekte entsteht.
Impulsive noise	Bruit impulsionnel	Impulsgeräusch	Rapidly arising noise lasting for less than one second followed by a period of quiet	Niveau sonore surgissant très rapidement, durant moins d'une seconde et suivi d'un moment de „calme".	Kurzzeitige Geräuschspitzen von weniger als einer Sekunde Dauer gefolgt von einer Periode geringen Geräusches.
Insertion loss	Perte par insertion	Einfügungsdämmung	Difference between the sound power emitted by a source without and with a sound reduction device; this term is used to qualify silencers or enclosures.	Différence des puissances acoustiques émises par une source sans et avec un équipement de réduction du bruit ; ce terme est utilisé pour qualifier les encoffrements et les silencieux.	Verminderung des Schallpegels durch Schallschutzeinrichtungen (Kapseln, Schallschirme, Schalldämpfer)

ENGLISH	FRANÇAIS	DEUTSCH	Definition (EN)	Définition (FR)	Definition (DE)
Intelligibility	Intelligibilité	Sprachverständlichkeit	Percentage of words, sentences or speech sounds making up words (phonemes) correctly identified by a listener or group of listeners	Pourcentage de mots, phrases ou sons articulés (phonèmes) identifiés correctement par un auditeur ou un groupe d'auditeurs.	Der Prozentsatz von Wörtern, Sätzen oder Sprachlauten (Phonemen), der von einem Hörer oder einer Gruppe von Hörern korrekt identifiziert wird.
$L_{A,eq}$	$L_{A,eq}$	$L_{A,eq}$	Equivalent continuous sound level in dB(A)	Niveau acoustique equivalent exprimé en dB(A).	Äquivalenter Dauerschalldruckpegel in dB(A)
$L_{Ex,d}$	$L_{Ex,d}$	$L_{Ex,d}$	Daily exposure level	Exposition sonore quotidienne	Tagesexpositionspegel
L_p	L_p	L_p	Sound pressure level	Niveau de pression acoustique	Schalldruckpegel
L_w	L_w	L_w	Sound power level	Niveau de puissance acoustique	Schalleistungspegel
Mapping	Cartographie	Kartierung	Drawing of the sound levels distribution over anarea.	Représentation de la répartition des niveaux sonore sur une surface.	Graphische Darstellung der lokalen Verteilung des Schallpegels
Masking effect	Effet de masque	Verdeckungseffekt	Decrease of audibility of one sound by the presence of another (masking) sound. The amount by which the threshold of audibility for one sound is raised by the presence of another sound	Diminution de la capacité à entendre un son du fait de la présence d'un autre son (qui « masque » le premier). Elévation du seuil d'audibilité d'un son générée par la présence d'un autre.	Einschränkung der Wahrnehmbarkeit eines Geräusches durch Überlagerung eines anderen Geräusches. Anhebung der Hörbarkeitsgrenze für ein Geräusch bei Überlagerung durch ein anderes Geräusch
Noise	Bruit	Lärm	Any unwanted or unhealthy sound	Tout son indésirable ou néfaste pour la santé.	Unerwünschter und/oder gesundheitsschädlicher Schall
Noise emission declaration	Declaration bruit	Geräuschemissionsangabe	Declaration of the noise emission values like the emission sound pressure level or the sound power level as required according to the European Machinery Directive	Déclaration de la valeur du niveau de pression ou du niveau de puissance acoustiques d'émission conformément aux prescriptions de la « Directive Machine » européenne.	Kennzeichnung der Geräuschemission durch Emissionsschalldruckpegel oder Schallintensitätspegel entsprechend gemäß den Anforderungen der europäischen Maschinenrichtlinie.
Octave	Octave	Oktave	A band of the frequency where the upper cut-off frequency is equal to twice the lower cut-off frequency.	Bande de fréquence dont la fréquence supérieure est égale à deux fois la fréquence inférieure.	Frequenzintervall bei dem die obere Grenze das Zweifache der unteren Grenzfrequenz beträgt
Peak sound pressure	Pression acoustique de crête	Spitzenschalldruck	The maximum value of the absolute instantaneous sound pressure level in a specific time interval	Valeur maximale de la pression acoustique instantanée pendant une durée donnée.	Höchster momentaner Wert des Schalldruckpegels innerhalb eines Zeitintervalls.
PHP (Personal Hearing Protectors)	PICB	Gehörschutz	Devices worn to protect hearing against noise	Equipement individuel porté par une personne pour se protéger contre le bruit.	Hilfsmittel zum Schutz des Gehörs vor Schalleinwirkung
PPE (Personal Protective Equipment)	EPI	Persönliche Schutzausrüstung	Equipment which is worn or held by a person at work to protect against one or more risks to health	Equipement individuel porté par une personne pour se protéger contre un ou plusieurs risques pour la santé.	Hilfsmittel die vom Arbeitnehmer zum Schutz vor Gefahren getragen oder benutzt wird.
Propagation (of sound)	Propagation (du son)	Ausbreitung (von Schall)	The spread of acoustical disturbance moving	Cheminement d'une perturbation acoustique dans un milieu ou un espace donnés.	Ausbreitung einer akustischen Druckschwankung
Radiation	Rayonnement	Abstrahlung	The conversion of the dynamic energy of a sound source into sound energy.	Conversion de l'énergie dynamique d'une source en énergie acoustique.	Die Umwandlung der Bewegungsenergie einer Schallquelle in Luftschall
Reflection	Réflexion (acoustique)	Schallreflexion	Bouncing of the sound wave from a surface (echo).	« rebondissement » d'une onde sonore sur une surface.	Rückwurf einer Schallwelle an einer Oberfläche (Echo)
Reverberant field	Champ réverbéré	Hallfeld	In a closed space, the reverberant field is the area far from the source where the room amplification is almost constant.	Dans un espace fermé, zone éloignée de la source sonore dans laquelle l'amplification du local est quasiment constante.	Bereich eines Raumes wo der direkt von der Schallquelle kommenden Schall in erheblichen Maße von reflektiertem Schall überlagert wird.
Reverberation	Réverbération	Nachhall	Decay of sound in a closed room when a noise source is stopped.	Dans un local, persistance d'un son lorsque la source sonore est interrompue.	Abnahme des Schalls innerhalb eines Raumes nachdem die Schallquelle abgeschaltet wurde.
Reverberation time	Durée de réverbération	Nachhallzeit	Time taken for the sound level to drop by 60dB when the noise source is stopped.	Durée correspondant à une diminution du niveau de pression acoustique de 60 dB, lorsque une source sonore est interrompue dans un local.	Zeit in welcher der Schallpegel nach Abschalten der Schallquelle um 60dB abnimmt.
Room absorption area A_{eq}	Absorption acoustique équivalente d'un local A_{eq}	äquivalente Absorptionsfläche A_{eq}	For a room, the equivalent area if its surface would be completely absorbant ($\alpha = 1$).	Pour un local, surface équivalente qui serait totalement absorbante ($\alpha = 1$).	Fläche mit dem Absorptionsgrad $\alpha = 1$ (vollständige Absorption), die die gleiche Absorption hat wie die gesamte Oberfläche eines Raumes
Room amplification	Amplification du local	Schallpegelanhebender Raumeinfluss	The increase of sound level from multiple reflections within the room.	Augmentation du niveau sonore générée par les multiples réflexions du local.	Anhebung des Schallpegels durch Vielfachreflexionen im Raum
Screen , barrier	Ecran acoustlque	Schallschirm	Partition placed near a worker for noise protection.	Cloison placée à proximité d'un travailleur pour le protéger du bruit.	Stellwand zum Schutz des Arbeitnehmers vor Schalleinwirkung.
Sound	Son	Schall	An oscillation of air pressure propagated as a wave through the air	Oscillation de pression de l'air se propageant sous la forme d'une onde.	Schwingungen des Luftdruckes, die sich als Welle durch die Luft ausbreiten

ENGLISH	FRANÇAIS	DEUTSCH	Definition (EN)	Définition (FR)	Definition (DE)
Sound analysis	Analyse d'un son	Schallanalyse	Sound signal processing to obtain specific information.	Traitement d'un signal sonore pour en obtenir une information spécifique.	Bearbeitung von Schallsignalen um spezifische Informationen zu erhalten.
Sound attenuation	Affaiblissement du son	Schalldämpfung, Schalldämmung	Decrease of sound pressure from one position to another; term usually employed to characterise a PHP or a sound protection screen.	Diminution du niveau de pression acoustique entre deux points ; terme utilisé pour caractériser un PICB ou un écran acoustique.	Schallpegelabnahme zwischen 2 Orten, Begriff der üblicherweise zur Charakteresierung von Gehörschutz verwendet wird.
Sound level meter	Sonomètre	Schallpegelmesser	measurement instrument for the determination of the sound pressure level	Instrument de mesure du niveau de pression acoustique	Messinstrument zur Bestimmung des Schalldruckpegels
Sound power level	Niveau de puissance acoustique	Schalleistungspegel	The sound power level L_{WA} of a machine describes the sound energy emitted by a machine per unit time. It indicates how much air borne noise is generated by the source in total.	Le niveau de puissance acoustique L_{WA} d'une machine décrit l'énergie sonore qu'elle émet par unité de temps. Il représente la quantité totale de bruit émise par la source.	Der Schallleistungspegel L_{WA} einer Maschine beschreibt die von ihr pro Sekunde abgestrahlte Schallenergie. Er beschreibt wieviel Luftschall insgesamt von der Quelle erzeugt wird.
Sound pressure level	Niveau de pression acoustique	Schalldruckpegel	Measure of the volume of sound expressed in decibels.	Mesure de la pression acoustique exprimée en décibel.	Ein Maß für die Lautstärke ausgedrückt in dB.
Sound proofing	Insonorisation	Schallminderung	All actions undertaken to reduce sound, or inside a room or from one room to another.	Toute action de réduction du bruit, que ce soit à l'intérieur d'un local ou antre deux locaux.	Lärmminderung nach Durchführung einer bestimmten Maßnahme.
Sound propagation	Propagation du son	Schallausbreitung	See "Propagation of sound"	Voir « Propagation du son »	siehe Schallausbreitung
Sound reduction index	Indice d'affaiblissement acoustique	Schalldämmung	Ratio of the transmitted sound power to the incident sound power, in dB.	Rapport entre les puissances de bruit incidente et transmise, en dB.	Verhältnis zwischen einfallender und durchgehender Schallleistung ausgedrückt, in dB.
Sound source	Source sonore	Schallquelle	origin or generating mechanism of sound	origine ou mécanisme générateur de bruit (ou de son).	Ursprung oder Erzeugungsmechanismus von Schall
Speed of sound	Vitesse du son	Schallgeschwindig-keit	The speed at which the sound waves travel	Vitesse à laquelle les ondes sonores cheminent	Ausbreitungsgeschwindigkeit von Schallwellen
Steady noise	Bruit stable	Stationäres Geräusch	Noise with fluctuations of sound pressure level less than 5dB during the period of observation	Bruit dont les variations de niveau de pression acoustique sont inférieures à 5 dB pendant la durée d'observation.	Geräusch dessen Schalldruckpegel sich innerhalb des Beobachtungszeitraumes sich weniger als 5dB ändert.
Threshold of hearing	Seuil d'audition	Hörschwelle	Level of sound at which a tone will just be detected.	Niveau sonore à partir duquel un auditeur moyen est capable d'entendre un son.	Schalldruckpegel ab der ein Ton gerade wahrgenommen wird.
Transmission coefficient	Facteur de transmission	Schalltransmissi-onsgrad	See "sound reduction index", which is more suitable to use.	Cf. "indice d'affaiblissement acoustique", terme plus approprié.	siehe Schalldämmung
Ultrasound	Ultrason	Ultraschall	Any sound wave of frequency higher than the normal frequeny range of hearing	Toute onde sonore dont la fréquence est supérieure à 20000 Hz	Schallwelle mit einer Frequenz oberhalb des normalen Hörfrequenzbereiches.
Wave	Onde	Welle	The pattern of disturbance traveling through the air caused by the sound source	Allure de la propagation d'une perturbation sonore dans l'air.	Das Muster einer Störung die durch eine Schallquelle hervorgerufen sich durch die Luft ausbreitet.
Wave length	Longueur d'onde	Wellenlänge	The distance the sound wave travels to complete one cycle	Distance parcourue par une onde sonore pendant un cycle.	Die Wellenlänge ist der Abstand von sich wiederholenden Elementen des Wellenmusters.
Weighting curves	Courbes de pondération	Bewertungskurven	Frequency dependent correction of sound levels.	Correction du niveau acoustique en fonction de la fréquence.	Frequenzabhängige Korrektur des Schallpegels.

