



Norme mondiale de l'OMS pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement



Norme mondiale de l’OMS pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement



Norme mondiale de l'OMS pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement [WHO global standard for safe listening venues and events]

ISBN 978-92-4-005430-1 (version électronique)

ISBN 978-92-4-005431-8 (version imprimée)

© Organisation mondiale de la Santé 2022

Certains droits réservés. La présente œuvre est disponible sous la licence Creative Commons Attribution – Pas d'utilisation commerciale – Partage dans les mêmes conditions 3.0 IGO (CC BY-NC-SA 3.0 IGO ; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.fr>).

Aux termes de cette licence, vous pouvez copier, distribuer et adapter l'œuvre à des fins non commerciales, pour autant que l'œuvre soit citée de manière appropriée, comme il est indiqué ci-dessous. Dans l'utilisation qui sera faite de l'œuvre, quelle qu'elle soit, il ne devra pas être suggéré que l'OMS approuve une organisation, des produits ou des services particuliers. L'utilisation du logo de l'OMS est interdite. Si vous adaptez cette œuvre, vous êtes tenu de diffuser toute nouvelle œuvre sous la même licence Creative Commons ou sous une licence équivalente. Si vous traduisez cette œuvre, il vous est demandé d'ajouter la clause de non-responsabilité suivante à la citation suggérée : « La présente traduction n'a pas été établie par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS). L'OMS ne saurait être tenue pour responsable du contenu ou de l'exactitude de la présente traduction. L'édition originale anglaise est l'édition authentique qui fait foi ».

Toute médiation relative à un différend survenu dans le cadre de la licence sera menée conformément au Règlement de médiation de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (<https://www.wipo.int/amc/fr/mediation/rules/index.html>).

Citation suggérée. Norme mondiale de l'OMS pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement [WHO global standard for safe listening venues and events]. Genève, Organisation mondiale de la Santé, 2022. Licence : **CC BY-NC-SA 3.0 IGO**.

Catalogage à la source. Disponible à l'adresse <https://apps.who.int/iris/?locale-attribute=fr&>.

Ventes, droits et licences. Pour acheter les publications de l'OMS, voir <http://apps.who.int/bookorders>. Pour soumettre une demande en vue d'un usage commercial ou une demande concernant les droits et licences, voir <https://www.who.int/fr/copyright>.

Matériel attribué à des tiers. Si vous souhaitez réutiliser du matériel figurant dans la présente œuvre qui est attribué à un tiers, tel que des tableaux, figures ou images, il vous appartient de déterminer si une permission doit être obtenue pour un tel usage et d'obtenir cette permission du titulaire du droit d'auteur. L'utilisateur s'expose seul au risque de plaintes résultant d'une infraction au droit d'auteur dont est titulaire un tiers sur un élément de la présente œuvre.

Clause générale de non-responsabilité. Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'OMS aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Les traits discontinus formés d'une succession de points ou de tirets sur les cartes représentent des frontières approximatives dont le tracé peut ne pas avoir fait l'objet d'un accord définitif.

La mention de firmes et de produits commerciaux ne signifie pas que ces firmes et ces produits commerciaux sont agréés ou recommandés par l'OMS, de préférence à d'autres de nature analogue. Sauf erreur ou omission, une majuscule initiale indique qu'il s'agit d'un nom déposé.

L'OMS a pris toutes les précautions raisonnables pour vérifier les informations contenues dans la présente publication. Toutefois, le matériel publié est diffusé sans aucune garantie, expresse ou implicite. La responsabilité de l'interprétation et de l'utilisation dudit matériel incombe au lecteur. En aucun cas, l'OMS ne saurait être tenue pour responsable des préjudices subis du fait de son utilisation.

Traduction par Alboum translation service. L'OMS ne saurait être tenue pour responsable du contenu ou de l'exactitude de la présente traduction. En cas d'incohérence entre la version anglaise et la version française, la version anglaise est considérée comme la version authentique faisant foi.

Conception graphique: 400 Communications.

Table des matières

Remerciements	v
Résumé d'orientation	vii
Introduction	1
Comment une exposition sonore excessive nuit à l'audition	3
Prévention de la perte auditive par une écoute sans risque	5
État actuel des politiques et réglementations en matière d'écoute sans risque dans les lieux et manifestations de divertissement	6
Objectif et champ d'application de la <i>Norme mondiale pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement</i>	7
Mise en œuvre de la <i>Norme mondiale pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement</i>	8
Définition des termes utilisés dans les dispositifs d'écoute sans risque	9
Dispositif 1 – Limite de niveau sonore	17
D1.1 Principaux éléments	18
D1.2 Applicabilité	20
D1.3 Niveaux de pression acoustique de crête	20
D1.4 Rôles et responsabilités	21
D1.5 Considérations	22
Dispositif 2 – Contrôle du niveau sonore	26
D2.1 Principaux éléments	27
D2.2 Équipement et procédures de mesure	28
D2.3 Position de mesure et application d'une correction	31
Dispositif 3 – Acoustique des lieux et systèmes de sonorisation	33
D3.1 Key elements	34
D3.2 Acoustique d'un lieu	35
D3.3 Mode de résonance d'un local	37
D3.4 Acoustique de la scène	38
D3.5 Acoustique des lieux en plein air	38
D3.6 Conception d'un système de sonorisation	39
D3.7 Zones d'exclusion devant les enceintes	41
D3.8 Gestion du son sur scène	42

Dispositif 4 – Protections auditives individuelles	43
D4.1 Principaux éléments	44
D4.2 Exigences de performance	47
D4.3 Mise à disposition dans les lieux et les manifestations de divertissement	49
Dispositif 5 – Zones calmes	50
D5.1 Principaux éléments	51
D5.2 Conditions acoustiques dans les zones calmes	53
D5.3 Autres moyens d'offrir un répit aux oreilles	54
Dispositif 6 – Formations et informations	57
D6.1 Principaux éléments	58
D6.2 Formation	59
D6.3 Informations pour le public	59
D6.4 Identification d'un « lieu d'écoute sans risque » ou d'une « manifestation d'écoute sans risque ».	60
Adoption et mise en œuvre de la Norme de l'OMS pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement	61
Références bibliographiques	66
Annexe 1. Taxonomie des lieux musicaux	73
Annexe 2. Application des Lignes directrices de l'OMS relatives au bruit dans l'environnement dans la Région européenne	75
Annexe 3. Spectre des sons live et types de mesures du niveau sonore	79
Annex 4. L'importance de l'étalonnage	84
Annexe 5. Emplacement de la mesure du niveau sonore	86
Annexe 6. Procédure de détermination de la correction requis pour la mesure du niveau sonore	90
Annexe 7. Temps de réverbération appropriés pour de la musique amplifiée et traitement acoustique	92
Annexe 8. Problèmes acoustiques liés aux basses fréquences	99
Annexe 9. Répartition du son pour une écoute sans risque	103
Annexe 10. Niveaux sonores à proximité des enceintes	107
Annexe 11. Réduction du niveau sonore sur scène	109

Remerciements

Le présent document intitulé *Norme mondiale pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement* est le fruit d'une consultation mondiale menée par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), dans le cadre de son initiative « Écouter sans risque ». La norme a été rédigée par Shelly Chadha, de l'OMS, et Ian Wiggins, chercheur principal à la Faculté de médecine et des sciences de la santé de l'Université de Nottingham, en étroite collaboration avec un groupe de travail technique. L'équipe était dirigée par Alarcos Cieza, Bente Mikkelsen et Ren Minghui.

Les membres du groupe de travail technique qui ont contribué à l'élaboration et à la révision de cette norme mondiale sont les suivants : Anya della Croce (PETZI, Fédération suisse des clubs et festivals de musique à but non lucratif), Nicola Diviani (chercheur principal, Recherche suisse pour paraplégiques, chargé de cours, Université de Lucerne, Suisse), Raphael Elmiger (Office fédéral de la santé publique, Direction de la protection des consommateurs, Suisse), Dorte Hammershøi (professeure, Département des systèmes électroniques, Université d'Aalborg, Danemark), Adam Hill (professeur associé d'électroacoustique, Université de Derby, Royaume-Uni), Ricky Kej (compositeur et musicien lauréat d'un Grammy Award, Inde), Michael Kinzel (Global Segment Manager Live & Entertainment Venues, d&b audiotechnik), Marcel Kok (PDG, dBcontrol, Pays-Bas), Mark Laureyns (audiologiste, chargé de cours, Thomas More University College, Belgique, et président de l'Association européenne des audioprothésistes), Amarilis Meléndez (ORL, chef du département d'oto-rhino-laryngologie, Hôpital Santo Tomas, Panama), Johannes Mulder (technologue de la musique et maître de conférences, Université nationale australienne - ANU), Rick Neitzel (professeur, sciences de la santé environnementale et santé publique mondiale, Université du Michigan, États-Unis d'Amérique), Aderinola Olopade (PDG, Earcare Foundation Africa, Nigeria), Cory Portnuff (audiologiste, professeur adjoint de clinique, Université du Colorado, États-Unis d'Amérique), Janko Ramuscak (consultant principal, d&b audiotechnik), Sara Rubinelli (professeure, communication en matière de santé, Université de Lucerne et Recherche suisse pour paraplégiques, Suisse), Fiona Salter (consultante en médias de santé publique, Royaume-Uni).

Elizabeth Beach (ancienne directrice du département des sciences du comportement, National Acoustic Laboratories, Australie), Jonathan Burton (maître de conférences en technologie du son, des lumières et des événements en live, College of Science and Engineering, Université de Derby), Etienne Corteel (directeur de l'éducation et de la vulgarisation scientifique, L-Acoustics, France), Audrey Guerre (coordinatrice, Live DMA, France), Sharon G Kujawa (professeure d'oto-rhino-laryngologie, Harvard Medical School ; directrice de la recherche en audiologie et chercheuse principale, Massachusetts Eye and Ear), Jan de Laat (physicien médical, audiologiste, centre médical de l'Université de Leiden), Ken Liston (Université de Nottingham Trent, Confetti Institute of Creative Technologies), Isabelle Naegelen Schengen (Agence pour l'environnement, Luxembourg), Michael Santucci (président, Sensaphonics Ltd et membre, Audio Engineering Society, États-Unis d'Amérique), Robert Shephard (audiologiste consultant, Hôpital Spire Norwich, Royaume-Uni et British Association for Performing Arts Medicine), Bård Støfringsdal (spécialiste en chef, Acoustique, systèmes sonores et vidéo, COWI AS, Norvège) et Kjetil F. Wevling (directeur de l'éducation et des compétences, Kulturrom, Norvège) ont apporté des contributions techniques supplémentaires et révisé le projet de norme.

Le document a également bénéficié des apports du personnel de l'OMS suivant : Malachi Arunda, Ayrton Michael Hogan, Dorota Iwona Jarosińska, Kaloyan Kamenov et Annette Pruss-Ustun.

Résumé d'orientation

On estime à 1,1 milliard le nombre de jeunes dans le monde qui courent un risque de perte d'audition en raison de l'exposition au bruit dans les lieux de loisirs. Le risque de lésions auditives permanentes dues à une exposition dangereuse¹ est à la fois évitable et coûteux.

Face à cette menace croissante, les gouvernements, les organismes de santé publique, les personnes impliquées dans la création, la distribution et l'amplification de la musique, le secteur privé, la société civile et d'autres parties prenantes ont tous le devoir de comprendre les niveaux sonores auxquels les publics et les consommateurs sont exposés et de créer des environnements qui favorisent des comportements d'écoute sans risque.

Pour remédier à ce problème, l'OMS, dans le cadre de son initiative « Écouter sans risque », a rédigé un document intitulé *Norme mondiale pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement* (« la norme ») qui définit une conception commune de l'écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement. La norme comprend six « dispositifs » qui, lorsqu'ils sont mis en œuvre, permettent aux publics partout dans le monde de profiter de la musique amplifiée tout en protégeant leur audition et en préservant l'intégrité de l'expérience artistique :

Dispositif 1 – Limite de niveau sonore :² inférieure à 100 dB $L_{Aeq, 15 \text{ min}}$

Une limite supérieure de 100 dB $L_{Aeq, 15 \text{ min}}$ est imposée, ce qui permet de maintenir un niveau sonore sans risque et agréable pour le public.

Dispositif 2 – Contrôle du niveau sonore

Le contrôle sur place des niveaux sonores est effectué par un membre du personnel désigné à l'aide d'un équipement calibré.

1 Un comportement d'« écoute à risque » fait référence aux pratiques courantes d'écoute de musique ou d'autres contenus audio à un niveau sonore élevé et pendant une période prolongée.

2 Selon les *Lignes directrices de l'OMS relatives au bruit dans l'environnement dans la Région européenne et la norme mondiale de l'OMS-UIT pour les appareils et systèmes audio*.

Dispositif 3 – Acoustique des lieux et systèmes de sonorisation

Les systèmes de sonorisation et l'acoustique des lieux sont optimisés pour garantir une écoute sans risque et une meilleure qualité sonore.

Dispositif 4 – Protections auditives individuelles

Des protections auditives, telles que des bouchons d'oreille, accompagnées d'instructions appropriées, sont mises à la disposition des membres du public.

Dispositif 5 – « Zones calme »

Des zones calmes désignées sont à la disposition des membres du public afin de reposer leurs oreilles et de diminuer ainsi le risque de lésions auditives.

Dispositif 6 – Formations et informations

Le public et le personnel sont informés des mesures pratiques utiles permettant de garantir une écoute sans risque.

Les recommandations de la *Norme mondiale pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement* peuvent être mises en œuvre par les moyens énoncés ci-après.