Annexe II

LÉGISLATION, NORMES ET AUTRES SOURCES D'INFORMATION RELATIVES AU BRUIT

DIRECTIVES EUROPÉENNES

1. Directives Santé et sécurité sur le lieu de travail

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
JO C 183 du 29.juin.1989, p. 1.

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)
JO L 42 du 15 février 2003, p. 38.

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)
JO L 177 du 6.juillet.2002, p. 13.

Directive **89/655/CEE** du Conseil, du 30 novembre 1989, concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé pour l'utilisation par les travailleurs au travail d'équipements de travail.
JO L 393 du 30.décembre.1989, p. 13.

Directive **89/656/CEE** du Conseil, du 30 novembre 1989, concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé pour l'utilisation par les travailleurs au travail d'équipements de protection individuelle.
JO L 393 du 30.décembre.1989, p. 18.

Directive **92/85/CEE** du Conseil, du 19 octobre 1992, concernant la mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleuses enceintes, accouchées ou allaitantes au travail.
JO L 348 du 28.novembre.1992, p. 1.

Directive **94/33/CE** du Conseil, du 22 juin 1994, relative à la protection des jeunes au travail.
JO L 216 du 20 août.1994, p. 12.

Recommandation **2003/134/CE** du Conseil du 18 février 2003 portant sur l'amélioration de la protection de la santé et de la sécurité au travail des travailleurs indépendants.
JO L 53 du 28.février.2003, p. 45.

Communication de la Commission **89/C 328/02** concernant, lors de la mise en œuvre de la directive 89/656/CEE du Conseil du 30 novembre 1989, l'évaluation du point de vue de la sécurité des équipements de protection individuelle en vue de leur choix et de leur utilisation.
JO C 328 du 30.décembre.1989, p. 3.

2. Directives Marché intérieur

Directive **98/37/CE** du Parlement européen et du Conseil du 22 juin 1998 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux machines.
JO L 207 du 23.juillet.1998, p. 1.

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).
JO L 157 du 9.juin.2006, p. 24.

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.
JO L 162 du 3 juillet 2000, p. 1.

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.
JO L 344 du 27.décembre.2005, p. 44.

Directive **89/686/CEE** du Conseil du 21 décembre 1989 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux équipements de protection individuelle.
JO L 399 du 30.décembre.1989, p. 18.

SÉLECTION DE NORMES

Normes européennes

EN 458 :2004 Protecteurs individuels contre le bruit - Recommandations relatives à la sélection, à l'utilisation, aux précautions d'emploi et à l'entretien - Document guide

EN 1746:1998 Sécurité des machines - Guide relatif à la rédaction des articles „bruit" des normes de sécurité

EN ISO 3740:2000 Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Guide pour l'utilisation des normes de base (Introduction à la série EN ISO 3741 à 3747 et EN ISO 9614)

EN ISO 4871:1996 Acoustique – Déclaration et vérification des valeurs d'émission sonore des machines et équipements

EN ISO 9614 Acoustique – Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Partie 1 : Mesurages par points (1995), Partie 2 : Mesurages par balayage (1996), Partie 3 : Méthode de précision pour mesurage par balayage (2002)

EN ISO 11200:1996 Acoustique – Bruit émis par les machines et équipements – Guide d'utilisation des normes de base pour la détermination des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail et en d'autres positions spécifiées (Introduction à la série EN ISO 11201 à 11205).

EN ISO 11546:1995 Acoustique – Détermination de l'isolement acoustique des encoffrements – Partie 1: Mesurages dans des conditions de laboratoire (aux fins de déclaration) ; Partie 2: Mesurages sur site (aux fins d'acceptation et de vérification)

EN ISO 11688 Acoustique – Pratique recommandée pour la conception de machines et d'équipements à bruit réduit – Partie 1: Planification (1995), Partie 2: Introduction à la physique de la conception à bruit réduit (2001)

EN ISO 11689:1996 Acoustique – Procédure de comparaison des données d'émission sonore des machines et équipements

EN ISO 11690 Acoustique – Pratique recommandée pour la conception de machines et d'équipements à bruit réduit – Partie 1: Stratégies de réduction du bruit (1996), Partie 2 : Moyens de réduction du bruit (1996), Partie 3 : Propagation du son et prévision du bruit dans les locaux de travail (1997)

EN ISO 11821:1997 Acoustique – Mesurage de l'atténuation acoustique in situ d'un écran amovible

EN ISO 11957:1996 Acoustique – Détermination des performances d'isolation acoustique des cabines – Mesurages en laboratoire et in situ.

EN ISO 12001:1996 Acoustique – Bruit émis par les machines et équipements – Règles pour la préparation et la présentation d'un code d'essai acoustique

EN ISO 14163:1998 Acoustique – Lignes directrices pour la réduction du bruit au moyen de silencieux

EN ISO 14257:2001 Acoustique – Mesurage et description paramétrique des courbes de décroissance sonore spatiale dans les locaux de travail en vue de l'évaluation de leur performance acoustique

EN ISO 15667:2000 Acoustique – Lignes directrices pour la réduction du bruit au moyen d'encoffrements et de cabines

Normes internationales

ISO 9612:1997 Acoustique – Guide pour le mesurage et l'évaluation de l'exposition au bruit en milieu de travail

TEXTES DE TRANSPOSITION DE LA DIRECTIVE 2003/10/CE DANS LA LÉGISLATION DES ÉTATS MEMBRES

(au 31 décembre 2007)

BELGIQUE / BELGIË (Belgium)

Arrêté royal du 16 janvier 2006 relatif à la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés au bruit sur le lieu de travail.
Moniteur Belge du 15 février 2006, page:08009-08016.

България / (Bulgaria)

Наредба № 14 от 7.08.1998 г. за службите по трудова медицина
Държавен вестник, бр. 95 от 14.08.1998 г.

Кодекс на труда
Държавен вестник, бр. 26 от 1.04.1986 г. и бр. 27 от 4.04.1986 г., доп., бр. 6 от 22.01.1988 г., изм. и доп., бр. 21 от 13.03.1990 г., изм., бр. 30 от 13.04.1990 г., бр. 94 от 23.11.1990 г., бр. 27 от 5.04.1991 г., доп., бр. 32 от 23.04.1991 г., изм., бр. 104 от 17.12.1991 г., доп., бр. 23 от 19.03.1992 г., изм. и доп., бр. 26 от 31.03.1992 г., доп., бр. 88 от 30.10.1992 г., изм. и доп., бр. 100 от 10.12.1992 г.; Решение № 12 на Конституционния съд на РБ от 20.07.1995 г. - бр. 69 от 4.08.1995 г.; доп., бр. 87 от 29.09.1995 г., изм. и доп., бр. 2 от 5.01.1996 г., изм., бр. 12 от 9.02.1996 г., изм. и доп., бр. 28 от 2.04.1996 г., изм., бр. 124 от 23.12.1997 г., доп., бр. 22 от 24.02.1998 г.; Решение № 11 на Конституционния съд на РБ от 30.04.1998 г. - бр. 52 от 8.05.1998 г.; доп., бр. 56 от 19.05.1998 г., бр. 83 от 21.07.1998 г., бр. 108 от 15.09.1998 г., изм. и доп., бр. 133 от 11.11.1998 г., бр. 51 от 4.06.1999 г., доп., бр. 67 от 27.07.1999 г., изм., бр. 110 от 17.12.1999 г., изм. и доп., бр. 25 от 16.03.2001 г., изм., бр. 1 от 4.01.2002 г., бр. 105 от 8.11.2002 г., изм. и доп., бр. 120 от 29.12.2002 г., бр. 18 от 25.02.2003 г., изм., бр. 86 от 30.09.2003 г., в сила от 1.01.2004 г., изм. и доп., бр. 95 от 28.10.2003 г., бр. 52 от 18.06.2004 г., бр. 19 от 1.03.2005 г., изм., бр. 27 от 29.03.2005 г., доп., бр. 46 от 3.06.2005 г., изм., бр. 76 от 20.09.2005 г., изм. и доп., бр. 83 от 18.10.2005 г., изм., бр. 105 от 29.12.2005 г., изм. и доп., бр. 24 от 21.03.2006 г., изм., бр. 30 от 11.04.2006 г., в сила от 12.07.2006 г., изм. и доп., бр. 48 от 13.06.2006 г., бр. 57 от 14.07.2006 г.

Наредба № 5 от 11.05.1999 г. за реда, начина и периодичността на извършване на оценка на риска
Държавен вестник, бр. 47 от 21.05.1999 г.

Закон за здравословни и безопасни условия на труд
Държавен вестник, бр. 124 от 23.12.1997 г., изм., бр. 86 от 1.10.1999 г., бр. 64 от 4.08.2000 г., бр. 92 от 10.11.2000 г., бр. 25 от 16.03.2001 г., бр. 111 от 28.12.2001 г., изм. и доп., бр. 18 от 25.02.2003 г., изм., бр. 114 от 30.12.2003 г., изм. и доп., бр. 70 от 10.08.2004 г., бр. 76 от 20.09.2005 г., изм., бр. 33 от 21.04.2006 г., изм. и доп., бр. 48 от 13.06.2006 г.

Наредба № 6 от 15.08.2005 г. за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на шум
Държавен вестник, бр. 70 от 26.08.2005 г.

Наредба № 7 от 23.09.1999 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд на работните места и при използване на работното оборудване
Държавен вестник, бр. 88 от 8.10.1999 г., изм., бр. 48 от 13.06.2000 г., бр. 52 от 8.06.2001 г., изм. и доп., бр. 43 от 13.05.2003 г., изм., бр. 37 от 4.05.2004 г., изм. и доп., бр. 88 от 8.10.2004 г.

ČESKÁ REPUBLIKA (Czech Republic)

Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce , ve znění pozdějších předpisů
Sbírka zákonů č. 262/2006, strana 3146, částka 84, ze dne 7. 6. 2006.

Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci), ve znění pozdějších předpisů
Sbírka zákonů č. 309/2006, strana 3789, částka 96, ze dne 22. 6. 2006.

Nařízení vlády č. 11/2002 Sb., kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů, ve znění pozdějších předpisů
Sbírka zákonů č. 11/2002, strana 314, částka 6, ze dne 15. 1. 2002.

Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
Sbírka zákonů č. 148/2006, strana 1842, částka 51, ze dne 21.4.2006.

Vyhláška č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních textů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli
Sbírka zákonů č. 432/2003, strana 7210, částka 142, ze dne 15.12.2003.

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci
Sbírka zákonů č. 361/2007, strana 5086, částka 111, ze dne 28. 12. 2007.

Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu
Sbírka zákonů č. 137/1998, strana 6594, částka 49, ze dne 1.7.1998.

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 342/1997 Sb., kterou se stanoví postup při uznávání nemocí z povolání a vydává seznam zdravotnických zařízení, která tyto nemoci uznávají
Sbírka zákonů č. 342/1997, strana 7004, částka 113, ze dne 31.12.1997.

Zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů
Sbírka zákonů č. 20/1996, strana 74, částka 7, ze dne 30.3.1966.

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů
Sbírka zákonů č. 258/2000, strana 3622, částka 74, ze dne 11.8.2000.

ΚΥΠΡΟΣ (Cyprus)

Οι περί Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία (Προστασία από το Θόρυβο) Κανονισμοί του 2006
Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας, Αρ.4124, 28.7.2006

DANMARK (Denmark)

Bekendtgørelse om besætningsmedlemmers udsættelse for støj (Støjbekendtgørelsen).
BEK nr 18 af 09/01/2006
Lovtidende A, 24/1/2006

Bekendtgørelse om beskyttelse mod udsættelse for støj i forbindelse med arbejdet.
BEK nr 63 af 06/02/2006),
Lovtidende A, 6/2/2006

Bekendtgørelse om beskyttelse mod udsættelse for støj i forbindelse med arbejdet på havanlæg
BEK nr 54 af 31/01/2006
Lovtidende A, 10/2/2006

DEUTSCHLAND (Germany)

Verordnung zur Umsetzung der EG-Richtlinien 2002/44/EG und 2003/10/EG zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen Vom 6. März 2007
Bundesgesetzblatt Teil 1 (BGB 1) vom 08/03/2007 num.: 8, S.00261-00277.

EIRE (Ireland)

Safety, Health and Welfare at Work (Control of Noise at Work) Regulations 2006
Statutory Instrument No. 371 of 2006

EESTI (Estonia)

Töökeskkonna füüsikaliste ohutegurite piirnormid ja ohutegurite parameetrite mõõtmise kord - Vabariigi Valitsuse 25. jaanuari 2002. a määrus nr 54
RTI, 07.02.2002, 15, 83

Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded mürast mõjutatud töökeskkonnale, töökeskkonna müra piirnormid ja müra mõõtmise kord - Vabariigi Valitsuse 12. aprilli 2007. a määrus nr 108
RTI, 27.04. 2007, 34, 214

Ελλαδα (Greece)

Προεδρικό Διάταγμα ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. 149. Ελάχιστες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας όσον αφορά την έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (θόρυβος) σε εναρμόνιση με την οδηγία 2003/10/ΕΚ
(ΦΕΚ (Tefchos A), no 159, p. 1657).

ESPAÑA (Spain)

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
Boletín Oficial del Estado,n° 60/2006 de 11 marzo de 2006, p. 9842-9848

Corrección de errores del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
Boletín Oficial del Estado, n° 62/2006, de 14 marzo de 2006, p.10170

Corrección de errores del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
Boletín Oficial del Estado, n° 71/2006, de 24 marzo de 2006, p.11535

FRANCE

Décret No 2006-892 du 19 juillet 2006 du Ministère de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement relatif aux prescriptions de sécurité et de santé applicables en cas d'exposition des travailleurs aux risques dus au bruit et modifiant le code du travail (deuxième partie : Décrets en Conseil d'Etat)
JORF, du 20 juillet 2006

Arrêté du 19 juillet 2006 du Ministère de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement pris pour l'application des articles R. 231-126, R. 231-128 et R. 231-129 du code du travail
JORF, du 29 juillet 2006

ITALIA (Italy)

Decreto Legislativo 10 aprile 2006, n. 195, Attuazione della direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore)
Gazetta ufficiale del 30 maggio 2006, N° 124, p. 3.

LATVIJA (Latvia)

Ministru kabineta noteikumi nr. 66 "Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret darba vides trokšņa radīto risku"
Latvijas Vēstnesis Nr. 21, 2003. gada 7. februāris

LIETUVA (Lithuania)

Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas Nr. V-520 „Dėl Lietuvos higienos normos HN 33-1:2003 „Akustinis triukšmas. Leidžiami lygiai gyvenamojoje ir darbo aplinkoje. Matavimo metodikos bendrieji reikalavimai" patvirtinimo"
Valstybės žinios, 2003.09.12, Nr.: 87

Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas Nr. A1-103/V-265 „Dėl

darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatų patvirtinimo“
Valstybės žinios, 2005.04.26, Nr.: 53

LUXEMBOURG

Règlement grand-ducal du 6 février 2007
1. concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit);
2. portant modification du règlement grand-ducal du 17 juin 1997 concernant la périodicité des examens médicaux en matière de médecine du travail
Mémorial luxembourgeois du 2 mars 2007, A - N° 23, p. 527-532.

MAGYARORSZAG (Hungary)

Az egészségügyi miniszter 66/2005. (XII. 22.) EüM rendelete a munkavállalókat érõ zajexpozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről,
Magyar Közlöny, 22/12/2005, 2005/166, sz., 10515-10524.

MALTA

L.N. 158 of 2006 Occupational Health and Safety Authority Act (CAP. 424) Work Place (Minimum Health and Safety Requirements for the Protection of Workers from Risks resulting from Exposure to Noise) Regulations, 2006
The Malta Government Gazette No. 17947 – 28 July 2006, p. 02873-02892

NEDERLAND (Netherlands)

Besluit van 25 januari 2006 tot wijziging van het Arbeidsomstandighedenbesluit, houdende regels met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van lawaai
Staatsblad - van 09/02/2006, nr. 56.

ÖSTERREICH (Austria)

Verordnung der Landesregierung vom 16/12/2003 über den Schutz der Bediensteten bei der Ausführung von Bauarbeiten (Bauarbeiterschutz-Verordnung - Bau-V)
LGBl. für Tirol n° 141 vom 30/12/2003 p. 491

Verordnung der Landesregierung vom 16/12/2003 über den Schutz jugendlicher Bediensteter (Jugendbedienstetenschutz-Verordnung - JBed-V)
LGBl. für Tirol n° 140 vom 30/12/2003 p. 489

Verordnung der Landesregierung vom 16/12/2003 über persönliche Schutzausrüstungen und Dienstbekleidung (Persönliche-Schutzausrüstungs-Verordnung - PSA-V)
LGBl. für Tirol n° 139 vom 30/12/2003 p. 487

Verordnung der Landesregierung vom 16/12/2003 über den Schutz der Bediensteten vor Gefährdung durch bestimmte physikalische Einwirkungen am Arbeitsplatz (Verordnung über physikalische Einwirkungen - VPhE)
LGBl. für Tirol n° 138 vom 30/12/2003 p. 480

Verordnung der Landesregierung vom 16/12/2003 über den Schutz der Bediensteten bei der Benutzung von Arbeitsmitteln (Arbeitsmittel-Verordnung - Am-V)
LGBl. für Tirol n° 135 vom 30/12/2003 p. 466

Verordnung der Landesregierung vom 16/12/2003 über besondere Fachkenntnisse für bestimmte Tätigkeiten und ihren Nachweis (Fachkenntnisse-Verordnung - Fachk-V)
LGBl. für Tirol n° 134 vom 30/12/2003 p. 465

Verordnung der Landesregierung vom 16/12/2003 über die Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung (Kennzeichnung-Verordnung - Kenn-V)
LGBl. für Tirol n° 133 vom 30/12/2003 p. 463

Verordnung der Landesregierung vom 16/12/2003 über die Präventivfachkräfte, Sicherheitsvertrauenspersonen, Erst-Helfer und Brandschutzbeauftragten (Präventivdienst-Verordnung - PrävD-V)
LGBl. für Tirol n° 130 vom 30/12/2003 p. 455

Verordnung der Landesregierung vom 16/12/2003 über die Sichereits- und Gesundheitsschutzdokumente und sonstige Dokumentationspflichten (Dokum. Verord. -Dok-V)
LGBl für Tirol n° 132 vom 30/12/2003 p. 461

Verordnung der Landesregierung vom 16/12/2003 über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz (Gesundheitsüberwachung- GÜ-V)
LGBl für Tirol n° 131 vom 30/12/2003 p. 458

Gesetz vom 02/07/2003 über den Schutz der Bediensteten in den Dienststellen des landes Tirol, der Gemeinden und der Gemeindeverbände (Tiroler Bedienstetenschutzgesetz 2003 - TBSG 2003)
LGBl. Tirol n° 75 vom 02/09/2003 p. 275

Landesverfassungsgesetz und Gesetz vom 18. November 2004, mit dem die Kärntner Landesverfassung geändert wird und ein Gesetz über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der in den Dienststellen des Landes, der Gemeinden und Gemeindeverbände beschäftigten Bediensteten (Kärntner Bedienstetenschutzgesetz 2005 – K-BSG) erlassen wird
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 03/02/2005, num.: 7/2005.

Verordnung der Oö. Landesregierung über den Schutz der Bediensteten vor Gefährdung durch bestimmte physikalische Einwirkungen (Oö. Verordnung über physikalische Einwirkungen PhysEV)
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 31/03/2005, num.: 14/2005.

Oberösterreichisches Dienstrechtsänderungsgesetz 2005
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 06/05/2005, num.: 49/2005.

Gesetz, mit dem die Landarbeitsordnung 2000 geändert wird
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 11/05/2005, num.: 61/2005.

Verordnung, mit der die Land- und forstwirtschaftliche Sicherheits- und Gesundheitsschutz-Verordnung geändert wird
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 15/08/2005, num.: 62/2005.

Gesetz der Steiermärkischen Landesregierung vom 5. Juli 2005 , mit dem die Steiermärkische Landarbeitsordnung 2001 (STLAO 2001) geändert wird
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 18/10/2005, num.: 102/2005.

Oberösterreiche Gemeinde-Verordnung über physikalische Einwirkungen
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 30/11/2005, num.: 121/2005.

Oberösterreiche Gemeindebediensteten-Schuztgesetz-Novelle 2003
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 29/08/2003, num.: 99/2003.

Gesetz, mit dem die Kärntner Landarbeitsordnung 1995 geändert wird
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 28/12/2005, num.: 104/2005.

Verordnung Lärm und Vibrationen – VOLV sowie Änderung der Bauarbeiterschutzverordnung und der Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz
Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich (BGBl.) vom 25/01/2006, num.: II Nr. 22/2006.

Gesetz vom 14. Dezember 2005, mit dem die Salzburger Landarbeitsordnung 1995 geändert wird
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 16/02/2006, num.: 21/2006.

Gesetz, mit dem die Wiener Landarbeitsordnung 1990 geändert wird
Landesgesetzblatt (LGBl.), vom 14/02/2006, num.: 11/2006.

Verordnung der Bundesregierung über den Schutz der Bediensteten vor der Gefährdung durch Lärm und Vibrationen (B-VOLV)
Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich (BGBl.) vom 28/02/2006, num.: II Nr. 90/2006.

Verordnung der Wiener Landesregierung über den Schutz der in Dienststellen der Gemeinde Wien beschäftigten Bediensteten vor der Gefährdung durch Lärm und Vibrationen und mit der die Verordnung der Wiener Landesregierung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz in Dienststellen der Gemeinde Wien geändert wird
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 13/03/2006, num.: 22/2006.