- **Gouvernements** : via l'élaboration d'une législation ou d'une réglementation par les services gouvernementaux compétents, suivie d'un contrôle de conformité et de campagnes de sensibilisation du public. La perte d'audition est un problème de santé publique croissant et sa prévention se traduira à la fois par une amélioration de la qualité de vie et par des gains de productivité.
- **Propriétaires/responsables de lieux et de manifestations de divertissement** : tout ou partie des caractéristiques peuvent être adoptées délibérément. La protection de l'audition des clients et l'amélioration de leur expérience d'écoute sont des mesures commerciales judicieuses pour un secteur qui dépend de la capacité auditive des clients.
- **Acousticiens/ingénieurs/musiciens/organisateur d'événements et autres** : la nécessité de cette norme, son utilité et ses dispositifs peuvent être enseignés de manière formelle aux personnes impliquées dans la création musicale et dans la gestion de lieux ou de manifestations de divertissement. Limiter le risque de lésions auditives ne profitera pas seulement au public, mais aussi à ceux qui travaillent dans ces environnements.

Introduction

Listening to music using headphones or earphones, and attending venues or events that feature amplified music, are recreational activities enjoyed by millions of people every day. However, listening to music at high sound levels involves both pleasure and risks.

Chaque jour, des millions de personnes prennent plaisir à écouter de la musique à l'aide d'un casque ou d'écouteurs et à assister à des concerts dans des lieux qui proposent de la musique amplifiée. Toutefois, si l'écoute de la musique à des niveaux sonores élevés peut apporter du plaisir, elle n'est pas sans risque. L'exposition croissante à des niveaux sonores élevés dans le cadre d'activités de divertissement suscite de plus en plus d'inquiétude, car la participation régulière à de telles activités entraîne un risque de perte auditive irréversible (1-10).

L'OMS estime que plus d'un milliard de jeunes dans le monde sont exposés à un risque évitable de lésions auditives en raison de l'exposition au bruit dans les activités de loisirs (voir l'[Encadré 1](#)). Face à cette menace croissante, les gouvernements, les organismes de santé publique, les personnes impliquées dans la création, la distribution et l'amplification de la musique, le secteur privé, la société civile et d'autres parties prenantes ont le devoir de comprendre les niveaux sonores auxquels le public et les consommateurs sont exposés et de créer un environnement qui favorise des comportements d'écoute sans risque.

Encadré 1 :

Estimations par l'OMS des risques dus aux pratiques d'écoute dangereuses

Les estimations de l'OMS révèlent que (10) :

- Plus de 430 millions de personnes (5 % de la population mondiale) vivent avec une perte auditive invalidante résultant de diverses causes. Ce nombre est appelé à augmenter considérablement au cours des prochaines décennies si aucune mesure n'est prise pour atténuer les facteurs de risque de perte d'audition.
- 1,1 milliard de jeunes dans le monde pourraient être exposés à un risque de perte auditive en raison d'habitudes d'écoute dangereuses.
- Parmi les adolescents et les jeunes adultes âgés de 12 à 35 ans dans les pays à revenu intermédiaire ou élevé :
 - près de 40 % sont exposés à des niveaux sonores potentiellement nocifs dans des lieux de divertissement tels que les boîtes de nuit, les discothèques et les bars ;
 - près de 50 % sont confrontés au risque de perte auditive en raison du volume élevé ou de la durée prolongée d'écoute sur leurs systèmes audio personnels.

Pour faire face à la menace que représentent les pratiques d'écoute dangereuses, l'OMS a lancé l'initiative « Écouter sans risque »³ en 2015, laquelle a pour vision globale de veiller à ce que chacun, quel que soit son âge, puisse écouter ce qu'il aime sans compromettre son audition. L'objectif est de réduire le risque de perte auditive lié à une exposition dangereuse à des niveaux sonores élevés dans les lieux de loisirs. Dans le cadre de cette initiative, l'OMS et l'Union internationale des télécommunications ont publié en 2019 le document *Écouter sans risque : norme mondiale OMS-UIT pour les appareils et systèmes audio*. Cette norme mondiale a été élaborée par l'OMS afin de lutter contre le risque de perte auditive due à la musique amplifiée lors de manifestations dans des lieux tels que les boîtes de nuit, les discothèques, les bars, les concerts et les festivals.

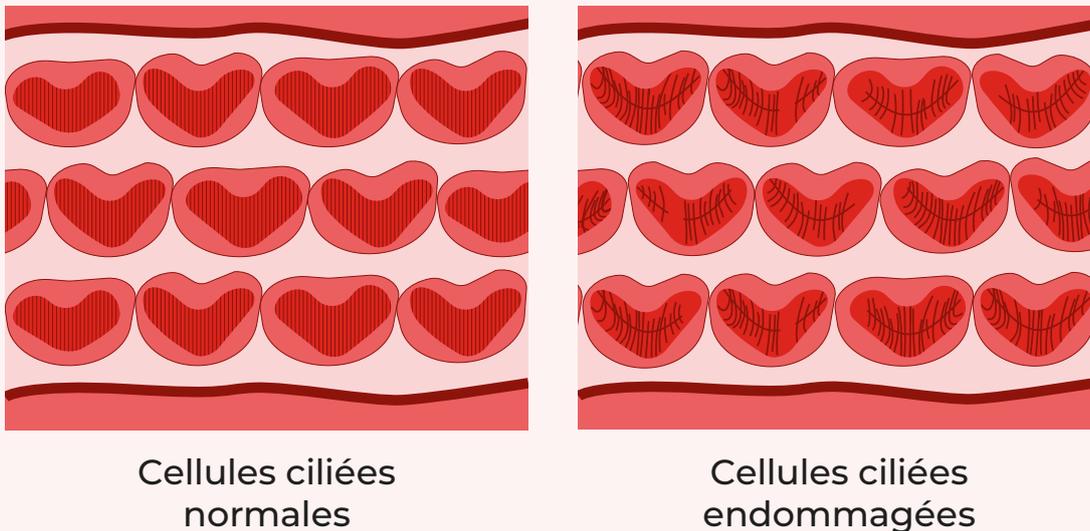
3 Initiative « Écouter sans risque » de l'OMS. 2015.
Voir : <https://www.who.int/activities/making-listening-safe>.

Comment une exposition sonore excessive nuit à l'audition

L'exposition répétée à des niveaux sonores élevés, pendant de longues durées, nuit de façon permanente au fonctionnement délicat de l'oreille interne (comme l'illustre la Figure 1). Les parties les plus vulnérables de l'oreille sont les cellules ciliées externes de la cochlée, qui rendent audibles les sons faibles en amplifiant la réponse de l'oreille à ces sons, et les connexions synaptiques entre les cellules ciliées internes et les fibres nerveuses auditives qui transmettent les informations sonores au cerveau (11).

Figure 1 :

Altération des cellules ciliées due à une exposition répétée à des niveaux sonores élevés.



Les lésions de l'oreille interne entraînent une variété de symptômes qui, s'ils ne sont pas traités, peuvent considérablement détériorer la qualité de vie d'une personne et avoir des conséquences à long terme sur sa santé mentale et son bien-être. La surexposition au bruit peut entraîner une perte d'audition, des acouphènes (bourdonnement ou sifflement dans les oreilles), voire les deux. L'exposition excessive aux sons peut entraîner des pertes auditives légères à sévères (12), et se traduire par :

- des difficultés de compréhension de la parole, en particulier en cas de bruit de fond ;
- une dégradation de la qualité de l'audition, par exemple une distorsion des sons, un manque de clarté ;
- des difficultés à distinguer les sons, notamment les différents instruments d'un orchestre.

Tout type de son peut provoquer une perte auditive permanente s'il est écouté à un niveau suffisamment élevé et pendant une durée suffisamment longue. Bien que ce phénomène soit généralement désigné par l'expression « perte d'audition due au bruit », il peut tout aussi bien être dû à l'écoute d'une musique particulièrement agréable qu'à l'exposition au bruit industriel (d'où les autres appellations couramment utilisées, « perte auditive due au son » ou « perte auditive due à la musique »). En effet, de nombreux musiciens et autres personnes travaillant dans l'industrie musicale ont subi des lésions auditives qui ont mis fin à leur carrière en raison d'une surexposition à des niveaux sonores élevés (13).

Les symptômes peuvent sembler de courte durée, par exemple une perte auditive temporaire ou des acouphènes qui disparaissent en quelques heures ou quelques jours. Cependant, même lorsque les symptômes à court terme ont complètement disparu, des lésions progressives et irréversibles de l'oreille interne peuvent perdurer plusieurs mois après (14). Les données montrent également que les oreilles qui ont été soumises à une surexposition vieillissent plus rapidement que les oreilles non exposées (15-17).

L'audiométrie tonale – le test de référence actuellement utilisé par les médecins et les audiologistes pour évaluer l'audition – peut détecter certaines formes de lésions de l'oreille dues à la surexposition à des niveaux sonores élevés, mais pas toutes (18, 19). Parfois, la perte auditive causée par une surexposition à des niveaux sonores élevés peut rester indétectable par les tests audiométriques de routine, conduisant à une « perte auditive cachée » (20, 21). Il est probable que cette dernière touche de nombreuses personnes ; chez les plus jeunes, elle est liée à l'exposition croissante à des niveaux sonores élevés dans des activités de divertissement (22).

La perte auditive causée par l'exposition à des niveaux sonores élevés est généralement irréversible. Bien que les personnes atteintes d'une telle perte auditive puissent bénéficier d'aides auditives ou d'implants cochléaires, il n'existe actuellement aucun traitement pour cette affection. Étant donné que la perte auditive liée au mode de vie vient s'ajouter au déclin naturel marqué de la fonction auditive associé au vieillissement (16), il est essentiel de préserver son audition en protégeant ses oreilles.

Prévention de la perte auditive par une écoute sans risque

« L'écoute sans risque » désigne un ensemble de pratiques et de comportements qui favorisent le plaisir de l'écoute de la musique amplifiée tout en réduisant le risque de lésions auditives permanentes. L'adoption de pratiques d'écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement permet aux spectateurs de continuer à profiter de la musique.

Le risque pour l'audition dépend de la combinaison du niveau sonore et de la durée cumulée d'exposition (voir l'**Encadré 2**). Dans un contexte de loisirs, l'écoute peut être rendue plus sûre :

- i) en réduisant le niveau sonore ; et/ou
- ii) en limitant la durée de l'exposition ; et/ou
- iii) en diminuant la fréquence d'exposition (c'est-à-dire en étant exposé moins souvent).

Encadré 2 :

Le principe d'égale énergie

Le principe d'égale énergie (23, 24) stipule que l'effet sonore total est proportionnel à la quantité totale d'énergie acoustique reçue par l'oreille, quelle que soit la répartition de cette énergie dans le temps – c'est-à-dire qu'un volume égal d'énergie acoustique est censé provoquer le même niveau de perte auditive, indépendamment de la manière et du moment où l'exposition a lieu. La quantité d'énergie double chaque fois que l'intensité sonore augmente de 3 dB. Par conséquent, une personne peut recevoir la même « dose sonore » en écoutant de la musique à 80 dB pendant 8 heures par jour qu'en écoutant 100 dB pendant 5 minutes.

Parmi les mesures simples que les personnes peuvent prendre pour réduire leur exposition au bruit, citons l'utilisation de protections auditives (bouchons d'oreille) et le repli régulier vers un espace plus calme pour permettre aux oreilles de se reposer. Parmi les dispositifs d'écoute sans risque de cette norme, plusieurs visent à rendre ces options plus accessibles aux membres du public.

Pour généraliser la réduction des risques, il est nécessaire de contrôler, et dans certains cas d'abaisser, les niveaux sonores dans les lieux et les manifestations de divertissement. Le contrôle efficace des niveaux sonores nécessite l'adhésion des parties prenantes à tous les échelons. Cela passe par l'élaboration et la mise en œuvre par les gouvernements de politiques et de réglementations fondées sur des données probantes, l'adoption de mesures de contrôle du son par les exploitants de sites et les professionnels de l'événementiel, ainsi que par la coopération et la formation des artistes, des techniciens et des ingénieurs du son.

État actuel des politiques et réglementations en matière d'écoute sans risque dans les lieux et manifestations de divertissement

Si de nombreux pays ont adopté des lois visant à protéger l'audition des employés sur le lieu de travail, à ce jour, ils sont relativement peu nombreux à avoir pris des dispositions pour protéger l'audition du public dans les lieux de divertissement (25, 26). En 2018, il a été constaté que 18 juridictions (en référence à des pays ou à des régions spécifiques au sein d'un pays) à travers le monde disposaient de réglementations, de politiques ou de lois visant à prévenir les pertes auditives dues à l'exposition sonore dans les lieux de divertissement.

Les politiques et les réglementations les plus détaillées et les plus complètes consacrées à la protection de l'audition des clients et des membres du public sont proposées par les nations européennes (notamment l'Autriche, la Belgique, la République tchèque, la France, l'Allemagne, l'Italie, les Pays-Bas, la Norvège, la Suède et la Suisse), bien que des exigences plus limitées soient également mises en œuvre dans certaines régions d'Amérique du Nord et du Sud. Les dispositifs qui figurent généralement dans les réglementations disponibles prévoient :

- une limite de niveau sonore ;
- l'obligation de surveiller le niveau sonore en temps réel ;
- la fourniture de bouchons d'oreille ;
- la mise en place de zones calmes (zones de pause sonore) ;
- la communication d'informations ou d'avertissements.

Les exigences spécifiques varient d'un pays à l'autre, trahissant un défaut de normalisation internationale. Pour combler cette lacune, l'OMS a travaillé avec les parties prenantes dans ce domaine dans le but de créer une norme mondiale de recommandations uniformes et fondées sur des données probantes.

Objectif et champ d'application de la Norme mondiale pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement

L'objectif de cette norme est de définir une conception commune des dispositifs d'écoute sans risque pour les lieux et les manifestations de divertissement. Ces dispositifs sont conçus pour permettre aux spectateurs du monde entier de profiter de la musique amplifiée tout en protégeant leur audition et en préservant l'intégrité de l'expérience artistique.