Gesetz vom 14. Februar 2006, mit dem die Steiermärkische Landarbeitsordnung 2001 (STLAO 2001) geändert wird
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 14/02/2006, num.: 55/2006.

NÖ Bediensteten-Schutzverordnung 2003 (NÖ BSVO 2003)
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 22/05/2006, num.: 2015/1-1.

Gesetz vom 20. April 2006, mit dem die Burgenländische Landarbeitsordnung 1977 geändert wird
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 16/06/2006, num.: 27/2006.

Verordnung der Wiener Landesregierung, mit der die Verordnung der Wiener Landesregierung über die Gesundheitsüberwachung in land- und forstwirtschaftlichen Betrieben geändert wird
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 23/06/2006, num.: 38/2006.

Verordnung der Wiener Landesregierung über den Schutz der Dienstnehmer und Dienstnehmerinnen in land- und forstwirtschaftlichen Betrieben vor der Gefährdung durch Lärm und Vibrationen (Wiener Verordnung Lärm und Vibrationen in der Land- undForstwirtschaft - Wr. VOLV Land- und Forstwirtschaft)
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 30/06/2006, num.: 39/2006.

Verordnung der Salzburger Landesregierung vom 30. Juni 2006 über den Schutz der Landes- und Gemeindebediensteten sowie der Dienstnehmer in der Land- und Forstwirtschaft gegen Gefährdung durch Einwirkungen von Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrationenschutz-Verordnung – LäVib-V)
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 20/07/2006, num.: 58/2006.

Verordnung der Burgenländischen Landesregierung über den Schutz der Bediensteten vor der Gefährdung durch Lärm und Vibrationen (L-VOLV)
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 22/09/2006, num.: 48/2006.

Verordnung vom 10. Oktober 2006 zum Schutz der DienstnehmerInnen vor der Gefährdung durch Lärm und Vibrationen (VOLV-Lufw)
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 30/10/2006, num.: 127/2006.

Verordnung der Landesregierung über den Schutz der Landes- und Gemeindebediensteten vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm und Vibrationen)
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 24/10/2006, num.: 47/2006.

Verordnung über die Gesundheitsüberwacheung in der Land- und Forstwirtschaft
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 20/12/2006, num.: 63/2006.

Verordnung der Burgenländischen Landesregierung vom 6. Dezember 2006, über den Schutz der Dienstnehmerinnen und Dienstnehmer in der Land- und Forstwirtschaft vor der Gefährdung durch Lärm und Vibrationen
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 20/12/2006, num.: 62/2006.

Verordnung über die Gesundheitsüberwachung in land-und forstwirtschaftlichen Betrieben
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 27/11/2006, num.: 9020/13-1.

Verordnung über den Schutz der Dienstnehmer in der Land- und Forstwirtschaft vor Gefährdung durch Lärm und Vibrationen
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 27/11/2006, num.: 9020/16-0.

Verordnung der Oö. Landesregierung über den Schutz der Dienstnehmerinnen und Dienstnehmer in der Land- und Forstwirtschaft vor Gefährdung durch Lärm und Vibrationen
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 30/11/2006, num.: 121/2006.

Gesetz über eine Änderung des Landes- und Gemeindebediensteten-Schutzgesetzes
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 16/01/2007, num.: 5/2007.

Verordnung der Salzburger Landesregierung vom 22. Dezember 2006 über die Überwachung der Gesundheit von Bediensteten des Landes, der Gemeinden und Gemeindeverbände sowie der Bediensteten in der Land- und Forstwirtschaft (Salzburger Gesundheitsüberwachungs-Verordnung – S.GÜV)
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 25/01/2007, num.: 3/2007.

Verordnung über die Durchführung des Bedienstetenschutzes im Bereich der Dienststellen des Landes
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 21/11/2006, num.: 135/2006.

Verordnung der Kärntner Landesregierung über die Durchführung des Bedienstetenschutzes im Bereich der Dienststellen des Landes, der Gemeinden und Gemeindeverbände (K-BSDV)
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 16/03/2007, num.22/2007.

Verordnung der Agrarbezirksbehörde Bregenz über den Schutz der land- und forstwirtschaftlichen Dienstnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm und Vibrationen)
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 24/03/2007, num.: ABl.Nr. 12/2007.

Verordnung der Kärntner Landesregierung über den Schutz der Dienstnehmer in der Land- und Forstwirtschaft vor der Gefährdung durch Lärm und Vibrationen
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 16/03/2007, num.: 21/2007.

NÖ Landarbeitsordnung 1973
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 30/12/2005, num.: 9020-22.

Verordnung der Oö. Landesregierung über die Gesundheitsüberwachung in der Land- und Forstwirtschaft (Oö. VGÜ-LF)
Landesgesetzblatt (LGBl.) vom 30/04/2007, num.: 31/2007.

Kodex zur Lärmreduktion im Musik- und Unterhaltungssektor
Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich (BGBl.) vom 01/02/2007.

POLSKA (Poland)

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 5 kwietnia 2001 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy
Dz. U. z 2001 r. Nr 37, poz. 451

Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 17 grudnia 1998 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy
Dz. U. z 1998 r. Nr 159, poz. 1057

Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 20 maja 1997 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy
Dz. U. z 1997 r. Nr 60, poz. 375

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 stycznia 2003 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie rodzajów dokumentacji medycznej służby medycyny pracy oraz sposobu jej prowadzenia i przechowywania
Dz. U. z 2003 r. Nr 37, poz. 328

Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 15 września 1997 r. w sprawie rodzajów dokumentacji medycznej służby medycyny pracy oraz sposobu jej prowadzenia i przechowywania
Dz. U. z 1997 r. Nr 120, poz. 768

Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzenia badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy
Dz. U. z 1996 r. Nr 69, poz. 332

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 lipca 2002 r. w sprawie wykazu chorób zawodowych, szczegółowych zasad postępowania w sprawach zgłaszania podejrzenia, rozpoznawania i stwierdzania chorób zawodowych oraz podmiotów właściwych w tych sprawach
Dz. U. z 2002 r. Nr 132, poz. 1115

Ustawa z dnia 27 czerwca 1997 r. o służbie medycyny pracy
Dz. U. z 2004 r. Nr 125, poz. 1317

Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 27 lipca 2004 r. w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy
Dz. U. z 2004 r. Nr 180, poz. 1860

Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 28 czerwca 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy
Dz. U. z 2005 r. Nr 116, poz. 972

Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy
Dz. U. z 2003 r. Nr 169, poz. 1650

Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 10 kwietnia 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn i elementów bezpieczeństwa
Dz. U. z 2003 r. Nr 91, poz. 858

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2005 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy
Dz. U. z 2005 r. Nr 73, poz. 645

Ustawa z dnia 26 lipca 2002 r. o zmianie ustawy - Kodeks pracy oraz zmianie niektórych innych ustaw
Dz. U. z 2002 r. Nr 135, poz. 1146

Ustawa z dnia 24 sierpnia 2001 r. o zmianie ustawy - Kodeks pracy oraz o zmianie niektórych innych ustaw
Dz. U. z 2001 r. Nr 128, poz. 1405

Ustawa z dnia 14 listopada 2003 r. o zmianie ustawy - Kodeks pracy oraz o zmianie niektórych innych ustaw
Dz. U. z 2003 r. Nr 213, poz. 2081

Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks Pracy
Dz. U. z 1998 r. Nr 21, poz. 94

Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne
Dz. U. z 2005 r. Nr 157, poz. 1318

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24 sierpnia 2004 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac
Dz. U. z 2004 r. Nr 200, poz. 2047

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 lipca 2002 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu prac wzbronionych kobietom
Dz. U. z 2002 r. Nr 127, poz. 1092

PORTUGAL

Decreto - Lei no. 182/2006 de 6 de Setembro que transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído)
Diário da República, Iª série, nº 172, de 6 de Setembro de 2006, p. 6584-6598

ROMÂNIA (Romania)

Hotărâre privind cerinţele minime de securitate şi sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de zgomot, Hotărârea Guvernului nr. 493/2006
Monitorul Oficial al României , Nr. 380/03.05.2006, pagina : 00011-00015.

Hotărâre pentru modificarea şi completarea unor acte normative din domeniul securităţii şi sănătăţii în muncă, Hotărârea Guvernului nr. 601/2007
Monitorul Oficial al României , Nr. 470/12.07.2007, pagina : 00003-00006.

SLOVENIJA (Slovenia)

Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu
Uradni list RS št. 7/2001, str. 648–652

Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu
Uradni list RS št. 17/2006, str. 01536–01540

Popravek predpisa 2006-01-0643
Uradni list RS št. 18/2006, str. 01723–01723

SLOVENSKÁ REPUBLIKA (Slovakia)

Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 115/2006 Z.z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou hluku
Zbierka zákonov č. 115/2006, strana 762, čiastka 47, zo dňa 1.3.2006.

Zákon č. 126/2006 Z.z.o verejnom zdravotníctve a o zmene a doplnení niektorých zákonov
Zbierka zákonov č. 126/2006, strana 860, čiastka 52, zo dňa 9.3.2006.

Zákon č. 355/2007 Z.z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov
Zbierka zákonov č. 355/2007, strana 2402, čiastka 154, zo dňa 31.7.2007.

SUOMI (Finland)

Valtioneuvoston asetus (831/2005) terveystarkastuksista erityistä sairastumisen vaaraa aiheuttavissa töissä annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta, annettu Helsingissä 13 päivänä lokakuuta 2005 / Statsrådets förordning (831/2005) om ändring av statsrådets förordning om hälsoundersökningar i arbete som medför särskild fara för ohälsa, given i Helsingfors den 13 oktober 2005
(SK n. 831, 26/10/2005, p. 4103).

Valtioneuvoston asetus (85/2006) työntekijöiden suojelemisesta melusta aiheutuvilta vaaroilta, annettu Helsingissä 26 päivänä tammikuuta 2006 / Statsrådets förordning (85/2006) om skydd av arbetstagare mot risker som orsakas av buller, given i Helsingfors den 26 januari 2006
(SK n. 85, 2/2/2006, p. 303).

SVERIGE (Sweden)

Sjöfartsverkets föreskrifter och allmänna råd om arbetsmiljö på fartyg (SJÖFS 2005:23)

Arbetsmiljöverkets föreskrifter om buller (AFS 2005:16)

Arbetsmiljöverkets föreskrifter om arbetsplatsens utformning (AFS 2000:42)

Arbetsmiljöverkets föreskrifter om medicinska kontroller i arbetslivet (AFS 2005:6)

Arbetsmiljöverkets föreskrifter om systematiskt arbetsmiljöarbete (AFS 2001:1)

Arbetsmiljöverkets föreskrifter om gravida och ammande arbetstagare (AFS 1994:32)

Arbetsmiljöverkets föreskrifter om användning av personlig skyddsutrustning (AFS 2001:3)

Lag (2004:175) om ändring i sekretesslagen (1980:100)

Lag (1998:531) om yrkesverksamhet på hälso- och sjukvårdens område

Arbetsmiljölag (1977:1160)

Patientjournallagen (1985:562)

Arbetsmiljöförordning (1977:1166)

UNITED KINGDOM

The Control of Noise at Work Regulations 2005
Statutory Instrument 2005 No. 1643 of 28 June 2005

The Control of Noise at Work Regulations (Northern Ireland) 2006
Statutory Rules of Northern Ireland 2006 No. 1 of 10 January 2006

The Control of Noise at Work Regulations 2006 (Gibraltar)
Gibraltar Gazette No 3535 of 1 June 2006

ANNEXE BIBLIOGRAPHIQUE

Union européenne

PPE Guidelines on the application of Council Directive 89/686/EEC of 21 December 1989 on the approximation of the laws of the Member States relating to personal protective equipment.
European Commission, Directorate General „Enterprise and Industry"
17 July 2006
Website: **http://ec.europa.eu/enterprise/mechan_equipment/ppe/guide.htm**

European week for safety and health work, 2005
European Agency for Safety and Health at Work
ISBN 92-9191-153-4

Expert forecast on emerging physical risks related to occupational safety and health.
Risk Oservatory – Thematic report, 2005
European Agency for Safety and Health at Work
ISBN 92-9191-165-8

NoiseChem: An European Commission Research Project on the effects of exposure to noise and industrial chemicals on hearing and balance
D Prasher, T Morata, P Campo, L Fechter, A Johnson, S Lund, K Pawlas, J Starck, W Sulkowski and M Sliwinska-Kowalska.
International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health 2002.