Cette norme s'applique à tous les lieux et manifestations de divertissement où le plaisir d'écouter de la musique amplifiée est l'une des principales motivations des spectateurs, qu'il s'agisse de grands festivals organisés sur plusieurs jours ou de petits bars et clubs des centres-villes (voir l'[annexe 1](#) pour la liste complète des lieux concernés). Bien que chaque lieu ou événement soit confronté à des problématiques différentes et puisse exiger des solutions spécifiques, les mêmes principes et les dispositifs d'écoute sans risque de cette norme sont destinés à s'appliquer à tous les types de lieux et de manifestations.

La présente norme a vocation à protéger l'audition du public qui assiste à des manifestations ou se rend dans des lieux aux seules fins de se divertir. Le personnel et les autres personnes présents à titre professionnel ne sont pas couverts et doivent bénéficier d'une protection dans le cadre de la réglementation sur le bruit au travail. De même, la norme n'aborde pas les questions de nuisance sonore pour le voisinage : ces questions sont traitées séparément dans la réglementation sur la pollution sonore environnementale et la politique d'aménagement du territoire. Néanmoins, le contrôle efficace des niveaux sonores dans le cadre d'une manifestation ou dans un lieu de divertissement peut contribuer, en partie, à limiter les plaintes des voisins.

Il est important de noter que les dispositifs d'écoute sans risque proposés dans cette norme ont vocation à réduire à un niveau acceptable le risque de lésions auditives induites par le son. Le risque ne pourrait être totalement éliminé qu'en imposant une limite de niveau sonore qui serait trop basse et inacceptable pour le public et les artistes, et impossible à mettre en œuvre dans la plupart des concerts live (27). Les personnes qui fréquentent régulièrement les lieux ou les manifestations où est jouée de la musique amplifiée, ou qui présentent une vulnérabilité préexistante, doivent prendre des précautions supplémentaires pour protéger leur audition.

Élaboration de la Norme mondiale pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement

La Norme mondiale pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement a été élaborée dans le cadre d'un processus de collaboration dirigé par l'OMS avec la participation de divers groupes de parties prenantes, notamment des musiciens, des exploitants de lieux, des organisateurs de manifestations, des organismes professionnels, des groupes de consommateurs, des organismes de normalisation internationaux, des organismes publics et des organisations non gouvernementales. Des experts dans les domaines de l'audiologie, de l'otologie, de la santé publique, de l'épidémiologie, de l'acoustique et de l'ingénierie du son ont apporté leur contribution.

Le dispositif central de cette norme porte sur l'application d'une limite de niveau sonore dans les lieux et les manifestations de divertissement et s'inspire des Lignes directrices relatives au bruit dans l'environnement dans la Région européenne (23) (voir l'annexe 2). Les autres dispositifs venant en appui sont fondés sur l'avis d'experts et sur les éléments suivants :

- i) un examen des données disponibles dans la littérature scientifique ;
- ii) une consultation et des entretiens approfondis avec des professionnels de l'ensemble du secteur de l'industrie musicale ;
- iii) une enquête en ligne portant sur les attitudes des personnes qui fréquentent les lieux et les spectacles musicaux, réalisée en anglais, français, chinois, russe et espagnol ; et
- iv) des sessions d'information ouvertes, des consultations et des appels à contribution auprès des partenaires, notamment des études de cas et des exemples.

Mise en œuvre de la Norme mondiale pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement

Cette norme peut servir de cadre aux gouvernements qui souhaitent élaborer leurs propres lignes directrices, réglementations et modèles de financement en faveur d'une écoute sans risque, en tenant compte des conditions, de la culture et de l'approche législative locales et en intégrant les points de vue des parties prenantes sur place. Les dispositifs d'écoute sans risque décrits peuvent également être adoptés et appliqués sur la base du volontariat par les exploitants de lieux, les organisateurs d'événements et les musiciens qui souhaitent suivre les meilleures pratiques et protéger l'audition de leur public. Toutes les parties prenantes, y compris les organismes de réglementation, les propriétaires ou exploitants de lieux, les musiciens et la société civile, devraient s'associer dans cet effort visant à réduire le risque de perte auditive au sein de la population. D'autres idées concernant la mise en œuvre sont abordées dans la section : « Adoption et mise en œuvre de la Norme mondiale de l'OMS pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement ».

Définition des termes utilisés dans les dispositifs d'écoute sans risque

Acouphène :

La perception de bruits dans la tête et/ou l'oreille sans qu'ils aient été émis par une source extérieure – souvent perçus comme un « bourdonnement dans les oreilles » après une exposition à des niveaux sonores élevés.

Absorption acoustique :

Suppression de l'énergie acoustique de l'air, lorsque le son frappe un objet ou une surface et est partiellement dissipé par une augmentation imperceptible de la chaleur.

Acteur responsable :

Une personne ayant l'autorité et les moyens de régler le niveau sonore dans un **lieu** ou lors d'une **manifestation**.

Backline :

Les amplificateurs et enceintes placés derrière le groupe sur scène ; généralement, le matériel des musiciens sert à amplifier les guitares électriques, les guitares basses ou les claviers.

Calibreur :

Un dispositif compact qui génère une tonalité à une fréquence et un niveau de pression acoustique connus (généralement une tonalité de 1000 Hz à 94 dB SPL ou 114 dB SPL) – le calibreur est placé sur le microphone du **système de mesure du niveau sonore** pour vérifier que les niveaux sonores sont mesurés avec précision et pour ajuster la sensibilité si nécessaire.

Client :

Synonyme de **membre du public**.

Correction :

La ou les valeurs (lorsqu'une correction spécifique à la bande de fréquences est effectuée) qui doivent être ajoutées au **niveau sonore** mesuré à la **position de mesure à long terme** pour estimer le **niveau sonore** correspondant à la **position de mesure de référence**.

Décibel (dB) :

Unité relative utilisée pour mesurer l'intensité d'un son en le comparant à une valeur de référence sur une échelle logarithmique ; de nombreux types de mesures acoustiques sont exprimés en décibels.

Delay fill :

Un ou plusieurs **haut-parleurs** secondaires qui servent à diffuser le son à l'arrière de la zone **du public** lorsque les **enceintes principales** ne sont pas en mesure de couvrir adéquatement cette zone ; le signal vers le(s) delay fill(s) est retardé par des moyens électroniques ou numériques de sorte que le son est parfaitement synchronisé, ou avec un léger retard, avec le son provenant des **enceintes principales**.

Diffuseur acoustique :

Un objet, un matériau ou un traitement de surface qui assure la **diffusion acoustique**.

Diffusion acoustique :

La propagation de l'énergie acoustique dans plusieurs directions, lorsque le son se réfléchit sur une surface convexe ou irrégulière.

Dispositif d'absorption acoustique :

Un objet, un matériau ou un traitement de surface qui assure l'absorption **acoustique**.

Dose sonore :

Mesure de l'**exposition sonore** cumulée, souvent exprimée en pourcentage d'une exposition de référence.

Drum fill :

Enceinte latérale de monitoring qui permet à un batteur d'entendre les autres musiciens par-dessus le son acoustique (généralement très intense) de la batterie.

Enceinte de monitoring :

Enceinte placée sur la scène et faisant face aux artistes pour leur permettre d'entendre leur propre performance.

Enceinte out-fill :

Un ou plusieurs **haut-parleurs** secondaires, utilisés pour diffuser le son vers les côtés de la **zone du public** lorsque les **enceintes principales** ne peuvent pas couvrir adéquatement ces zones.

Enceinte point-source :

Une unité simple de **haut-parleurs** (comprenant généralement plusieurs enceintes pour gérer différentes parties du spectre de fréquences) qui émet une onde sonore de forme plutôt sphérique ; typique du type de haut-parleur de sonorisation couramment utilisé lors de petites **manifestations** ou dans des **lieux** de moindre dimension.

Enceinte/haut-parleur :

Un élément du **système de sonorisation** qui convertit un signal électrique en énergie acoustique (son).

Enceintes principales :

Les **enceintes principales** diffusent le son à bande large à la majorité du **public**.

Exposition sonore :

L'énergie acoustique cumulée qu'un **membre du public** reçoit au cours d'une ou plusieurs fréquentations d'un **lieu** ou d'une **manifestation**.

Façade (FOH) :

L'endroit lors d'une **manifestation** ou dans un **lieu de divertissement** à partir duquel l'**ingénieur du son** mixe une performance.

Front fill :

Une ou plusieurs **enceintese** secondaires, généralement placés sur le devant de la scène et utilisés pour orienter le son vers les premiers rangs du **public**.

Hyperacousie :

Une sensibilité accrue qui rend les sons quotidiens beaucoup plus forts qu'ils ne le sont, ce qui entraîne parfois des douleurs ou une gêne.

Ingénieur de moniteur :

Ingénieur du son chargé de faire fonctionner le système de monitoring de retour du son, qui permet aux artistes de s'entendre eux-mêmes et mutuellement sur scène.

Ingénieur du son :

La personne responsable de la manipulation du son diffusé par le **système de sonorisation** en vue d'obtenir un mixage équilibré et agréable pour le **public** – il s'agit souvent, mais pas nécessairement, de l'**acteur responsable**.

Le principe d'égale énergie :

L'hypothèse selon laquelle l'effet sonore total est proportionnel à la quantité totale d'énergie sonore reçue par l'oreille, quelle que soit la répartition de cette énergie dans le temps.

Lieu favorisant une écoute sans risque :

Un **lieu** qui adopte et encourage les pratiques d'écoute sans risque en mettant en œuvre les dispositifs décrits dans la norme.

Lieu :

Un endroit à couvert ou en plein air qui est régulièrement fréquenté par un **public**, où le plaisir d'écouter de la musique amplifiée est l'une des principales motivations des spectateurs.

Limite de niveau sonore effective :

Une **limite de niveau sonore** corrigée qui tient compte d'une différence de **niveau sonore** entre la **position de mesure à long terme** et la **position de mesure de référence**.

Limite de niveau sonore :

Un **niveau sonore** qui ne doit pas être dépassé à la **position de mesure de référence**.

Limiteur :

Dispositif électronique qui empêche l'amplitude d'un signal de dépasser une valeur prédéterminée en atténuant les pics dépassant un certain seuil ; utilisé comme dispositif de sécurité pour empêcher un **système de sonorisation** de générer des **niveaux de pression acoustique de crête** dangereusement élevés.

Line array :

Système de **haut-parleurs** comprenant plusieurs enceintes montées en ligne (généralement verticalement) ; habituellement utilisé comme **enceintes principales** dans les **lieux** et **manifestations** de moyenne ou de grande envergure afin de distribuer le son de manière uniforme dans la **zone du public**.

Manifestation favorisant une écoute sans risque :

Une **manifestation** qui adopte et encourage les pratiques d'écoute sans risque en mettant en œuvre les dispositifs décrits dans la norme.

Manifestation :

L'occasion pour un **public** de se rendre dans un **lieu** ou tout autre site, où le plaisir d'écouter de la musique amplifiée est l'une des principales motivations des spectateurs.

Membre du public :

Une personne qui assiste à une **manifestation** dans un **lieu** dédié aux divertissements.

Mode de résonance d'un local :

L'une des nombreuses résonances à basse fréquence qui existent dans une pièce lorsqu'elle est excitée par une source sonore. Il résulte de l'interférence cohérente entre les fronts d'onde qui rebondissent sur les surfaces d'une pièce et peut donner lieu à une réponse inégale des basses dans les **lieux** de petite dimension.

Moniteur de scène/Wedge :

Synonyme de **retour de scène**.

Niveau de pression acoustique de crête :

Le niveau sonore instantané de crête mesuré avec la pondération fréquentielle C sans pondération temporelle ni moyenne (L_{Cpeak}) ; une mesure des niveaux sonores les plus élevés qui se produisent lors de sons impulsionnels soudains dans la musique.

Niveau sonore :

Le niveau sonore continu équivalent avec la pondération fréquentielle A (moyenné dans le temps) mesuré avec un intervalle de temps moyen de 15 minutes ($L_{Aeq, 15 min}$).

Niveaux sonores :

Terme utilisé pour décrire les niveaux de pression acoustique en général, sans pondération fréquentielle spécifique ni fenêtre d'intégration temporelle.

Partie responsable :

La personne ou l'organisation qui a la responsabilité finale de s'assurer que les dispositifs d'écoute sans risque sont correctement mis en œuvre et que la **limite de niveau sonore** n'est pas dépassée dans un **lieu** ou lors d'une **manifestation**.

Perte auditive cachée :

Atteinte neurodégénérative de l'oreille interne qui n'est pas détectée par les tests habituels de sensibilité du seuil d'audition et qui peut pourtant causer des difficultés telles que la compréhension de la parole dans un environnement bruyant, des **acouphènes** et de l'**hyperacousie**.

Perte d'audition due au bruit :

Perte auditive due à l'exposition à des niveaux sonores élevés. Cette exposition peut avoir lieu dans des environnements récréatifs ou professionnels. Le terme englobe les pertes auditives dues à la musique et aux sons en général.

Politique relative à une écoute sans risque :

Une politique rédigée par la **partie responsable**, ou en son nom, qui définit les mesures à prendre pour assurer des conditions d'écoute sans risque dans un **lieu** ou lors d'une **manifestation**.

Pondération A :

Fonction de pondération fréquentielle utilisée pour mesurer les **niveaux sonores** lorsque l'objectif est d'évaluer le risque de lésions auditives ; met l'accent sur les fréquences moyennes et imite la sensibilité de l'ouïe humaine aux sons à des niveaux de pression acoustique (SPL) faibles à modérés.

Pondération C :

Fonction de pondération fréquentielle qui pondère les fréquences de manière relativement égale sur la majeure partie de la bande passante audio (20 Hz à 20 kHz) ; imite la sensibilité de l'audition humaine aux sons à des niveaux de pression acoustique élevés.

Position de mesure à long terme :

La position dans un **lieu** ou une **manifestation** où le microphone de mesure (un composant du **système de mesure du niveau sonore**) est placé pendant le contrôle continu des niveaux sonores.

Position de mesure de référence :

Une position pré-établie dans un lieu ou lors d'une manifestation, à partir de laquelle la conformité avec la **limite de niveau sonore** doit être évaluée.

Protection auditive individuelle :

Dispositifs tels que les bouchons d'oreille portés par une personne pour réduire sa propre **exposition sonore**.

Public :

Un membre **ou plusieurs membres du public** considérés collectivement.

Qualité sonore :

L'impression subjective globale de la qualité (par exemple, clarté, transparence, naturel, impact, punch, plénitude sonore, fidélité, dynamisme) du son entendu par le **public**.

Retour de scène :

Un type **d'enceinte** avec un dos incliné qui, lorsqu'elle est positionnée sur la scène, oriente le son vers le haut, vers les artistes ; souvent appelé « wedge ».

Réverbération :

La multitude de réflexions qui se produisent lorsque le son rebondit de manière répétée sur les parois d'une pièce, entraînant la persistance des sons jusqu'à quelques secondes après que sa source a cessé d'émettre.

Side-fill :

Un type de **haut-parleur** de monitoring placé sur le côté de la scène qui sert à diffuser le son aux artistes qui ne sont pas à portée d'un **retour de scène**.

Signal de test :

Un signal numérique ou électronique reproductible transmis par le **système de sonorisation** pour déterminer la **correction** requise entre la **position de mesure à long terme** et la **position de mesure de référence**.

Subwoofer/Caisson de basse :

Un **haut-parleur** destiné à la reproduction des fréquences sonores les plus basses (graves) inférieures à environ 100 Hz.

Système audio :

Synonyme de **système de sonorisation**.

Système de mesure du niveau sonore :

Un microphone de mesure associé à un instrument de mesure et à un affichage visuel installés dans un **lieu** ou lors d'une **manifestation** dans le but de contrôler le niveau sonore.

Système de sonorisation :

L'ensemble des équipements électroniques qui reproduisent ou renforcent la musique amplifiée dans un **lieu** ou lors d'une **manifestation**, comprenant généralement des microphones, une table de mixage, des processeurs de signaux, des amplificateurs et des **enceintes**.

Système in-ear (IEM) :

Une alternative à l'utilisation **d'enceintes de monitoring** qui permet à chaque artiste d'avoir un retour audio personnalisé par le biais d'un écouteur intra-auriculaire (oreillette).

Temps de réverbération (RT60) :

Propriété d'un local qui décrit le temps nécessaire à l'énergie sonore pour diminuer d'une valeur donnée (60 dB) ; parfois, le RT60 (ou T60) est mesuré en chronométrant la diminution sur une plus petite plage et en multipliant ce temps par un facteur approprié (par exemple, en mesurant le temps nécessaire à l'énergie pour diminuer de 30 dB et en le multipliant par un facteur de 2, on obtient une mesure appelée T30).

Valeur de protection présumée :

L'atténuation en décibels (dB) censée être obtenue dans une bande spécifique d'octave par une marque et un modèle particulier de **protection auditive individuelle**, par au moins 84 % des individus.

Vibrateur de basses :

Transducteur tactile généralement fixé au tabouret d'un batteur pour lui permettre de contrôler sa grosse caisse par le biais de vibrations à basse fréquence transmises au corps, ce qui évite d'avoir recours à une **enceinte de monitoring de subwoofer/enceinte drum fill**.

Zone calme :

Zone dans un **lieu** ou lors d'une **manifestation** où les niveaux sonores sont volontairement maintenus à un niveau plus bas, c'est-à-dire un endroit où les **membres du public** peuvent reposer leurs oreilles.

Zone du public :

Tous les emplacements dans un **lieu** ou lors d'une **manifestation** dont on peut raisonnablement s'attendre à ce qu'ils soient occupés par un **membre du public**.

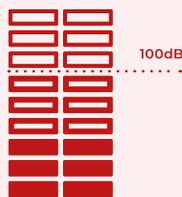
Zone principale du public :

La zone principale dans un **lieu** ou lors d'une **manifestation** normalement occupée par les **membres du public** qui écoutent de la musique (par exemple, la zone devant la scène ou la piste de danse principale) ; la zone principale réservée au public s'étend du premier rang jusqu'à l'arrière de la zone normalement occupée par le public (ou, pour les lieux dotés d'un balcon, du premier rang jusqu'au bord avant du balcon).

1

Dispositif 1 – Limite de niveau sonore

Niveau sonore inférieur à 100 dB $L_{Aeq, 15 \text{ min}}$



Dispositif 1 – Limite de niveau sonore

Niveau sonore inférieur à 100 dB $L_{Aeq, 15 \text{ min}}$

- 1)) Le premier dispositif spécifie une limite de niveau sonore dans les lieux et lors des manifestations.
- 1)) Le fait de maintenir le niveau sonore en dessous de cette limite permet au public de vivre une expérience plus sûre et plus agréable.
- 1)) La limite de niveau sonore s'applique à une position de mesure de référence définie pour chaque lieu ou manifestation.
- 1)) Il s'agit d'une limite supérieure et non d'un objectif souhaité ; un niveau sonore nettement inférieur à la limite conviendrait à de nombreux lieux et manifestations.
- 1)) Une limite plus basse devrait être appliquée dans les manifestations destinées aux enfants.
- 1)) Il est important de désigner, pour chaque lieu ou manifestation, la personne chargée de veiller à ce que le niveau sonore soit maintenu en dessous de la limite.
- 1)) Les sites où sont organisées des manifestations locales peuvent avoir besoin d'un accompagnement extérieur pour être en mesure de respecter la limite de niveau sonore.

D1.1 Principaux éléments

D1.1.1 Le contrôle du niveau sonore est l'un des aspects essentiels de la protection de l'audition des membres du public dans les lieux et lors de manifestations de divertissement. Le premier dispositif définit une limite de niveau sonore qui s'efforce de concilier la nécessité de protéger l'audition, d'une part, et de répondre aux attentes du public et à la liberté d'expression artistique, d'autre part.

D1.1.2 La limite de niveau sonore recommandée est de 100 dB $L_{Aeq, 15 \text{ min}}$, évaluée à la **position de mesure de référence** (voir l'[annexe 5](#)).

D1.1.3 La limite de niveau sonore est définie comme un niveau sonore continu équivalent (également appelé valeur moyenne du niveau sonore dans le temps), L_{eq} , exprimé en décibels.⁴

Ce type de mesure est parfaitement indiqué pour les lieux de divertissement, où les niveaux sonores fluctuent dans le temps. Le niveau sonore continu équivalent est le niveau sonore constant qui, sur une période donnée, aurait la même énergie totale que le niveau sonore fluctuant.

D1.1.4 La limite de niveau sonore est définie comme un niveau sonore continu équivalent avec une **pondération A**, L_{Aeq} . La pondération A est une pondération fréquentielle couramment utilisée pour évaluer le risque de lésions auditives induites par le son. Elle se rapproche de la sensibilité de l'audition humaine à des sons de différentes fréquences.⁴ Les raisons de son utilisation sont résumées à l'**annexe 3**.

Il est important de noter que la limite de niveau sonore de 100 dB $L_{\text{Aeq, 15min}}$ n'élimine pas, et ne peut pas éliminer, tout risque qu'un membre du public souffre de lésions auditives dues au son, en particulier s'il fréquente assidûment les lieux ou spectacles musicaux.

D1.1.5 La limite de niveau sonore est définie avec un intervalle de temps moyen de 15 minutes, $L_{\text{Aeq, 15min}}$.

Le niveau sonore indiqué à un moment donné est influencé par ce qui s'est passé pendant les 15 minutes précédentes. Il s'agit d'une mesure de moyenne mobile, ce qui signifie que le niveau sonore est continuellement actualisé, au lieu d'être mesuré par périodes discrètes de 15 minutes.

L'utilisation d'un intervalle de temps moyen de 15 minutes correspond aux préférences des ingénieurs du son lors de prestations en live et présente des avantages par rapport à des intervalles plus courts (par exemple 1 minute) ou plus longs (par exemple 60 minutes) (29, 30). Un intervalle de 15 minutes est suffisamment long pour permettre de préserver la dynamique naturelle (les hauts et les bas en termes d'intensité) d'un spectacle musical, tout en étant suffisamment court pour fournir aux ingénieurs du son les informations utiles dont ils ont besoin pour contrôler efficacement le niveau sonore (voir l'**annexe 2**).

D1.1.6 La limite de niveau sonore de 100 dB $L_{\text{Aeq, 15min}}$ a pour but de réduire l'exposition du public à des niveaux sonores inutilement dangereux et, par conséquent, l'incidence mondiale de la perte auditive due au son dans les environnements de divertissement. Elle découle des limites fondées sur des données probantes recommandées dans les *Lignes directrices de l'OMS relatives au bruit dans l'environnement dans la Région européenne* (23) (voir l'**annexe 2** pour de plus amples informations).

⁴ Commission électrotechnique internationale, 2013. CEI 61672-1:2013.
Voir : <https://webstore.iec.ch/publication/5708>.

D1.2 Applicabilité

D1.2.1 La limite de niveau sonore s'applique à la **position de mesure de référence**, qui se réfère à une position pré-établie spécifique à chaque lieu ou manifestation (voir l'[annexe 5](#)). Le niveau sonore à la position de mesure de référence est censé être représentatif de celui auquel la majorité du public est exposée.

D1.2.2 La zone principale du public est l'espace central (situé devant la scène ou la piste de danse principale) normalement occupé par les membres du public qui écoutent la musique. Elle s'étend du premier rang jusqu'à l'arrière de la zone habituellement occupée par le public (ou, pour les lieux dotés d'un balcon, du premier rang jusqu'au bord avant du balcon). (Voir l'[annexe 5](#) pour une représentation visuelle de la zone principale du public).

D1.2.3 La limite de niveau sonore s'applique chaque fois que du public est présent dans un lieu ou lors d'une manifestation. Cela signifie que le niveau sonore moyen sur 15 minutes, mesuré sur la base d'une moyenne mobile, ne doit à aucun moment dépasser 100 dB $L_{Aeq,15min}$ en présence de public.

D1.3 Niveaux de pression acoustique de crête

D1.3.1 La limite de niveau sonore de 100 dB $L_{Aeq,15min}$ peut sembler faible si on la compare aux niveaux sonores des concerts de rock qui, selon les médias, atteignent 125 dB et plus. Cependant, il est important de reconnaître que les acousticiens utilisent de nombreux types de mesure différents pour définir les niveaux sonores, et bien qu'ils soient tous exprimés en décibels, ils ne sont pas équivalents et ne se prêtent pas à une comparaison directe. Un concert mixé de sorte à respecter la limite de 100 dB $L_{Aeq,15min}$ peut néanmoins inclure par moments des niveaux sonores (quantifiés L_{AFmax} ou L_{Cpeak} par exemple) qui dépassent couramment les 100 dB (voir l'[annexe 3](#) pour plus d'explications).

D1.3.2 Les sons momentanés suffisamment intenses, tels ceux que produisent les moyens pyrotechniques, les canons ou les systèmes de sonorisation puissants, peuvent causer des dommages mécaniques immédiats et durables à l'oreille. Ce phénomène est différent de la perte auditive due au son qui se développe progressivement et qui résulte d'une exposition prolongée et répétée à des niveaux sonores moyens élevés. Bien qu'il ne fasse aucun doute que des pics sonores intenses puissent causer des lésions auditives aiguës, il n'existe aucun consensus sur un seuil de sécurité (23). Alors que les recherches se poursuivent, les recommandations actuelles fondées sur des données probantes peuvent être appliquées, par exemple, 140 dB L_{Cpeak} (niveau de pression acoustique de crête instantané avec pondération C) pour les niveaux sonores momentanés, afin de prévenir les lésions auditives immédiates (31).

Remarque : les membres du public debout ou assis près des haut-parleurs ou de la scène peuvent être exposés à des niveaux sonores plus élevés. Les membres du public à distance des haut-parleurs ou de la scène peuvent être exposés à des niveaux sonores plus faibles. Cet aspect est mentionné dans le Dispositif 3.

D1.3.3 Lorsque le système de sonorisation est capable, en principe, de produire des niveaux de crête supérieurs à 140 dB L_{Cpeak} , le volume sonore doit être contrôlé par un limiteur électronique à action rapide afin d'éviter de tels niveaux dans les endroits où le public se rassemble habituellement. Le but du limiteur n'est pas de couper ou de faire taire la musique quand le niveau sonore devient trop élevé : il s'agit de se protéger contre les pics extrêmes soudains en plafonnant le niveau auquel le système de sonorisation les reproduira (voir l'[annexe 3](#)).

D1.4 Rôles et responsabilités

D1.4.1 Le contrôle efficace des niveaux sonores sur les lieux et lors de manifestations de divertissement exige une volonté commune et une coopération entre de multiples parties prenantes – des musiciens aux ingénieurs du son, en passant par les exploitants de lieux et les organisateurs de manifestations.

Néanmoins, il est important que pour chaque lieu ou manifestation, une **partie responsable** soit identifiée et assume l'entière responsabilité de veiller à ce que les dispositifs d'écoute sans risque soient correctement mis en œuvre. La partie responsable est généralement la personne ou l'organisation qui est légalement responsable de la manifestation, comme le propriétaire du lieu ou l'organisateur.

D1.4.2 La partie responsable devrait élaborer une **politique écrite relative à une écoute sans risque** qui énonce les mesures à prendre pour assurer des conditions d'écoute sûres, incluant notamment la clarification des rôles et responsabilités individuels et des conseils ou des procédures normalisées à respecter.

D1.4.3 Lorsqu'il est nécessaire que des tiers – par exemple, des artistes, des ingénieurs du son ou des agents d'artistes – jouent un rôle dans la mise en œuvre de conditions d'écoute sans risque, ces exigences doivent être codifiées sous forme de relation contractuelle formelle.