Noise in figures.
Risk Oservatory – Thematic report, 2005
European Agency for Safety and Health at Work
ISBN 92-9191-150-X

OSH in figures: Young workers – Facts and figures
European Risk Observatory Report 2006
European Agency for Safety and Health at Work
ISBN 92-9191-131-3

Prevention of risks from ocupational noise in practice - 2005
European Agency for Safety and Health at Work
ISBN: 92-9191-153-4

Reducing the risks from occupational noise.
European week for safety and health work, 2005
European Agency for Safety and Health at Work
ISBN 92-9191-167-4

Reducing the risks from occupational noise - European week for safety and health at work - 2005
European Agency for Safety and Health at Work
ISBN: 92-9191-167-4

Risk Observatory – Thematic report: Noise in figures – 2005
European Agency for Safety and Health at Work
ISBN: 92-9191-150-X

Code of good practice for implementing „Council Directive 86/188/EEC on the protection of workers from the risks related to exposure to noise at work" in the underground workings of the extractive industries
Adopted by the SHCMOEI at the Plenary meeting held on
20th December 1990
Doc. N° 5025/7/89 [EN] of 20 December 1990

Belgique / België (Belgium)

Bruit : Stratégie d'évaluation et de prévention des risques
J. Malchaire ; A. Piette ; N. Cock.– Belgium Ministère fédéral de l'Emploi et du Travail 1998.– 80 p.

ČESKÁ REPUBLIKA (Czech Republic)

Manual prevence v lekarské praxi, Souborne vydani, I. – V. dil, Statni zdravotni ustav
Praha, 1998, ISBN 80-7071-080-2.

Smetana, C. a kol., Hluk a vibrace, Sdělovací technika
Praha 1998, ISBN 80-90-1936-2-5.

ΚΥΠΡΟΣ (Cyprus)

DANMARK (Denmark)

Når hørelsen svigter : Om konsekvenserne af hørenedsættelse i arbejdslivet, uddannelsessystemet og for den personlige velfærd
Udført af det danske Socialforskningsinstitut
Denmark Udført af det danske Socialforskningsinstitut 2003

Stoj i landbruget - er det et problem?
Tekst:Per Møberg Nielsen.– Denmark AkustikNet A/S, Tryk: Centraltrykkeriet Skive A/S 2004.
ISBN: 87-91073-17
1. oplag: 10.000 - marts 2004
Website: **www.akustiknet.dk**

Vejviser til de vigtigste arbejdsmiljøproblemer: ARBEJDSMILJØVEJVISER 42
Arbejdstilsynet.– Denmark Arbejdstilsynet .– 16 p.

DEUTSCHLAND (Germany)

Akustische Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen in Büros
BAuA, Technik.– Germany BAuA 2003.–
ISBN: 3-88261-402-1

Akustische Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen in der Produktion
BAuA, Technik.– Germany BAuA 2003.–
ISBN: 3-88261-403- 27

Anwendungsbeispiele raumakustisch optimierter Fertigungsräume/
Germany HVBG.
BGI 678

Aufgabenbezogene Beurteilung der beruflichen Belastungen mit Lärm und Vibrationen bei Forstarbeitern
Neitzel R, Yost M. (2002)
AIHA J 63 (2002) 617-627/

Auswahl/ Beschaffung leiser Maschinen FA-Informationsblatt nr 013/
Fachausschuss Maschinenbau, Fertigungstechnick, Stahlbau (FA MFS).–
Germany FA MSF 2005.– 6

Berufsbedingte Lärm- und Vibrationsexposition als Herz - Kreislauf-Risikofaktoren
Idzior-Walus-B (1987)
European heart journal, Band 8 (1987) S. 1040-1046)

Die kombinierte Wirkung des Lärms und der Ganzkörpervibration auf das Gehör des Landmaschinenfahrers
Schmidt-M (1992)
Zeitschrift für Lärmbekämpfung, Band 39 (1992) Nr. 2, S. 43-51 (Abb., Tab., 12 Lit.)

Der Mensch im Lärm (Lärm Teil 1)
Knoch/ Neugebauer.
Germany Verlag Technick & Information, Bochum 2003.
ISBN 3-928535-57-9

Druckluftdüsen – Anwendungsbeispiele aus der betrieblichen Praxis
Germany HVBG.
BGI 681

Einfluss beruflicher Lärm- und Vibrationsbelastung auf die Beschwerdenhäufigkeit
Metz-A-M; Meister-A (1984)
Zeitschrift: Arbeitsmedizin-Information, Band 11 (1984) NR. 1, S. 14-17

Einführung in die wichtigsten Grundlagen der Akustik
I. VEIT.– Germany Vogel Würzburg 1996.

Extraaurale Wirkung von Erdbaumaschinenlärm unterschiedlicher Tonhaltigkeit isoliert und in Kombination mit Ganzkörperschwingung
(Abschlussbericht) (Report: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Schust-M; Seidel-H; Seidel-H; u. a. (1997)
Dortmund: Schriftenreihe-Forschung-, Fb 775, Wirtschaftsverl. NW *
Bremerhaven, 1997, 224 S. (Abb., Tab., Lit.)
ISBN 3- 89701-009-7)

Extraaurale Wirkung von Erdbaumaschinenlärm unterschiedlicher Tonhaltigkeit - isoliert und in Kombination mit Ganzkörperschwingung Forschungsbericht
Schust, M., Seidel, H., Seidel, H., Blüthner, R.
(1999)Fb 775 BAuA (1999)

Gehörschützer-Kurzinformation für Personen mit Hörverlust
Germany HVBG.
BGI 686

Grundlagen und Auswahlkriterien zur Schallabsorption
Germany HVBG.
BGI 674

Health surveillance for occupational noise exposure in Germany
Dealt with in: Committee ARBEITSMEDIZIN (Occupational Medicine),
Working Group 2.1 „Noise"
HVBG c/o Berufsgenossenschaft Metall Süd, Mainz, Germany
Issue May 2004
Website: **www.hvbg.de/d/bgz/praevaus/amed/index.html**

Hinweise zur Beschäftigung von hochgradig und an Taubheit grenzend Schwerhörigen und Gehörlosen sowie ihrem Einsatz in Lärmbereichen/
Germany HVBG 2004.
BGI 896

Hinweise zur Gestaltung von Kapseln einfacher Bauart
Germany HVBG.
BGI 789

Hypothese über die Einschätzung der Belästigung durch gleichzeitig auftretende Geräusche und Erschütterungen in Räumen an Bord von Schiffen
Janssen-J-H (1981)
Zeitschrift: Noise control engineering, Band 16 (1981) Nr. 3, S. 145-150)

Ising/ Sust/ Plath: Lärmwirkungen: Gehör, Gesundheit, Leistung
BAuA-Schriftenreihe Gesundheitsschutz 4.
Germany BAuA 2004.
3-88261-434-X
10 Auflage

Katalog lärmmindernder Maßnahmen in der Fertigung – Metallverarbeitung
H. Horns, R. Wettschurek.– Germany NW Verlag 1989.
ISBN: 3-88-341-909-8
Fa 17

Kombinationswirkung von Sinus-Ganzkörperschwingungen und Lärm verschiedener Bandbreite und Intensität auf die vorübergehende Hörschwellenverschiebung beim Menschen
Manninen-O (1983) (Zeitschrift: International archives of occupational and environmental health
Band 51 (1983) Nr. 3, S. 273-288)

Komplexe physische und psychische Reaktion des Organismus auf Erdbaumaschinen-Lärm unterschiedlicher psychoakustischer Charakteristik isoliert und in Kombination mit arbeitsplatztypischer stochastischer Ganzkörperschwingung
Projektnummer: F 5113 BAuA (geplantes Ende 31.12.2003)

Kreislaufveränderungen und Hörschwellenverschiebungen bei Männern unter einer komplexen Exposition gegenüber Lärm, Ganzkörperschwingungen, Temperaturen und einer psychischen Belastung durch Konkurrenzsituation (International archives of occupational and environmental health, Manninen-O (1985) Herz-
Band 56 (1985), Nr. 4, S. 251-274)

Kriterien für die betriebliche Lärmprognose – Berechnung des Schalldruckpegels in Arbeitsräumen
W. Probst.– Germany NW Verlag 1999.
ISBN 3-89701-341-X
Fb 841

Lärm am Arbeitsplatz in der Metall-Industrie/ Germany HVBG.
BGI 688

Lärm, Impulslärm und andere physikalische Faktoren: Kombinierte Wirkung auf das Hörvermögen
Pekkarinen-J (1995)
(Zeitschrift: Occupational medicine, Band 10 (1995) Nr. 3, S. 545-559)

Lärm und Vibrationen am Arbeitsplatz Messtechnisches : Taschenbuch für den Betriebspraktiker
Germany IfaA 2000.

Lärmarm konstruieren XVIII – Systematische Zusammenstellung maschinenakustischer Konstruktionsbeispiele
P. Dietz, F. Gummersbach.– Germany NW Verlag 2000.
ISBN 3-87901525-0
Fb 883

Lärmminderung am Arbeitsplatz (IV) – Beispielsammlung
U.J. Kurze et al..– Germany NW Verlag 1992.–
ISBN: 3-88-314-703-6
Fa 14

Lärmmessung im Arbeitsschutz (Lärm Teil 2)
G. Neugebauer : B. Morys.– Germany Verlag Technick & Information 2003.–

Lärmschutz an Maschine und Arbeitsplatz: Vorschriften, technische Regeln, Gefährdungsbeurteilung (Rw 30)
W. Parthey, H. Lazarus, P. Kurtz.– Germany NW Verlag 2001.

Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control
World Health Organization. Germany Berenice Goeltzer, Colin H. Hansen and Gustav A. Sehrndt 2001.
ISBN 3-89701-721-0 (only in English)

0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel
Jürgen H. Maue.
Germany Erich Schmidt, Berlin 2003.–
ISBN 3-503-0747-08

Präventive Arbeitsschutzstrukturen für Klein- und Mittelbetriebe am Beispiel Lärmminderung und Ergonomie
C. Barth, W. Hamacher, R. Stoll.– Germany NW Verlag 2001.
3-89701-658-3
Fb 916

Schwerhörig durch Arbeitslärm – Hörbeispiele Die Welt mit den Ohren eines Schwerhörigen erleben. Audio-CD verdeutlicht Lärmschwerhörigkeit und ihre Folgen
BAuA.– Germany BAuA 1999.
Website: **www.baua.de/news/archiv/pm_99/pm106_99.htm**

Taschenbuch der technischen: Akustik
G. Müller ; M. Möser.– Germany Springer Verlag, Berlin 2003.–
354041242-5
3. und erw. Auflage

Technischer und organisatorischer Lärmschutz In: BGIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz
E. Christ.– Germany Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Bielefeld Loseblatt-Ausgaben 36. 1999.–
Lfg. XII

EIRE (Ireland)

Guidelines to the Noise Regulations
UK HSA 1990.– 8
Website: **www.hsa.ie/publisher/storefront/product_detail.jsp?dir_itemID=55**

EESTI (Estonia)

ΕΛΛΑΔΑ (Greece)

ESPAÑA (Spain)

Confort acústico: el ruido en oficinas
Ana Hernández Calleja.– Spain INSHT.
Website: **www.mtas.es/insht/ntp/ntp_503.htm**

Conocimiento, evaluación y control del ruido/ Pedro Miguel Lanas Ugarteburu; Asociación para la Prevención de Accidentes (APA).– Spain APA 2000.– 176 p.
ISBN: 84-95270-21-8

El ruido en el ambiente laboral Monografía nº 2/ Instituto de Seguridad y Salud laboral de la Región de Murcia (ISSL).– Spain ISSL.– 125 p.
Website: **www.carm.es/issl**

Guía técnica para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de protección individual
INSHT.– Spain INSHT .– 52 p.

Evaluación de la exposición al ruido: Determinación de niveles representativos
Antonio Gil Fisa ; Pablo Luna Mendaza.– Spain INSHT.
Website: **www.mtas.es/insht/ntp/ntp_270.htm**

Hipoacusia laboral por exposición a ruido: Evaluación clínica y diagnóstico
Eduardo Gaynés Palou, Asunción Goñi González.– Spain INSHT.
Website: **www.mtas.es/insht/ntp/ntp_287.htm**

Protocolos de vigilancia sanitaria específica ruido
Comisión de Salud Publica Consejo Ínter-territorial del Sistema Nacional de Salud.– Spain Ministerio de Sanidad y Consumo 2000.
ISBN: 84-7670-578-6
NIPO: 351-00-020-X
Depósito Legal: M-50330-2000

Régimen jurídico del ruido: una perspectiva integral y comparada
Arana García, Estanislao; Torres López, María Asunción.– Spain Comares 2004.– 560
ISBN: 84-844-4895-9
Estudios de Derecho Administrativo, núm. 14

Régimen Jurídico de la Contaminación Acústica Con comentarios a la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido
Antonio Cano Murcia.– Spain Editorial Aranzadi, 12435 0.– 1242
ISBN: 84-9767-355-7

Ruido industrial y urbano Paraninfo/ Manuel Rejano de la Rosa.– Spain 2000.– 240 p.
Website: **www.frigorista.com**

Ruido: vigilancia epidemiológica de los trabajadores expuestos
Neus Moreno Sáenz, Francisco Marqués Marqués, Mª Dolores Solé Gómez, José Luis Moliné Marco.– Spain INSHT.
Website: **www.mtas.es/insht/ntp/ntp_193.htm**

Ruido y estrés ambiental
Clara Martimportugués Goyenechea.– Spain Ediciones Aljibe .– 7,5 **http://www.80mundos.com/familia.asp?IDFAMILIA=3511**

Videoterminales: evaluación ambiental
Paulino Domingo de la Osa.– Spain INSHT.
Website: **www.mtas.es/insht/ntp/ntp_196.htm**

FRANCE

Acoustique appliquée – aide mémoire
Marcel Val.– France L'Usine Nouvelle – Dunod 2002

Acoustique industrielle et aéroacoustique
Serge Lévy.– France Hermès 2001

Agents ototoxiques et exposition au bruit
INRS.– France INRS 2001.
TF 103

Bruit : synthèse des données réglementaires
BARBARA J.J.– France Techniques de l'ingénieur. 2002.– 16 p.
Environnement G 2790 + Doc G 2790

Bruit : Prévention, maîtrise et contrôle des nuisances sonores
France Journal Officiel 34852. 470 p.
Brochure 1383

Décibels en sourdine VIDEO
INRS.– France INRS 1990.
VM 0273 - 80,5

Effet du bruit sur l'homme
J. Jouhaneau. - France Techniques de l'ingénieur. 2001.– 15 p.
Environnement G 2790 + Doc G 2720

Entre les oreilles, la vie, VIDEO
INRS.– France INRS 2000.
VS 0289 / DV 0289 - 48

Etude du niveau d'exposition sonore quotidienne des salariés dans quatre activités : travaux de plasturgie, travaux sur machines à bois en atelier, ventre de matériels Hi Fi, vidéo, son, collecte des ordures ménagères (ripeur éboueur)
Groupe ergonomie du département Action scientifique en médecine du travail (ASMT) du CISME.
France Docis ; Centre interservice de santé et de médecine du travail en entreprise (CISME) 1999.– 155 p.
ASTM 18 / 1999

Inutile de crier - VIDEO
INRS.– France INRS 1987.
VS 0185 - 48

Le bon usage du silencieux pour la réduction du bruit : Machines, installations, véhicules Senlis, 21-22 mai 1996 recueil de conférences
France Centre technique des industries mécaniques (CETIM) 1997.– 260 p.

Le bruit: Passeport santé
France Caisse centrale de la Mutualité sociale agricole 2000.– 17 p.

Le bruit : évaluation du risque
Comité technique régional du textile, 14 juin 1995
R. Jayat.– France CRAM Nord Picardie 1995.– 5 p.

Le diagnostic vibro-acoustique ; une étape étape fondamentale de la réduction à la source du bruit des machines
INRS.– France INRS 1998.
ND 2082

Les équipements de protection individuelle de l'ouïe
INRS.– France INRS 2001.
ED 868

L'oreille cassée: CD-ROM
Centre Régional d'Imagerie Cellulaire.
France Centre Régional d'Imagerie Cellulaire 2002.

L'oreille interactive: CD-ROM
Pôle de compétence Bruit.
France DDASS Savoie 1996.

Manuel d'acoustique fondamentale
Michel Bruneau.– France Hermès 1998

Matériaux acoustiques pour l'industrie
X. Carniel, B. Corlay, M. Bockhof.
France CETIM, 2003.

Mediacoustic: CD-ROM
01dB Company.– France 01dB Company.

Méthodologie et réduction du bruit en milieu professionnel : Environnement G 2760
J.M. Mondot; A.M. Ondet.
France Techniques de l'ingénieur. 2000.– 12 p.

Panorama des normes d'acoustique industrielle élaborées dans le cadre de la nouvelle approche
INRS.– France INRS 1996.
ND 2018

Réduire le bruit dans l'entreprise
INRS.– France INRS 1997
ED 808

Réussir un encoffrement acoustique
INRS.– France INRS 2003.
ED 107

Tintamarre: Trois spots sur le bruit. VS 0220, 1994 VIDEO
INRS.– France INRS 1994.
VS 0220 - 48

Traitement acoustique des locaux de travail
INRS.– France INRS 1997.–
ED68 & ED69

Vibrations, propagation, diffusion
M.Soutif
France Dunod 1970

Vos gueules les décibels !. – VIDEO
INRS.– France INRS 1990.
VS 0229 - 48

ITALIA (Italy)

Attuazione della valutazione del rischio rumore nei cantieri temporanei o mobili
P. Nataletti ; A. Callegari ; O. Nicolini.– Italy ISPESL 1998.
Fogli di informazione ISPESL n.1

Dal rumore ai rischi fisici: valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro; rischio ex art. 40 D.Lgs.277/91: un bilancio indicativo dei primi cinque anni di applicazione e proposta normativa" in "Atti del Congresso Nazionale AIDII", Faenza 1997
F. MERLUZZI.– Italy Regione Emilia-Romagna - Az. USL -
ISPESL 1998.

I rapporti di valutazione del Rumore e vibrazioni negli ambienti di lavoro: dalla valutazione alla bonifica
P. Nataletti, A.Pieroni, R.Sisto, M.Nesti
Italy Regione Emilia-Romagna - Az. USL
ISPESL - AIA-Gaa 1999.

Il rumore negli ambienti di vita e di lavoro
S. Curcuruto; P. Nataletti; O. Nicolini.
Italy EPC Libri 2001.

La misure dell'esposizione al rumore in agricoltura contenuti, interpretazione et applicazione del D.Lgs 277/91
CONAMA.– Italy CONAMA 1999.– 82 p.
Volumetto per i tecnici agricoli

Linee Guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro Gruppo di Lavoro nazionale per la predisposizione di procedure operative standardizzate per la valutazione del rischio da rumore e vibrazioni in ambienti di lavoro
ISPESL.– Italy ISPESL 2003.– 102
Aggiornate al 1 aprile 2003
Website: **www.ispesl.it/linee_guida/fattore_di_rischio/lineeguidarumore.pdf**

Linee Guida per l'applicazione dell'art.41 del Decreto Legislativo 277/91
ISPESL.– Italy ISPESL
Website: **www.asl.bergamo.it**

Manuale di acustica
R.Spagnolo.– Italy UTET, Torino 2001.–

Rumore: rischi e prevenzione: Protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione durante il lavoro
R.Dubini.– Italy IPSOA 1999.
"ISL-Igiene & Sicurezza del Lavoro" n.5

Rumore e vibrazioni Linee guida per la corretta applicazione della legislazione negli ambienti di lavoro
O. Nicolini; P. Nataletti ; A. Peretti
Italy Regione Emilia-Romagna - Az. USL
ISPESL - AIA-Gaa 1999.

Rumore, vibrazioni, microclima, illuminazione, onde elettromagnetiche - Valutazione, prevenzione e bonifica negli ambienti di lavoro
O. Nicolini; P. Nataletti ; A. Peretti; D. Ferrari.
Italy Regione Emilia-Romagna - Az. USL
ISPESL - INAIL 2002.

LATVIJA (Latvia)

Ar darba vides troksni saistîto risku novçrtçðanas un novçrðanas vadlînijas
Valsts darba inspekcijâ.– Latvia Valsts darba inspekcijâ 2003.– 47

LIETUVA (Lithuania)

LUXEMBOURG

MAGYARORSZAG (Hungary)

MALTA

NEDERLAND (Netherlands)

ÖSTERREICH (Austria)

Gehörschützer
Sicherheitsinformation der AUVA.– Austria AUVA .– 13 p.
HUB - M 700 - 0502 Aktualisierte Auflage

Gesetzliche Bestimmungen für Lärmbetriebe
Sicherheitsinformation der AUVA. Austria AUVA 24
M 019 Sicherheit Kompakt

Lärm Gefahren ermitteln & beseitigen
Sicherheitsinformation der AUVA.– Austria AUVA .– 9 p.
HUB E 8 1103 Auflage EVALUIERUNG

POLSKA (Poland)

Dźwięk i jego percepcja: Aspekty fizyczne i psychoakustyczne
E. Ozimek
Poland PWN Poznań 2002.–

Metody aktywnej redukcji hałasu
Z. Engel, G. Makarewicz, L. Morzynski, W. Zawieska.
Poland CIOP-PIB 2001.

Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem
Z. Engel
Poland PWN Warszawa 2001.–

Ocena ryzyka zawodowego Podstawy metodyczne
Poland CIOP-PIB 2004.

Percepcja dźwięku przy prawidłowym i uszkodzonym funkcjonowaniu ucha wewnętrznego
J. Zera.
Poland CIOP-PIB 2001.