D1.4.4 Pour chaque lieu ou manifestation, la partie responsable doit s'assurer qu'un **acteur responsable** est désigné pour contrôler périodiquement le niveau sonore (voir [Dispositif 2 – Contrôle du niveau sonore](#)) et pour effectuer tous les ajustements nécessaires afin de maintenir le niveau sonore en dessous de la limite supérieure.

D1.4.5 Le rôle de l'**acteur responsable** peut être assuré par un système automatisé capable de traiter et d'interpréter les données de mesure du niveau sonore et de faire les ajustements appropriés pour s'assurer que la limite de niveau sonore n'est pas dépassée.

Le fonctionnement d'un tel système serait différent de celui d'un limiteur électronique classique en ce sens qu'il ne serait généralement nécessaire d'effectuer que des ajustements graduels (et, idéalement, transparents pour la perception) du niveau de sortie du système de sonorisation.

D1.5 Considérations

D1.5.1 Le respect de la limite de niveau sonore peut poser un sérieux problème dans certains lieux, en particulier les petites salles où de la musique est jouée en live (voir l'**Encadré 3**). Même lorsque toutes les mesures raisonnablement applicables ont été prises, des dépassements de la limite de niveau sonore peuvent encore se produire, ces phénomènes échappant au contrôle de l'acteur responsable. Les gouvernements et les autorités locales sont fortement encouragés à tenir compte de ces limitations, lorsqu'ils élaborent une législation ou des protocoles d'application basés sur cette norme.

D1.5.2 Il est courant de voir le niveau sonore des concerts et en discothèque augmenter régulièrement au cours de la soirée, parfois de 10 à 15 dB L_{Aeq} (32, 33).

Ces hausses ne sont pas toujours délibérées et, dans certains cas, résultent d'une augmentation progressive du volume pour compenser la fatigue auditive croissante de la personne chargée de régler le volume.

Lorsqu'une augmentation progressive du niveau sonore est souhaitée, par exemple quand un concert approche de son moment fort, il est conseillé de commencer par un niveau sonore relativement modéré pour pouvoir l'augmenter par la suite, tout en restant en deçà de la limite de niveau sonore. Dans certains cas, il peut être nécessaire pour les exploitants de salles ou les organisateurs d'imposer une obligation contractuelle aux groupes qui jouent en première partie (et/ou à leur ingénieur du son) de respecter une limite inférieure, afin de garantir que le groupe principal puisse jouer « plus fort » tout en respectant la limite de niveau sonore de 100 dB $L_{Aeq, 15min}$.

D1.5.3 Pour les lieux ou les manifestations réservés aux enfants, la limite de niveau sonore doit être abaissée. Le système auditif encore en développement des enfants peut être plus vulnérable aux lésions induites par le son que le système auditif mature des adultes, et les enfants sont moins à même de prendre des décisions libres et éclairées concernant leur exposition au son (34).

Aucun élément évident n'indique dans quelle mesure la limite de niveau sonore devrait être abaissée pour les lieux ou les manifestations destinés spécifiquement aux enfants. Cependant, sur la base de précédents internationaux (25, 26), lorsqu'une manifestation s'adresse principalement à des enfants, la limite de niveau sonore devrait être réduite au moins à 94 dB $L_{Aeq, 15min}$, et à 90 dB $L_{Aeq, 15min}$ voire moins pour les manifestations destinées aux jeunes enfants. Les niveaux de pression acoustique de crête dans les lieux ou les manifestations destinés spécifiquement aux enfants ne devraient pas dépasser 120 dB L_{Cpeak} (31) (voir l'**annexe 3**).

Encadré 3 :**La difficulté à contrôler le niveau sonore dans les petites salles où de la musique est jouée en live**

Dans les bars, clubs ou autres lieux qui ne diffusent que de la musique pré-enregistrée, le niveau sonore peut être contrôlé en réglant simplement le volume à un niveau approprié. La situation est plus complexe dans les lieux où de la musique est jouée en live. Les niveaux sonores peuvent changer de manière imprévisible à tout moment au cours d'un spectacle live et, en particulier dans les petites salles à couvert, le son puissant diffusé par les instruments sur scène (comme les batteries, les amplificateurs de guitare électrique et les enceintes de monitoring) peut entraîner un dépassement de la limite de niveau sonore, indépendamment du son provenant des enceintes principales. En l'absence de prise de mesures adéquates en amont, l'ingénieur du son peut se retrouver dans l'impossibilité de réduire le niveau sonore pendant le déroulement d'un spectacle.

Il est ressorti d'un contrôle du niveau sonore sur le long terme de plus de 600 concerts organisés dans 50 salles en Norvège que ce niveau à la table de mixage de façade dépassait 100 dB $L_{Aeq,15min}$ dans environ un tiers des concerts (35). Les niveaux supérieurs à 100 dB $L_{Aeq,15min}$ étaient plus fréquents dans les petites salles (hauteur sous plafond < 4 m/capacité d'accueil < 350 personnes) que dans les grandes salles. Ces résultats sont cohérents avec les rapports d'autres pays indiquant que, si les ingénieurs du son professionnels mixent souvent volontairement les spectacles à 100 dB $L_{Aeq,15min}$ ou moins dans les grandes salles (36), les niveaux sonores dans les salles de concert de petite et moyenne dimension dépassent fréquemment 100 dB $L_{Aeq,15min}$ (37).

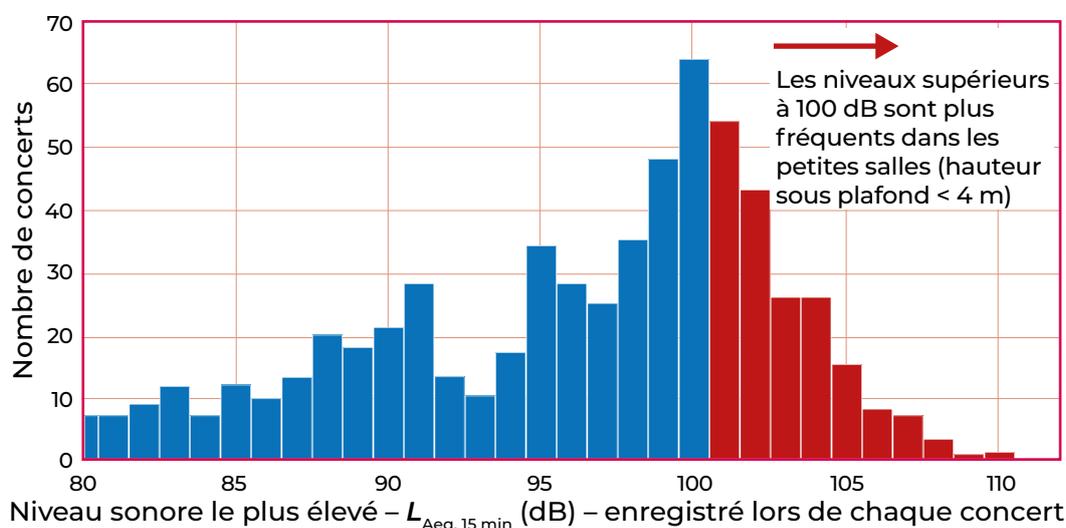


Image adaptée et reproduite avec l'aimable autorisation de Morten Andreas Edvardsen extraite de sa thèse intitulée *Analysis measurements from Norwegian venues for amplified music*, de l'université norvégienne de sciences et de technologie.

Encadré 3 :**La difficulté à contrôler le niveau sonore dans les petites salles où de la musique est jouée en live (continué)**

Des recherches menées pour le gouvernement flamand confirment que, dans les petites salles de concert, le niveau sonore global dépend généralement du niveau de la source la plus forte sur scène, le plus souvent une batterie acoustique.

Une étude de cas menée dans une petite salle typique a révélé que le niveau sonore au milieu de la salle s'élevait à $99.5 \text{ dB } L_{Aeq, \sim 3 \text{ min}}$ lorsque le batteur jouait le solo de batterie d'un morceau, sans amplification. Lorsque la batterie était légèrement amplifiée pour adapter le son à un morceau de rock, le niveau sonore augmentait à $103.4 \text{ dB } L_{Aeq, \sim 3 \text{ min}}$. En y ajoutant le reste du groupe (guitares, basse et chant), le niveau sonore passait à $107.5 \text{ dB } L_{Aeq, \sim 3 \text{ min}}$.

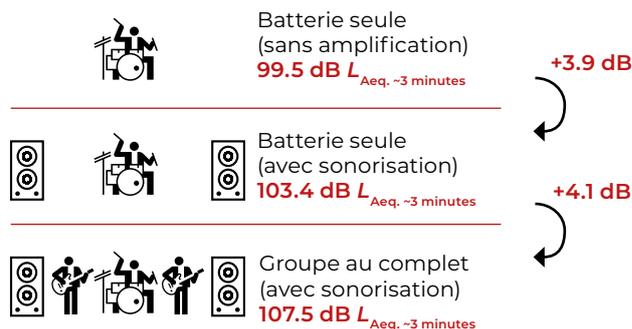


Photo reproduite avec l'aimable autorisation de Marcel Kok, dBControl.

Dans de telles circonstances, l'ingénieur du son dispose d'une marge de manœuvre extrêmement limitée pour « baisser le volume » : le niveau sonore produit par une batterie acoustique ne peut être modifié pendant le déroulement d'un spectacle, et si l'on baisse le niveau de sortie du système de sonorisation principal, le son de la batterie risque de couvrir les voix et les autres instruments.

Une étude de cas menée dans une salle de spectacle suédoise donne une idée de l'étendue des mesures qui peuvent être nécessaires dans une petite salle de spectacle* (38).

* Le Dispositif 3 fournit de plus amples informations sur l'optimisation de l'acoustique et de la sonorisation des lieux de divertissement pour une écoute sans risque.

Encadré 3 :**La difficulté à contrôler le niveau sonore dans les petites salles où de la musique est jouée en live (continué)**

Il a été possible de réduire de 9 dB le niveau sonore moyen pendant les concerts (nécessaire pour que les niveaux sonores soient conformes à la limite de 100 dB L_{Aeq}) recommandée par le gouvernement) grâce aux mesures suivantes :

- l'installation d'un nouveau système de plafond suspendu ;
- l'installation de panneaux muraux insonorisants ;
- l'installation d'un nouveau système de sonorisation ;
- le réagencement de la scène ;
- le déplacement du bar à l'extérieur de la salle de spectacle principale ;
- la formation approfondie à l'écoute sans risque du technicien local responsable de la salle.

Bien que toutes les mesures ci-dessus ne soient pas indispensables dans tous les lieux, il est clair que les dispositions nécessaires pour maintenir les niveaux sonores en dessous de 100 dB $L_{Aeq,15min}$ dans les petites salles de concert peuvent être coûteuses et nécessiter une expertise importante. Bien qu'elles jouent un rôle économique et culturel essentiel dans les villes, la plupart des salles de concert locales fonctionnent avec des marges extrêmement étroites, voire à perte, et beaucoup ne sont pas en mesure de financer les améliorations nécessaires (39).

Les gouvernements et les autorités locales sont encouragés à trouver les moyens d'aider ces salles à offrir des conditions d'écoute sans risque à leur public. (Pour de plus amples détails sur un programme financé par des fonds publics qui aide les salles de spectacle norvégiennes à améliorer l'acoustique et les systèmes de sonorisation, voir [la section du dispositif relatif à l'Adoption et mise en œuvre de la Norme mondiale de l'OMS pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement.](#))

2



Dispositif 2 – Contrôle du niveau sonore

Le niveau sonore doit être contrôlé avec attention
pour garantir le respect de la limite de 100 dB $L_{Aeq, 15 \text{ min}}$



Dispositif 2 – Contrôle du niveau sonore

Le niveau sonore doit être contrôlé avec attention pour garantir le respect de la limite de 100 dB $L_{Aeq, 15 \text{ min}}$

- 1) Le Dispositif 2 explique comment les niveaux sonores doivent être contrôlés dans les lieux et les manifestations de divertissement.
- 1) Les exigences relatives à la précision et l'étalonnage des appareils de mesure et de tenue des registres y sont décrites.
- 1) Des procédures sont fournies pour appliquer une correction lorsque le niveau sonore ne peut pas être mesuré directement à la position de mesure de référence.

D2.1 Principaux éléments

D2.1.1 Le contrôle effectif des niveaux sonores dans les lieux et les manifestations de divertissement exige que le niveau sonore soit mesuré avec précision et que les résultats soient accessibles en temps réel par l'acteur responsable, afin qu'il puisse apporter les changements nécessaires au maintien du niveau sonore en dessous de la limite supérieure autorisée (40).

D2.1.2 Un système de mesure du niveau sonore doit être utilisé pour assurer un contrôle actif de ce niveau pendant toute la durée d'un spectacle ou d'une manifestation. Lorsque l'on peut supposer que le niveau sonore est raisonnablement statique, par exemple quand de la musique pré-enregistrée est diffusée par un système de sonorisation dans un bar ou une discothèque, la vérification du niveau sonore uniquement lorsque le volume est ajusté peut s'avérer suffisante. Lors d'un concert live, où le niveau sonore peut changer plus rapidement et de manière imprévisible, celui-ci devra généralement faire l'objet d'une surveillance plus rigoureuse.

D2.1.3 Lorsque l'équipement de mesure le permet, il convient de tenir des registres numériques inviolables, datés et horodatés des niveaux sonores mesurés pendant les heures d'ouverture d'un lieu de divertissement ou lors de chaque manifestation.

Dans la mesure du possible, ces registres doivent être complétés par des informations permettant d'éclairer les recherches futures, notamment les spectres de fréquence des niveaux sonores mesurés par bande d'octave ou par bande de tiers d'octave, le type de manifestation, le genre musical principal, la taille approximative du public et toute autre information pertinente (par exemple, si un groupe en tournée a utilisé son propre système de sonorisation au lieu du système de la salle).

Un système de mesure du niveau sonore doit être utilisé pour assurer un contrôle actif de ce niveau pendant toute la durée d'un spectacle ou d'une manifestation.

D2.1.4 Il peut être dérogé à l'obligation de contrôler avec attention le niveau sonore lorsque l'on peut démontrer que le système de sonorisation installé ne peut produire un niveau de pression acoustique ($L_{Aeq,15min}$) à la position de mesure de référence qui dépasse la limite de niveau sonore, ou qu'il est limité en ce sens par des moyens électroniques.

Lorsque le volume de sortie du système de sonorisation est limité par des moyens électroniques, les utilisateurs ne devraient pas avoir la possibilité de modifier ou d'annuler cette fonctionnalité avant ou pendant une manifestation.

Dans ce cas, le système de sonorisation devrait être vérifié périodiquement par une personne qualifiée pour confirmer qu'il fonctionne conformément à ses spécifications techniques et que les dispositifs de limitation du niveau sonore restent efficaces.

Remarque : la limitation facultative visant à assurer le respect de la limite de niveau sonore de 100 dB $L_{Aeq,15min}$ au point de mesure de référence est distincte et complémentaire de toute limitation requise pour contrôler les niveaux de pression acoustique de crête (voir l'[annexe 3](#)).

D2.2 Équipement et procédures de mesure

D2.2.1 L'instrument de mesure du niveau sonore doit fonctionner comme un sonomètre intégrateur-moyen, capable de mesurer et d'afficher le $L_{Aeq,15min}$ sous forme numérique en décibels (47). Le niveau sonore doit être mesuré sur la base d'une moyenne mobile, l'affichage étant mis à jour à intervalles réguliers (par exemple, une fois par seconde) pour indiquer la valeur actuelle de $L_{Aeq,15min}$.

D2.2.2 L'affichage numérique peut être complété par d'autres indicateurs visuels du niveau sonore, par exemple un affichage de type feux de circulation ou un compteur graphique indiquant comment le niveau sonore en cours se compare à la limite de niveau sonore. Pour éviter que les niveaux sonores ne soient réglés plus haut que nécessaire, une attention particulière doit être accordée à la conception de ces affichages afin de s'assurer qu'ils n'incitent pas l'acteur responsable à considérer la limite de niveau sonore comme un niveau « préférentiel » à atteindre (30).

D2.2.3 Le niveau sonore mesuré doit être clairement visible par l'acteur responsable depuis sa position (par exemple, depuis la table de mixage de façade ou depuis l'emplacement de la commande de volume du système de sonorisation).

D2.2.4 De manière générale, le niveau sonore mesuré ne doit pas être accessible au public. Ceci afin d'éviter un phénomène observé, par exemple, lors de certaines manifestations sportives, où la foule se livre à une compétition pour enregistrer un niveau sonore aussi élevé que possible.

D2.2.5 La précision d'un sonomètre est indiquée par sa « classe », telle que définie dans la norme internationale (41). Un sonomètre de classe 1 est plus précis, mais aussi généralement plus coûteux, qu'un sonomètre de classe 2.

L'instrument de mesure du niveau sonore doit répondre, au minimum, aux principales exigences de performance d'un appareil de classe 2 à des fréquences comprises entre 63 Hz et 8 kHz incluses, telles qu'évaluées sur la base des essais périodiques définis dans les recommandations de la Commission électrotechnique internationale (CEI) (42).

En mettant l'accent sur les principales exigences de performance d'un sonomètre de classe 2, par opposition à l'ensemble des critères acoustiques et électriques à satisfaire pour qu'un appareil soit considéré comme pleinement conforme à la classe 2, il devient possible de recourir à une gamme plus large d'équipements de mesure, dont certains pourraient être plus accessibles, en particulier dans les pays à faible revenu (voir l'Encadré 4).

Encadré 4 :

Différentes formes d'instruments de mesure du niveau sonore

Il existe différents types d'instruments de mesure du niveau sonore. Voici quelques exemples d'instruments courants.

Sonomètre autonome

Généralement, la plupart des sonomètres conformes aux classes 1 et 2, selon les normes de la CEI, correspondent à ce format (40).

L'appareil peut être portable ou monté sur un trépied.

En général, il est possible d'acheter un câble de rallonge spécial si le microphone de mesure doit être monté à distance du dispositif principal de l'appareil.

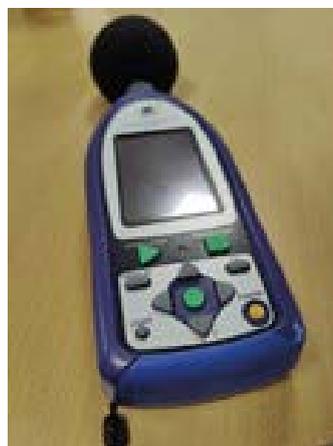


Photo reproduite avec l'aimable autorisation de Marcel Kok, dBControl.

Encadré 4 :**Différentes formes d'instruments de mesure du niveau sonore (continué)**

Photo reproduite avec l'aimable autorisation de Marcel Kok, dBControl.

Système informatique

Ces systèmes associent une application logicielle fonctionnant sur un ordinateur portable ou une tablette avec un microphone de mesure externe calibré*, souvent connecté par USB.

Certains fabricants proposent des solutions prêtes à l'emploi pour le contrôle du niveau sonore en temps réel, dans lesquelles tous les logiciels et matériels nécessaires sont fournis sous forme de package. L'avantage de ces solutions intégrées est que le logiciel comprend généralement des fonctions dédiées conçues pour permettre à l'ingénieur du son de respecter plus facilement une limite de niveau sonore donnée et qu'il est possible d'enregistrer automatiquement les résultats des mesures dans un service basé sur le Cloud. Certains systèmes peuvent avoir été soumis à des tests pour vérifier leur conformité aux exigences d'un sonomètre de classe 1 ou de classe 2 (41).

Application pour smartphone avec microphone de mesure externe

Les smartphones ont pour fonction première de servir à communiquer et non d'être des instruments de mesure de précision. Les microphones intégrés ne sont pas adaptés à la mesure précise des niveaux sonores.

Toutefois, lorsqu'une application[†] bien conçue et validée est utilisée conjointement avec un microphone de mesure externe de haute qualité, certains smartphones peuvent constituer la base d'un système répondant aux principales exigences de performance d'un sonomètre de classe 2 (43).



Photo reproduite avec l'aimable autorisation de NIOSH.

Étant donné que le matériel, les systèmes d'exploitation et les applications pour smartphone évoluent très rapidement et qu'ils ne sont généralement pas destinés à être utilisés comme instruments de mesure de précision, il est fortement recommandé de n'utiliser qu'une combinaison de matériel et d'applications qui a été officiellement testée pour vérifier la conformité aux exigences des normes de la CEI.

* Notez que l'achat d'un microphone « conforme à la classe 2 » ne signifie pas automatiquement que le système de mesure du niveau sonore répondra aux exigences de performance de la classe 2 : les exigences s'appliquent au système dans son ensemble, notamment tous les composants matériels, logiciels et les interconnexions.

† L'application Sound Level Meter (SLM) du National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) est validée et gratuite (disponible sur <https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/app.html>).

Un étalonnage régulier est indispensable pour garantir la précision des mesures du niveau sonore.

D2.2.6 Le microphone de mesure doit disposer d'une courbe de directivité omnidirectionnelle (ce qui signifie qu'il capte le son de manière égale dans toutes les directions) ; il peut être de type champ libre ou champ diffus (incidence aléatoire).

Lorsqu'un microphone à champ libre est utilisé, il doit être dirigé vers la source sonore dominante (généralement les enceintes principales ou la scène).

Lorsqu'un microphone à champ diffus est utilisé, il ne doit pas être dirigé directement vers une source sonore, mais plutôt vers le haut, en direction du plafond, ou vers le bas, en direction du sol (s'il est suspendu au plafond).

D2.2.7 L'utilisation d'une bonnette anti-souffle sur le microphone de mesure est recommandée, à la fois pour réduire le bruit du vent lors des mesures à l'extérieur et pour assurer une meilleure protection contre la poussière et les chocs en intérieur.

Remarque : sur certains sonomètres, il est nécessaire de modifier un réglage dans le menu de configuration pour indiquer qu'une bonnette anti-souffle est utilisée.

D2.2.8 Un étalonnage régulier est indispensable pour garantir la précision des mesures du niveau sonore (voir l'[annexe 4](#) pour de plus amples informations sur l'importance de l'étalonnage).

L'étalonnage du système de mesure du niveau sonore (y compris les câbles de rallonge, les adaptateurs et les dispositifs d'affichage) doit être vérifié périodiquement à l'aide d'un calibre de champ acoustique de classe 1 ou de classe 2 (44), selon la classe à laquelle appartient le système de mesure utilisé.

D2.3 Position de mesure et application d'une correction

D2.3.1 Le microphone de mesure doit être positionné (dans la mesure du possible) :

- i) à hauteur ou à proximité de la position de mesure de référence, lorsque la limite de niveau sonore s'applique (voir l'[annexe 5](#)) ;
- ii) à hauteur du visage des membres du public ;
- iii) hors de portée du public ;
- iv) à au moins 1 mètre de toute grande surface de réflexion (comme un mur, un plafond ou un meuble ou équipement de grande dimension) ; et/ou
- v) en visibilité directe des haut-parleurs principaux.

D2.3.2 Lorsqu'il n'est pas possible de positionner le microphone de la manière décrite ci-dessus, parce qu'un tel emplacement n'est pas disponible ou parce qu'il n'offre pas un endroit sûr et sécurisé pour monter le microphone pendant le déroulement d'une manifestation, celui-ci doit alors être placé à un endroit plus pratique pour **les mesures à long terme**. Il peut ainsi être placé directement devant les enceintes principales, suspendu au plafond au-dessus de la zone du public, ou à la table de mixage de façade.

D2.3.3 Lorsque la position de mesure à long terme est différente de la position de mesure de référence, une correction peut être nécessaire afin que les mesures indiquent le niveau sonore à la position de mesure de référence. Une telle correction peut ne pas être nécessaire lorsque certaines conditions sont remplies (45) (voir l'[annexe 5](#) et l'[annexe 6](#)).

D2.3.4 Lorsqu'une correction doit être appliquée, elle doit l'être automatiquement afin que les mesures traduisent le niveau sonore à la position de mesure de référence. Lorsque cela n'est pas possible, une autre solution consiste à ajuster la limite de niveau sonore proportionnellement à la correction (voir l'[annexe 5](#) et l'[annexe 6](#)).

La correction doit être réévaluée après tout changement important dans la disposition du lieu, toute amélioration, modification du système de sonorisation ou changement du système de mesure du niveau sonore (y compris un changement de la position de mesure à long terme).

3

Dispositif 3 – Acoustique des lieux et systèmes de sonorisation

Les systèmes de sonorisation et l'acoustique des lieux doivent être optimisés afin de garantir une écoute sans risque, pour autant que cela soit raisonnablement possible.



Dispositif 3 – Acoustique des lieux et systèmes de sonorisation

Les systèmes de sonorisation et l'acoustique des lieux doivent être optimisés afin de garantir une écoute sans risque, pour autant que cela soit raisonnablement possible.

- 1) Le Dispositif 3 veille à ce que l'acoustique des lieux et la conception du système de sonorisation garantissent une écoute sans risque.
- 2) L'optimisation de l'acoustique et du système de sonorisation pour une écoute sans risque améliore la qualité sonore et l'expérience d'écoute des spectateurs et des artistes.
- 3) Les grands objectifs de conception concernant le système de sonorisation et l'acoustique des lieux sont abordés. De plus, des astuces et des conseils d'ordre général sont proposés afin d'atteindre ces objectifs.
- 4) Les niveaux sonores augmentent rapidement et instantanément en face des enceintes. Par conséquent, il devrait être interdit au public de s'en approcher, dans la mesure du possible.
- 5) Une gestion efficace des niveaux sonores sur scène est capitale pour créer des conditions d'écoute sans risque dans les petites salles de concert.

D3.1 Key elements

D3.1.1 L'acoustique d'un lieu et la conception d'un système de sonorisation adaptées sont essentielles à une expérience d'écoute sans risque et de haute qualité pour le public. Ces éléments peuvent déterminer s'il est possible d'un point de vue physique de respecter la limite du niveau sonore, en particulier dans les petites salles qui accueillent des concerts (voir l'Encadré 3 pour plus d'informations).

D3.1.2 Bonne qualité sonore et écoute sans risque vont de pair. Par conséquent, l'optimisation de l'acoustique du lieu et du système de sonorisation pour une écoute sans risque devrait également améliorer la qualité sonore et assurer une meilleure satisfaction du public.

D3.1.3 Les propriétaires/exploitants des lieux devraient être soutenus et encouragés à prendre toutes les mesures raisonnables afin d'optimiser l'acoustique et le système de sonorisation pour une écoute sans risque. Si certaines mesures sont relativement abordables et faciles à mettre en œuvre, un grand nombre de lieux se heurtent non seulement à d'importants obstacles financiers qui les empêchent d'apporter les améliorations nécessaires, mais aussi à des contraintes liées à l'architecture, à la structure, à l'accessibilité, à la sécurité, à la planification et aux aspects contractuels. L'Encadré 8 présente une étude de cas concernant la Norvège, où les lieux bénéficient de fonds publics pour apporter des améliorations.

D3.1.4 Une expérience d'écoute sans risque et agréable est garantie lorsque (46) :

- i) l'acoustique du lieu est adaptée à la musique amplifiée ;
- ii) le système de sonorisation est bien conçu et de bonne qualité ;
- iii) les artistes et le ou les ingénieurs du son coopèrent lors de manifestations en direct afin de gérer les niveaux sonores sur scène et d'offrir un son de haute qualité au public.

Ces trois aspects sont traités dans la suite de cette section.

D3.2 Acoustique d'un lieu

D3.2.1 L'acoustique de mauvaise qualité ou inadaptée d'un lieu clos peut influencer sur les niveaux sonores de deux façons.