Zasady użytkowania ochronników słuchu na hałaśliwych stanowiskach pracy
E. Kotarbinska.
Poland CIOP-PIB 2001

PORTUGAL

SLOVENIJA (Slovenia)

SLOVENSKÁ REPUBLIKA (Slovakia)

SUOMI (Finland)

SVERIGE (Sweden)

För utbildning och praktisk bullerdämpning (CD Rom)
Prevent, Art. Nr 772; ISBN: 91-7522-919-6

Fight the Noise : examples of methods and solutions within companies and institutions in Sweden/ The Sweddish Work Environment Fund.– Sweden The Sweddish Work Environment Fund 1990.

Farligt buller i jordbruket/ Kurt Öberg, Claes Jonsson, Olle Norén.– Sweden JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik 2003.– 40 p. JTI-rapport, Lantbruk & Industri, 317

Farligt buller i jordbruket - Enkätundersökning och Pilotstudie för bullermätning Citera oss gärna, men ange källan
Kurt Öberg - Claes Jonsson - Olle Norén.
Sweden JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik 2003.
ISSN: 1401-4963

Noise, Analysis and solutions (CD english and swedish/)
PREVENT.– Sweden PREVENT.
SEK 295

Buller och bullerbekämpning
Arbetsmiljöverket, best. nr H3
ISBN 91-7464-414-9
http://www.av.se/webbshop/produktlista.asp?kID=9&skID=51

UNITED KINGDOM

Acoustics and Noise Control
B J Smith, R J Peters and S Owen.
UK Longman 1995

Acoustics for You
J Prout, and G Bienvenue
UK Robert E. Krieger Publishing Co 1990

A Guide to Exposure to Noise in the Entertainment Industry
HSA.– UK HSA .– 8 p.
http://www.hsa.ie/publisher/storefront/product_detail.jsp?dir_itemID=14

Controlling noise at Work. The Control of Noise at Work Regulations 2005.
Guidance on Regulations L108
ISBN 0 7176 6164 4 - HSE 2005 Available from HSE Books.

Engineering Noise Control Theory and Practice (Second Edition)
DA Bies & C H Hansen.
UK E and FN Spon 1996.

Foundations of Engineering Acoustics
F Fahy
UK Academic Press 2000

Fundamentals of Acoustics
L Kinsler, A Frey, A Coppens, and J Sanders
UK Wiley 1999

Noise at Work: Guidance for employers on the Control of Noise at Work Regulations 2005
Leaflet INDG362(rev1)
ISBN 0 7176 6165 2 – HSE 2005 Available from HSE Books.

Noise Control in Industry
Sound Research Laboratories.
UK E and FN Spon.

Perceptual consequences of cochlear damage
B.C.J. Moore.
UK OXFORD 1995.

Proposal for new Control of Noise at Work.
Regulations implementing the Physical agents (Noise) Directive (2003/10/EC)
Consultative document 2004.
CD196 C50 04/04
Website: **www.hse.gov.uk/condocs/**

Protect your hearing or lose it!
Pocket card (INDG363(rev1))
ISBN 0 7176 6166 0 - HSE 2005 – available from HSE books.

Sound solutions: Techniques to reduce noise at work
HSE Books.
UK HSE Books 1995.
ISBN 0717607917

Woods Practical Guide to Noise Control
Ian Sharland.
UK Wood Acoustics, 1979.

Pays hors UE

CANADA

Réduire le bruit en milieu de travail
Canada CSST 2002.
DC 300-304

SWITZERLAND

Call centres – A measurement headache
Institute of Acoustics Publication.– Institute of Acoustics Publication 2003. no. 1178

Chemical exposure as a risk factor for hearing loss
T. Morata.– Journal of the Occupational and Environmental Medicine 2003. 45, 675 – 682

Dangers du bruit pour l'ouïe à l'emplacement de travail
Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents SUVA
Switzerland SUVA 1997.

Engineering Noise Control
D.A.Bies & C.H. Hansen.- 1998.

Industrielle Raumakustik
W. Lips.
Switzerland Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA) 1989.

Musique et troubles de l'ouïe : 13ème édition
SUVA.
Switzerland SUVA 2001.– 15 p.
84001.f.

The role of otoacoustic emission in screening and evaluation of noise damage
"Am. J. Ind. Med." n°37 (1): 112 – 120
D. Prasher; W. Sulkowski.– 2000.

USA

An Introduction to psychology of hearin
B.C.J. Moore
Academic Press 2003

Handbook of Noise Control
C.M.Harris
USA Mc Graw-Hill 1979

Handbook of Acoustical Measurements and Noise Contro Third Edition - Acoustical Society of America
USA C Harris 1998

Noise and hearing conseservation manual
American Industrial Hygiene Association. – USA
E Berger, W Ward, J Morrill, L Royster - 1986

Noise and Vibration Control
L.L. Beranek.
USA Institute of Noise Control Engineering, 1998.

Noise and Vibration Control
Institute of Noise Control Engineering.
USA Leo Beranek 1988.

Sound and Hearing
S. S. Stevens, F. Warshofsky
Life Science Library 1972

The Noise Manual, Fifth Edition
American Industrial Hygiene Association.– USA
E Berger, L Royster, J Royster, D Driscoll, and M Layne, 2000.

Institutions Internationales

World Health Organisation

Occupational exposure to noise: evaluation , prevention and control
World Health Organisation/ Federal Institute for Occupational Safety Health
B Goelzer, C Hansen, G Sehrndt 2001.

Concawe

Factors potentially affecting the hearing of petroleum industry workers
P. Hoet; M. Grosjean; C. Somaruga - Concawe's Health Management Group
CONCAWE – Bruwwels 2005.

SITES WEB

Union européenne

Web site on Directorate General „Employment, Social affairs and Equal opportunities"
Unit Health, Safety and Hygiene at work:
http://ec.europa.eu/employment_social/health_safety/index_en.htm

Web site on Directorate General „Enterprise and Industry":
http://ec.europa.eu/enterprise/mechan_equipment/ppe/index.htm

European Agency for Safety and Health at Work (EU):
http://osha.europa.eu/

Statistics and Figures:
http://ec.europa.eu/employment_social/health_safety/statistics_en.htm

EUR-LEX (EU):
http://eur-lex.europa.eu/

Documents and Publications:
http://ec.europa.eu/employment_social/health_safety/docs_en.htm

Accidents at work and work-related health problems:
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/publication?p_product_code=KS-BP-02-002-3A

Data on accidents at work and occupational diseases:
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/health/health_and_safety_at_work/database

Accidents at work in the EU 1998-1999:
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/publication?p_product_code=KS-NK-01-016

Work-related health problems in the EU 1998-1999:
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/publication?p_product_code=KS-NK-01-017

European Acoustics Association (EU)
http://www.eaa-fenestra.org/

Hear-it. (EU):
http://www.hear-it.org

BELGIQUE / BELGIË (Belgium)

Institut pour la prévention, la protection et le bien-être au travail PREVENT. (BE)
http://www.prevent.be

Le Ministère fédéral de l'Emploi et du Travail. (BE)
http://www.meta.fgov.be/

Comité national d'action pour la sécurité et l'hygiène dans la construction CNAC (BE)
http://www.cnac.be

Institut National de Recherche sur les conditions de travail INRCT (BE)
http://www.inrct.be

ČESKÁ REPUBLIKA (Czech Republic)

Výzkumný ústav bezpečnosti práce - VUVB (CZ)
http://www.vubp.cz

Centrum hygieny prace e memoci z povolani (CZ)
http://www.szu.cz/chpnp/

Centrum informaci a vzdelavani ochrany prace - CIVOP (CZ)
http://www.civop.cz

Statni zdravotni ustav - SZU (CZ)
http://www.szu.cz

Statni zdravotni ustav/Centrum pracovniho lekarstvi
http://www.szu.cz

Vyzkumny ustav bezpecnosti práce
http://www.vubp.cz

Oborovy portal bezpecnosti a ochrany zdravi při praci
http://www.bozpinfo.cz

Ceska akusticka spolecnost
http://www.czakustika.cz

ΚΥΠΡΟΣ (Cyprus)

DANMARK (Denmark)

Arbejdstilsynet. (DK)
http://www.arbejdstilsynet.dk/

Arbejdsulykker. (DK)
http://www.arbejdsulykker.dk/

Arbejdsmiljoinstituttet - AMI (DK)
http://www.ami.dk

United Federation of Danish Workers 3F
http://www.agrinoise.com/

DEUTSCHLAND (Germany)

Aktion „Schluss mit Lärm!"
www.schluss-mit-laerm.de

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). (DE)
http://www.baua.de

BürgerportalArbeitsschutz NRW. (DE)
http://www.arbeitsschutz.nrw.de/

Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG). (DE)
http://www.hvbg.de/
http://www.bg-laerm.de

Informationen der Bundesländer
http://lasi.osha.de/de/gfx/index.php
http://bb.osha.de/de/gfx/good_practice/gefaehrdungskategorien.php

Jugend will sicher leben (DE)
http://www.jugend-will-sich-erleben.de/

Berufsgenossenschaftliches Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin - BGFA (DE)
http://www.bgfa.ruhr-uni-bochum.de

Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz - BGIA (DE)
http://www.hvbg.de/d/bia/index.html

EIRE (Ireland)

Health and Safety Authority (HSA). (IR)
http://www.hsa.ie

EESTI (Estonia)

ΕΛΛΑΔΑ (Greece)

Elliniko Institoyto Yghienis Kai Asfaleias Tis Erghasias - ELINYAE (GR)
http://www.elinyae.gr

ESPAÑA (Spain)

Instituto Nacional De Seguridad E Higiene En El Trabajo (INSHT). (ES)
http://www.mtas.es/insht/

Instituto de Acústica (ES)
http://www.ia.csic.es/index.htm
http://www.ruidos.org/

Asociacion de Mutuas de Accidentes de Trabajo - AMAT (ES)
http://www.amat.es

Asociacion para la prevencion de accidentes - APA (ES)
http://www.apa.es

Recursos sindicales de CC.OO. - ISTAS (ES)
http://www.istas.net/sl/rs/cuers.htm

Unión General de Trabajadores (UGT). (ES)
http://www.ugt.es/

FRANCE

Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). (France)
http://www.inrs.fr

Société Française d'acoustique. (France)
http://www.sfa.asso.fr/

Centre d'Information et de Documentation sur le Bruit. (France)
http://www.infobruit.org/

Audition Info. (France)
http://www.audition-info.org/

Association de prevention des traumatismes auditifs. (France)
http://audition-prevention.org/site/sommaire.html

Agence National pour l'Amélioration des Conditions de Travail - ANACT (FR)
http://www.anact.fr

Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics - OPPBTP (FR)
http://www.oppbtp.fr

ITALIA (Italy)

Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro. (ISPESL) (IT)
http://www.ispesl.it

Associazione Italiana fra Addeti alla Sicurezza - AIAS (IT)
http://www.aias-sicurezza.it

Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro - INAIL (IT)
http://www.inail.it

LATVIJA (Latvia)

LIETUVA (Lithuania)

SODRA (LT)
http://www.sodra.lt

LUXEMBOURG

Association d'Assurance contre les Accidents - AAA (LUX)
http://www.aaa.lu

MAGYARORSZAG (Hungary)

Munkavedelmi Kutatasi Kozalapitvany - MKK (HU)
http://www.mkk.org.hu

MALTA

NETHERLAND (Nederlands)

Nederlands Centrum voor Beroepsziekten - NCVB (NL)
http://www.beroepsziekten.nl

TNO Arbeid (NL)
http://www.nia.tno.nl
http://www.tno.nl

ÖSTERREICH (Austria)

Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA). (Austria):
http://www.auva.or.at

Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA). (Austria)
http://www.bmwa.gv.at/

POLSKA (Poland)