- i) Si un lieu est trop réverbérant (trop d'ondes sonores se réfléchissent sur le sol, les murs et le plafond), le son provenant de l'ensemble des sources est amplifié, ce qui accroît le niveau sonore global. L'ingénieur du son peut être amené à augmenter le volume du système de sonorisation à des niveaux dangereux pour prendre le pas sur le son provenant directement de la scène et/ou du public.
- ii) Il est difficile pour l'ingénieur du son d'obtenir un mixage clair et contrôlé dans un lieu trop réverbérant ou présentant d'autres problèmes acoustiques (comme des échos importants ou une réponse en fréquence déséquilibrée). Les niveaux sonores peuvent augmenter progressivement à mesure que l'ingénieur du son tente d'améliorer la clarté du mixage (29, 35, 47).

D3.2.2 En général, la musique amplifiée est de meilleure qualité dans les lieux où la réverbération est bien amortie, autrement dit dans les lieux ayant une acoustique « sèche ». Les temps de réverbération appropriés pour les lieux diffusant de la musique amplifiée (d'après les réglementations norvégiennes) (48) sont indiqués à l'**annexe 7**.

D3.2.3 Dans la plupart des lieux, et en particulier ceux principalement constitués de surfaces dures et favorisant la réflexion (briques, béton, plâtre ou vitres, par exemple), une absorption acoustique supplémentaire est nécessaire afin de contrôler la réverbération (voir l'**annexe 7** contenant des exemples de matériaux pour le traitement acoustique d'un lieu).

Si, dans la plupart des cas, le problème est une réverbération excessive, le but n'est pas d'absorber tous les sons réverbérés. Un lieu acoustiquement « neutre » ne permet pas aux artistes de jouer ensemble et peut donner le sentiment d'être déconnecté du public.

Un acousticien qualifié est capable d'évaluer l'acoustique d'un lieu existant ou proposé et de conseiller sur la nature et l'ampleur d'un traitement acoustique nécessaire.⁵

D3.2.4 Les sons de moyennes et hautes fréquences peuvent être absorbés par l'introduction de matériaux souples et poreux. Il s'agit, par exemple, des sièges rembourrés, des tapis, des rideaux et des tentures. Un faux plafond insonorisant peut s'avérer particulièrement efficace, en partie en raison de la grande surface de traitement ainsi couverte. Les panneaux acoustiques de haute performance sont également disponibles. En général, ils sont fabriqués à partir de mousse à cellules ouvertes ou de matériaux fibreux recouverts d'un tissu, comme de la laine de roche. Ces panneaux peuvent être montés sur des murs ou des plafonds.

D3.2.5 L'absorption des graves est généralement moins évidente, mais elle peut améliorer considérablement la qualité sonore. Avec un meilleur contrôle de la réverbération à basse fréquence, l'ingénieur du son peut obtenir plus facilement un mixage clair et percutant, tout en respectant la limite du niveau sonore. Des absorbeurs de résonance sont généralement utilisés à cette fin (des exemples sont fournis à l'**annexe 7**).

En général, la musique amplifiée est de meilleure qualité dans les lieux où la réverbération est bien amortie, autrement dit dans les lieux ayant une acoustique « sèche ».

5 REW (www.roomeqwizard.com/) est un logiciel gratuit populaire permettant de mesurer les temps de réverbération. Il peut s'avérer une ressource utile pour les lieux qui n'ont pas accès aux services d'un acousticien qualifié.

D3.2.6 Pour être efficace, l'absorption acoustique doit être répartie sur l'ensemble des surfaces du lieu, et non concentrée en un seul point. Néanmoins, il peut parfois être utile de placer des types particuliers de traitement acoustique à certains endroits en vue d'obtenir l'effet souhaité. Il est recommandé aux propriétaires/responsables du lieu de faire appel à des acousticiens qualifiés, le cas échéant, afin d'obtenir des conseils à ce sujet.

D3.2.7 Les fortes réflexions (par ex., depuis le mur du fond d'une salle) et les effets de focalisation (par ex., avec une construction de type dôme ou voûte) peuvent nuire gravement à la qualité sonore et empêcher l'ingénieur du son d'obtenir un mixage clair et percutant à un niveau sonore sans risque. Ces types de problèmes acoustiques peuvent être résolus à l'aide d'un traitement de surface permettant de créer une réflexion ou une focalisation appropriée. En général, le traitement requis consiste en une absorption acoustique (pour minimiser la réflexion des ondes sonores sur une surface) ou en une **diffusion acoustique** (pour propager les ondes sonores depuis une surface dans toutes les directions, plutôt que de les renvoyer dans une seule direction).

Remarque : le phénomène de diffusion acoustique peut être créé à l'aide d'une surface courbe (convexe) ou d'une surface avec des profondeurs différentes (par ex., une série de « puits » de profondeurs différentes). Une surface comprenant une mosaïque de zones d'absorption et de réflexion permet également d'obtenir un certain niveau de diffusion acoustique (voir l'[annexe 7](#) pour consulter des exemples).

D3.3 Mode de résonance d'un local

D3.3.1 Les ondes stationnaires (définissant le mode de résonance d'un local ou « room modes ») (46) sont produites par les réflexions des ondes sonores de basses fréquences entre les différentes surfaces d'un local (voir l'[annexe 8](#) pour plus de précisions). Les ondes stationnaires peuvent être problématiques dans les petits locaux, tels que les cafés et les bars, dont le volume est inférieur à environ 1000 m³. Une réponse dans les basses fréquences (graves) qui semble très inégale ou excessive dans une petite salle peut révéler un problème avec les ondes stationnaires.⁶

D3.3.2 La solution au problème des ondes stationnaires consiste généralement à ajouter une absorption des basses fréquences (voir l'[annexe 8](#)), en se concentrant spécifiquement sur le traitement des angles et/ou des jointures entre deux surfaces d'une salle (49).

⁶ Une réponse des basses inégale peut aussi indiquer un problème avec une interférence cohérente entre un son direct et/ou réfléchi depuis un ou plusieurs haut-parleurs reproduisant un son grave (voir l'[annexe 8](#)).

D3.4 Acoustique de la scène

D3.4.1 L'acoustique de la scène nécessite une attention particulière, notamment dans les petites salles. Deux aspects importants sont à prendre en considération :

- i) la scène doit offrir le confort nécessaire aux artistes, le facteur le plus important étant qu'ils/elles doivent pouvoir s'entendre clairement sans avoir besoin de régler la sortie des retours de scène à un niveau excessif ;
- ii) la transmission du son depuis la scène vers le public doit être contrôlée de manière adéquate. Les niveaux sonores sur scène peuvent être très élevés et l'ingénieur du son n'a aucun contrôle sur eux.

D3.4.2 En général, l'acoustique de la scène doit être similaire à celle de l'ensemble du lieu. Dans l'idéal, la réverbération devrait être contrôlée au moyen d'un ensemble équilibré composé d'absorbeurs de résonances graves, qui peuvent être placés tout autour de la scène, et d'une absorption poreuse de moyennes à hautes fréquences, qui se présente souvent sous la forme de rideaux, de tentures ou d'autres « textiles de scène ». Toute surface dure devrait être conçue de manière à diffuser les ondes sonores et aider à répartir le son uniformément sur la scène et éviter le problème des réflexions.

D3.4.3 Lorsqu'elle est associée à d'autres mesures (voir l'[annexe 7](#)), l'absorption acoustique sur le mur du fond de la scène (derrière la place habituelle de la batterie) joue un rôle important dans la réduction du niveau sonore qui se propage vers le public dans les lieux clos de moindre dimension.

D3.5 Acoustique des lieux en plein air

D3.5.1 L'acoustique des lieux en plein air est généralement plus facile à gérer que les lieux clos. Le principal problème en matière de conception acoustique est d'éviter une situation où des objets imposants, comme les palissades, les bus ou la couverture de scène, reflètent ou focalisent le son directement vers la scène ou le public. De plus, il est essentiel de veiller à ce que les surfaces dures autour de la scène ne créent pas de fortes réflexions qui pourraient interférer avec la capacité des artistes à s'entendre clairement.

D3.6 Conception d'un système de sonorisation

D3.6.1 L'un des principaux objectifs de la conception d'un système de sonorisation est de répartir le son de manière raisonnablement uniforme parmi le public, en termes de niveau de pression acoustique global et, en particulier, d'équilibre spectral entre les fréquences basses et hautes. Ainsi, le public peut écouter un son de haute qualité à un niveau plaisant et sans risque. Le positionnement des enceintes est particulièrement important à ce sujet. Des scénarios illustrant le positionnement des enceintes et l'impact sur la répartition acoustique sont présentés à l'[annexe 9](#).

D3.6.2 S'il est généralement souhaitable d'obtenir une couverture sonore uniforme pour le public, il peut être approprié de cibler volontairement un niveau sonore inférieur dans certaines zones, comme à l'arrière d'une salle, dans les bars, les stands de marchandises, ou les zones de passage du public. Cela permet d'améliorer le choix et le confort du public, certaines personnes pouvant souhaiter profiter de l'événement dans un endroit un peu plus calme. Cela devrait être le cas dans des zones où le public ne s'attendrait pas à écouter activement de la musique. Un niveau sonore inférieur facilite également la communication verbale dans les endroits où cela est important.

D3.6.3 Chaque lieu est différent et présente des exigences uniques en matière de conception d'un système de sonorisation. Un concepteur de système de sonorisation professionnel pourra donner des conseils sur la configuration des enceintes la mieux adaptée pour un lieu ou un événement donné. Il existe également des logiciels permettant de comparer plusieurs configurations d'enceintes en prévoyant le niveau sonore qui sera produit à divers endroits du public. En revanche, la plupart de ces logiciels prévoient à l'heure actuelle uniquement le son direct et ne tiennent pas compte de l'acoustique du lieu.

D3.6.4 Pour obtenir une répartition acoustique uniforme et créer des conditions adaptées permettant à l'ingénieur du son de produire un mixage clair, percutant et de haute qualité, il convient de prendre les précautions générales suivantes (46, 50–52) (voir l'[annexe 9](#)) :

- i) essayer d'éviter les situations où une partie du public est nettement plus proche des enceintes ;
- ii) éviter les situations où le son direct des principales enceintes est bloqué par les personnes placées à l'avant et ne parvient pas jusqu'au fond de la salle ;
- iii) placer les enceintes en hauteur au-dessus du niveau de la tête, si possible ;

- iv) faire attention à la directivité des enceintes et veiller à ce que le son aille en grande partie dans la direction souhaitée, autrement dit vers le public, et non vers les murs et les plafonds ;
- v) s'assurer que tout système composé de plusieurs enceintes (par ex., les line arrays) a été correctement installé et répartit le son comme prévu ;
- vi) utiliser des enceintes secondaires (par ex., les systèmes delay-fill, front-fill ou out-fill) permettant de diffuser le son dans les zones qui ne sont pas complètement couvertes par les enceintes principales (par ex., l'arrière d'une grande salle ou sous un balcon) ;
- vii) envisager l'installation d'un système d'enceintes entièrement réparti (par ex., monté au plafond) en l'absence d'obligation de diffuser le son depuis un point spécifique (par ex., dans les bars ou les discothèques qui diffusent de la musique pré-enregistrée et ne sont pas équipés d'une scène). Étant donné que chaque enceinte couvre uniquement une petite zone, le son est émis à un niveau inférieur.

D3.6.5 La plupart des systèmes de sonorisation, en particulier dans les grands espaces, intègrent des caissons de basses ou subwoofers (haut-parleurs destinés à la reproduction des fréquences sonores les plus basses du spectre audio, inférieures à 100 Hz environ). Les caissons de basses sont généralement placés au niveau du sol à côté de la scène. Les premières rangées du public sont donc exposées à des sons graves et intenses (36). Si, à l'heure actuelle, le risque que cela entraîne pour l'audition n'est pas encore clairement défini, tout risque potentiel pourrait être prévenu en plaçant des caissons de basses au-dessus du niveau de la tête. **L'annexe 9** contient des considérations pratiques à ce sujet.

D3.7 Zones d'exclusion devant les enceintes

D3.7.1 Les niveaux sonores augmentent rapidement en s'approchant à quelques mètres d'une enceinte (voir l'[annexe 10](#)) (53). Par conséquent, cette zone juste devant les enceintes est particulièrement dangereuse. Il est vivement recommandé d'interdire au public d'approcher à moins d'un mètre et, dans l'idéal, à moins 3 mètres d'une enceinte (46).

Remarque : ces suggestions de distances devraient être prises en considération en fonction de la capacité de sortie maximale de l'enceinte ou des enceintes en question, qui peut varier considérablement d'une marque et d'un modèle à l'autre. Une zone d'exclusion d'au moins 3 mètres peut être requise pour les enceintes très puissantes, contrairement aux enceintes peu puissantes pour lesquelles elle ne sera probablement pas nécessaire.

D3.7.2 Lorsque cela est possible, placer les enceintes au-dessus du niveau de la tête représente une solution efficace pour imposer une distance minimale avec le public ; elle permettra également d'améliorer la répartition acoustique (voir l'[annexe 9](#)). Dans les lieux où cela est impossible, une barrière solide peut empêcher le public de s'approcher trop près des enceintes (46).



D3.8 Gestion du son sur scène

D3.8.1 Dans les petites salles de concert, la propagation des niveaux sonores élevés de la scène directement vers le public pose des difficultés majeures pour le respect des limites (voir l'[Encadré 3](#)). L'ajout d'une absorption acoustique, notamment autour de la scène, pour contrôler l'accumulation de sons réverbérés, est souvent capitale pour résoudre ce problème. Néanmoins, dans bien des lieux, cette étape seule ne suffit pas. Le respect des limites nécessitera l'abaissement actif des niveaux sonores sur scène.

D3.8.2 L'approche la plus efficace du contrôle des niveaux sonores sur scène consiste à limiter, ou supprimer si possible, les sources les plus bruyantes (46) (voir l'[annexe 11](#) pour obtenir des suggestions).