Centralny Instytut Ochrony Pracy (Central Institute for Labour Protection – National Research Institute)- CIOP (PL)
http://www.ciop.pl

PORTUGAL

Centro Nacional de protecçao contra os riscos profissionais - CNPRP (PT)
http://www.seg-social.pt

Instituto para Segurança, Higiene e Saùde no Trabalho - ISHST (PT)
http://www.idict.gov.pt

Instituto Superior Tecnico - IST (PT)
http://www.ist.utl.pt

SLOVENIJA (Slovenia)

Zavod Republike Lovenije za Varstvo pri delu - ZVD (SI)
http://www.zvd.si

SLOVENSKÁ REPUBLIKA (Slovakia)

SUOMI (Finland)

Työterveyslaitos (Finnish Institute of Occupational Health, FIOH) (FI)
http://www.occuphealth.fi/
http://www.ttl.fi

SVERIGE (Sweden)

Arbetslivsinstitutet - NIWL (SE)
http://www.niwl.se
http://www.arbetslivsinstitutet.se

Arbetsmiljöverket – SWEDISH WORK ENVIRONMENT AUTHORITY (SE)
http://www.av.se

UNITED KINGDOM

Health and Safety Executive (HSE). (UK)
http://www.hse.gov.uk

Health and Safety Laboratory HSL (UK)
http://www.hsl.gov.uk

Health and Safety Executive - Northern Ireland. (UK)
http://www.hseni.gov.uk/

RNID (UK)
http://www.rnid.org.uk/

Office of Public Sector Information (OPSI) (UK)
http://www.opsi.gov.uk/

Centre for Occupational and Environmental Health (University of Manchester)
http://www.coeh.man.ac.uk/teaching_learning/resources/nihl.php

Department for Trade and Industry – Noise emission standards for outdoor machinery
http://www.dti.gov.uk/strd/outdoors.html

TUC. (UK)
http://www.tuc.org.uk/

Association of Noise Consultants
http://www.association-of-noise-consultants-co-uk

Faculty of Occupational Medicine
http://www.facoccmed.ac.uk

Pays hors UE

SWITZERLAND

Schweizerische Unfallversicherunganstalt - SUVA (CH)
http://www.suva.ch

Cercle Bruit (CH)
http://www.cerclebruit.ch/

INSTITUTIONS INTERNATIONALES

International Labour Office
http://www.ilo.org/
http://www.ilo.org/public/english/publication.htm
http://www.itcilo.org/pub/page_main.php?VersionID=2&ContentTypeID=84

World Health Organization
http://www.who.int/en/

Fast Noise and Vibration Information
http://www.noisenet.org/

Audition-info.org
www.audition-info.org

Organisation mondiale de la santé - Bureau régional de l'Europe - Programme Bruit et santé
www.euro.who.int/Noise

Concawe
http://www.concawe.org/Content/Default.asp?PageID=3

Annexe III

EXPERTS ASSOCIÉS À L'ÉLABORATION DE CE GUIDE

Groupe de travail « ad hoc » – « Guide Bruit »

Mr Mario ALVINO (Chairman)
MINISTERO DEL LAVORO E DELLE POLITICHE SOCIALI
Via Fornovo 8
IT - 00192 ROMA
Tel.: +39 (06) 36 75 42 91
Fax : +39 (06) 36 75 48 86
E-mail: **Malvino@welfare.gov.it**

Mr Sven BERGTRÖM
LANDSORGANISATIONEN
Barnhusgatan 18
S - 105 53 STOCKHOLM
Tel.: +46 (08) 79 62 654
Fax : +46 (08) 79 62 549
Email: **Sven.Bergostrom@lo.se**

Ms Mirjam CORONEL-TIMMERMANS
Coordinator
ARBO CONVENANT ORKESTEN
Sarphatikade 13
NL- 1017 WV AMSTERDAM
Tel: + 31 (020) 6277952
Fax: + 31 (020) 4226913
Email: **mcoronel@orkestengehoor.nl**

Mrv Thomas DAYAN
Fédération Internationale des Musiciens
Secrétaire général adjoint
21 bis, rue Victor Massé
F – 75009 PARIS
Tel: + 33 (0) 145 263 123
Fax: +33 (0) 145 263 157
E-mail: **thomas.dayan@fim-musicians.com**

Mr Ignacio DE PABLOS
PSA PEUGEOT CITROËN
Avenida De Citroën s/n
E - 36210 VIGO
Tel.: +34 (986) 21 59 58
Fax : +34 (986) 21 60 76
E-mail: **ignacio.depablos@mpsa.com**

Mr Angel CARCOBA
CC.OO. CONFEDERACION SINDICAL DE COMISIONES OBRERAS
C/. Fernández Hoz 12
E - 28010 MADRID
Tel.: +34 (91) 70 28 067
Fax : +34 (91) 31 04 804
Email: **acarcoba@ccoo.es**

Ms Pauline DALBY
BRITISH MUSICIANS' UNION
Health and Safety Officer
60/62 Clapham Road
UK- LONDON SW9 OJJ
Tel: + 44 20 7840 5516
Fax: + 44 20 75829805
Email: **pd1@musiciansunion.org.uk**

Ms Anita DEBAERE
Director
PEARLE
Saintctelettesquare, 19/6
B – 1000 BRUSSELS
Tel: + 32 (02) 203 62 96
Fax: + 32 (02) 201 17 27
Email: **pearle@vdponline.be**

Mr Frank GAMBELLI
UNION DES INDUSTRIES ET METIERS DE LA METALLURGIE
56, avenue de Wagram
FR - 75854 PARIS cedex 17
Tel.: +33 611 01 59 50
Fax : +33 (01) 40542013
E-mail: **fgambelli@uimm.com**

Dr Christoph HECKER
SÜDDEUTSCHE METALL
BERUFSGENOSSENSCHAFT
Wilhelm-Theodor- Römheld-Str. 15
D - 55130 MAINZ
Tel.: +49 (61) 31 80 23 01
Fax : +49 (61) 31 80 25 54
E-mail: **christoph.hecker@smbg.de**

Mr Giovanni MONTI
AMMA
Via Vela 17
IT – 10128 TORINO
Tel.: +39 (011) 57 18 210
Fax : +39 (011) 57 18 217
E-mail: **monti@amma.it**

Mr Dariusz PUTO
CENTRAL INSTITUTE FOR
LABOUR PROTECTION –
National Research Institute
Czerniakowska 16
PL - WARSAW
Tel.: +48 (504) 16 01 05
Email: **putek@ciop.pl**

Mr Lothar SCHMIDT
BAYER INDUSTRY SERVICES GmbH & Co. OHG
Gebäude H1, Raum 511
DE- 51368 LEVERKUSEN
Tel.: +49 (0) 214 30 57 579
Fax : +49 (0)214 30 61 131
Email: **lothar.schmidt.ls@bayerindustry.de**

Mr Roger SUTTON
Research Officier
General Federation of Trade Unions
Educational Trust (GFTU)
Central House, Upper Woburn Place
UK – LONDON WC1H 0HY
Tel: +44 (20) 7387 2578
E-mail : **roger@gftu.org.uk**

Mr Bob KONING
VNO-NCW
Postbus 93002
12 Bezuidenhoutseweg
NL-2509 AA DEN HAAG
Tel.: +31 (70) 34 90 349
Fax : +31 (70) 34 90 300
E-mail : **koning@vno-ncw.nl**

Mr Gedimas MOZURA
LITHUANIAN LABOUR FEDERATION
Gelvonu 68 – 52
LT - 07141 VILNIUS
Tel.: +370 (5) 27 80 298
Fax : +370 (5) 23 12 029
Email: **g.mozura@vpb.lt**

Mr Marc SAPIR
ETUI-REHS
Bd du Roi Albert II, 5 bte 5
B – 1210 BRUXELLES
Tel.: +32 (2) 224.05.55
Fax : +32 (2) 224.05.61
Email: **msapir@etuc.org**

Mr Hans SCHUTT
Contacttorgan van Nederlandese Orkesten
Herengracht, 174
NL – BR AMSTERDAM
Tel: 31 (20) 620 90 00
Fax: 31 (20) 421 65 85
E-mail: **hans@vnt.nl**

Mr Peter ZATKOVIC
REGIONAL PUBLIC HEALTH OFFICE
Ruzinovska 8
SK- 820 09 BRATISLAVA
Tel.: +421 (2) 48 28 11 15
Email: **peter.zatkovic@szuba.sk**

Consultants

P. Canetto (INRS)
INRS
Avenue de Bourgogne
B.P. n° 27
F - 54501 VANDOEUVRE Cedex
Tel.: +33 (3) 83 50 98 44
Fax : +33 (83) 50 20 93
E-mail : **pierre.canetto@inrs.fr**

Ms Marie-Amélie BUFFET
Project manager
EUROGIP
55 rue de la Fédération
F - 75015 PARIS
Tel: + 33 1 40 56 30 40
Fax: + 33 1 40 56 36 66
Email: **buffet.eurogip@inrs.fr**

Commission européenne

Mr Angel FUENTE MARTIN
DG Employment, Social Affairs and Equal Opportunities
Unit EMPL F/4 "Health, Safety and Hygiene at Work"
Jean MONNET building
Office EUFO 2/2176
L – 2920 LUXEMBOURG
Tel: (+352) 4301 32739
Fax: (+352) 4301 34259
E-mail: **angel.fuente-martin@ec.europa.eu**

DG Employment, Social Affairs and Equal Opportunities
Unit „Health, Safety and Hygiene at Work"
e-mail: **empl-f4-secretariat@ec.europa.eu**

Commission européenne

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. — 21 x 29,7 cm

ISBN 978-92-79-08413-3
DOI 10.2767/64036

Ce guide des bonnes pratiques explique comment il est possible de réduire ou d'éviter l'exposition des travailleurs au bruit sur le lieu de travail. Destiné aux États membres, aux industries et à d'autres organismes intéressés, il décrit comment respecter la directive 2003/10/CE concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit). En outre, un chapitre précis fournit des dispositions pratiques et spécifiques visant à aider les travailleurs et les employeurs des secteurs de la musique et du divertissement, où les travailleurs sont particulièrement exposés à des niveaux de bruit très élevés.

Cette publication est disponible en version imprimée en allemand, en anglais et en français, et en format électronique dans toutes les autres langues officielles de l'Union européenne.

Comment vous procurer les publications de l'Union européenne?

Publications payantes:

- sur le site de l'EU Bookshop: http://bookshop.europa.eu;
- chez votre libraire, en lui donnant le titre, le nom de l'éditeur et/ou le numéro ISBN;
- en contactant directement un de nos agents de vente.
  Vous obtiendrez leurs coordonnées en consultant le site: http://bookshop.europa.eu
  ou par télécopie au numéro suivant: +352 2929-42758.

Publications gratuites:

- sur le site de l'EU Bookshop: http://bookshop.europa.eu;
- auprès des représentations ou délégations de la Commission européenne.
  Vous obtiendrez leurs coordonnées en consultant le site: http://ec.europa.eu
  ou par télécopie au numéro suivant: +352 2929-42758.

KE-81-08-222-FR-C

Les **publications** de la direction générale de l'emploi,
des affaires sociales et de l'égalité des chances vous intéressent?

Vous pouvez les télécharger ou vous abonner gratuitement:
http://ec.europa.eu/social/publications

Vous pouvez également vous abonner gratuitement au bulletin d'information électronique *L'Europe sociale* de la Commission européenne:
http://ec.europa.eu/social/e-newsletter

http://ec.europa.eu/social/

Office des publications

ISBN 978-92-79-08413-3