D3.8.3 Une fois les sources bruyantes sur scène limitées autant que possible, la prochaine étape consiste à réduire le son qui se propage depuis la scène vers le public. En général, il s'agit de projeter le son loin du public ou d'utiliser des matériaux qui empêchent une diffusion directe du son vers le public (46) (voir l'[annexe 11](#) pour obtenir des suggestions).

Ces mesures nécessitent la coopération et le consentement des artistes, des techniciens et des ingénieurs du son. De plus, elles sont efficaces et ne sont pas nécessairement coûteuses.

4

Dispositif 4 – Protections auditives individuelles

Des protections auditives individuelles doivent être mises à la disposition du public dans les lieux et les manifestations de divertissement



Dispositif 4 – Protections auditives individuelles

Des protections auditives individuelles doivent être mises à la disposition du public dans les lieux et les manifestations de divertissement

- 1) Le Dispositif 4 vise à s'assurer que le public a accès à des protections auditives individuelles dans les lieux et les manifestation de divertissement.
- 2) Si les bouchons d'oreille jetables à petit prix peuvent constituer une protection efficace, ceux de haute-fidélité conçus pour la musique offrent une qualité sonore, un confort et une facilité d'utilisation accrues.
- 3) Les protections auditives devraient être accompagnées d'instructions adéquates. Pour être efficaces, les bouchons d'oreille doivent être portés correctement.

D4.1 Principaux éléments

D4.1.1 Le port d'une protection auditive peut être le seul moyen pratique pour les personnes de réduire leur exposition au bruit tout en continuant de profiter d'un événement sans restriction (54).

Les protecteurs individuels contre le bruit comprennent généralement les bouchons d'oreille, les casques antibruit et les arceaux antibruit (55). Le bouchon d'oreille représente la forme de protection auditive individuelle considérée comme la plus adaptée dans les lieux de loisirs, bien que d'autres formes, comme les arceaux antibruit, s'avèrent également efficaces.

Il a été démontré que l'utilisation de bouchons d'oreille chez les festivaliers réduit considérablement la survenue de perte auditive temporaire et d'acouphènes à la suite d'une exposition à de la musique à des niveaux sonores élevés (56, 57).

Étant donné que les bouchons d'oreille atténuent physiquement l'intensité du son qui parvient au tympan, il est raisonnable de penser qu'une protection à court terme immédiatement après une exposition équivaut à une protection à long terme contre la perte auditive induite par le bruit (à condition que des bouchons d'oreille soient utilisés lors des expositions ultérieures).

D4.1.2 Les bouchons d'oreille sont produits par de nombreux fabricants, à partir de différents types de matériaux. Ils sont commercialisés sous plusieurs formes et à des prix variés.

Les bouchons d'oreille peuvent être classés de plusieurs façons, notamment les suivantes (dans chaque cas, l'alternative la moins coûteuse est citée en premier) :

- i) à usage unique (jetable) ou réutilisables ;
- ii) prêts à l'emploi ou moulés sur mesure ;
- iii) génériques ou spécifiques à la musique (haute-fidélité) ;
- iv) passifs ou actifs (électroniques).

Les bouchons d'oreille prêts à l'emploi peuvent être formables (avec manipulation préalable à leur insertion) ou préformés (sans manipulation préalable nécessaire).

Remarque : les bouchons d'oreille actifs (électroniques) sont dotés d'un microphone externe et d'un haut-parleur interne. En principe, ils permettent d'atténuer le son à différentes fréquences de manière variable et sélective. Actuellement, ce type de bouchons d'oreille n'est pas couramment utilisé et ne sera donc pas traité plus en détail dans le présent document.

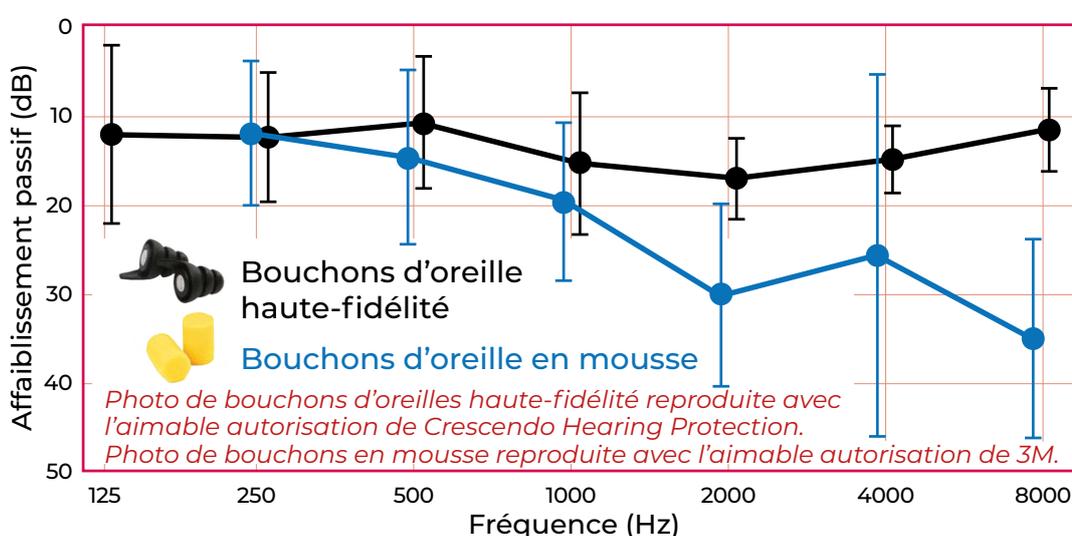
D4.1.3 Les bouchons d'oreille conçus spécifiquement pour écouter de la musique sont appelés « haute-fidélité » ou parfois « à atténuation uniforme ». Ils sont nettement plus intéressants que les bouchons d'oreille génériques à usage unique (voir l'**Encadré 5**). De plus, leur utilisation est plus appropriée pour des raisons de facilité d'utilisation et de durabilité.

D4.1.4 Les bouchons d'oreille moulés sur mesure sont ceux que les ingénieurs du son live et les musiciens professionnels privilégient pour le confort et la qualité sonore qu'ils offrent. Ils conviennent également au public, notamment aux personnes qui assistent régulièrement à des manifestations. Étant donné que leur fabrication nécessite la prise d'empreinte de l'oreille par un spécialiste qualifié et que leur coût est relativement élevé, il est impossible de fournir ce type de protection auditive à la demande dans les lieux et les manifestations de divertissement (54).

Les gouvernements et les prestataires de santé sont invités à examiner la possibilité de fournir des bouchons d'oreille moulés sur mesure gratuitement, ou à un prix subventionné, en tant que composante importante des soins de santé auditive préventifs. Pour garantir des performances optimales, l'atténuation apportée par des bouchons d'oreille moulés sur mesure devrait être vérifiée à l'aide d'une méthode utilisant des mesures de l'affaiblissement passif (real-ear attenuation at threshold ou REAT) (58).

Encadré 5 :**Comparaison des bouchons d'oreille haute-fidélité et génériques pour la musique**

Contrairement aux bouchons génériques, les bouchons d'oreille haute-fidélité sont conçus pour filtrer l'ensemble des fréquences de façon quasi équivalente, ce qui permet d'obtenir une qualité sonore plus naturelle (54, 59–67). En général, les bouchons d'oreille en mousse génériques atténuent les aigus beaucoup plus que les graves, comme l'illustre la figure ci-dessous. La musique semble étouffée et moins agréable à écouter.



Si les bouchons d'oreille haute-fidélité coûtent plus cher que les génériques et ne sont souvent pas aussi performants en termes d'atténuation, ils présentent un avantage en termes de qualité sonore et sont donc mieux adaptés à l'écoute de la musique amplifiée.

Une atténuation globale légèrement inférieure n'est pas forcément un défaut, car la plupart des utilisateurs et utilisatrices souhaiteront entendre la musique clairement en préservant un certain volume sonore. En principe, même une réduction de 6 dB de toutes les fréquences permet de multiplier par 4 le temps d'exposition sans risque à un niveau sonore donné. Les bouchons d'oreille qui garantissent une atténuation constante, mais modérée, permettent également d'avoir une conversation plus aisée sans avoir besoin de les retirer temporairement.

Il est important de noter que, dans la pratique, tous les bouchons d'oreille commercialisés comme étant adaptés à l'écoute de musique et offrant une atténuation plate à toutes les fréquences ne satisfont pas à cette affirmation (62). L'outil « What Plug? » (« Quels bouchons ? ») de HEARsmart* contient des informations utiles et des analyses des bouchons d'oreille haute-fidélité spécifiques à l'écoute de la musique.‡

* What Plug? Resource. Disponible à l'adresse : https://hearsmart.org/earplugs/what_plug/.

‡ Actuellement, la disponibilité est limitée au marché australien.

Des protections individuelles contre le bruit adaptées aux enfants devraient être disponibles dans les lieux et les manifestations de divertissement ciblant cette tranche d'âge ou lorsque des enfants sont susceptibles de faire partie du public.

D4.1.5 Pour être efficaces, les bouchons d'oreille doivent être portés correctement. L'atténuation obtenue par la plupart des utilisateurs et utilisatrices qui n'ont pas l'habitude d'en porter chute en dessous des performances revendiquées par le fabricant (54, 63). Par conséquent, il est important d'intégrer des instructions d'utilisation claires avec tous les types de bouchons d'oreille. Ces instructions peuvent être fournies sous format papier ou vidéo.

D4.1.6 Le port d'une protection auditive dans l'ensemble des lieux ou des manifestations diffusant de la musique amplifiée est particulièrement important pour (54) :

- les personnes qui fréquentent régulièrement ces lieux ou manifestations ;
- les personnes qui travaillent dans un environnement bruyant ;
- les personnes exposées à des niveaux sonores élevés provenant d'autres sources personnelles ou environnementales, par exemple, l'écoute de musique au moyen de dispositifs audio personnels ;
- les personnes ayant des problèmes d'audition existants, comme une perte auditive ou des acouphènes, afin d'éviter d'aggraver leur état de santé ;
- les enfants.

Remarque : des protections individuelles contre le bruit adaptées aux enfants devraient être disponibles dans les lieux et les manifestations de divertissement ciblant cette tranche d'âge ou lorsque des enfants sont susceptibles de faire partie du public.

D4.2 Exigences de performance

D4.2.1 Les bouchons d'oreille conçus pour les lieux et événements musicaux doivent garantir un niveau élevé de protection contre les lésions auditives, tout en permettant aux personnes qui les portent de continuer d'entendre, de profiter de la musique et d'avoir une conversation aisément. Concrètement, cela signifie que les bouchons d'oreille devraient atténuer les sons de manière suffisante, mais pas excessive.

D4.2.2 Afin de s'assurer que les bouchons d'oreille offrent un niveau de protection minimum raisonnable, un affaiblissement passif mesuré en laboratoire de 12 dB⁷ ou plus devrait être obtenu par au moins 84 % des sujets inexpérimentés à l'auto-insertion du dispositif (la « **valeur de protection présumée** »).

D'après le spectre moyen à long terme des sons en live (voir l'[annexe 3](#)), les bouchons d'oreille qui satisfont à ces exigences permettent généralement de réduire un niveau sonore de 100 dB $L_{Aeq,15min}$ lorsqu'ils ne sont pas portés à 88 dB $L_{Aeq,15min}$ ou moins lorsqu'ils sont portés. Ceci, associé à la limite du niveau sonore ([Dispositif 1](#)), devrait suffire à protéger l'audition d'une personne qui fréquente des lieux ou événements musicaux pendant environ six heures par semaine en moyenne (voir l'[annexe 2](#)). Cela équivaut à la protection généralement accordée à titre professionnel dans le cadre de la réglementation sur le bruit au travail (27, 54). Néanmoins, il est important de préciser que l'exposition au bruit provenant d'autres sources dans d'autres environnements que celui cité n'est pas prise en considération.

Remarque : il est possible d'estimer la valeur de protection présumée basée sur une performance de protection de 84 % pour chaque bande d'octave comme atténuation moyenne dans un panel d'au moins 16 sujets moins un écart-type (64).

D4.2.3 Il est important de comprendre que si les bouchons d'oreille sont souvent vendus avec une « note en dB », cette indication se fonde souvent sur des essais réalisés dans des conditions favorables (par exemple, lorsque la personne en charge de l'expérience place les bouchons d'oreille sur chaque sujet et s'assure qu'ils sont correctement positionnés). Il est peu probable qu'un utilisateur moyen puisse atteindre ce niveau d'atténuation en situation réelle. C'est pourquoi les critères de performance minimaux de cette norme sont indiqués en valeur de protection présumée, autrement dit l'atténuation qui devrait être obtenue par au moins 84 % des utilisateurs inexpérimentés à l'auto-insertion des bouchons d'oreilles (64).

Les bouchons d'oreille conçus pour les lieux et événements musicaux doivent garantir un niveau élevé de protection contre les lésions auditives, tout en permettant aux personnes qui les portent de continuer d'entendre, de profiter de la musique et d'avoir une conversation aisément.

⁷ Un affaiblissement passif de 12 dB dans chacune des bandes d'octave de 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz et 4 kHz.

D4.2.4 Les bouchons d'oreille devraient également satisfaire aux autres exigences minimales en matière de fabrication, de conception, de performance, de marquage et d'informations aux utilisateurs, conformément à une norme nationale ou internationale en vigueur (par exemple, les normes établies en Australie, en Europe et en Nouvelle-Zélande) (65–67).

D4.3 Mise à disposition dans les lieux et les manifestations de divertissement

D4.3.1 Les membres du public devraient avoir accès à une protection auditive adaptée dans les lieux et manifestations de divertissement, sur demande, gratuitement ou à un prix abordable.

D4.3.2 Il convient d'encourager l'utilisation de bouchons d'oreille haute-fidélité réutilisables plutôt qu'une version basique à usage unique, sans imposer une charge financière aux membres du public, comme option environnementale plus durable. Ces bouchons d'oreille offrent également une expérience d'écoute de plus grande qualité. Le public est donc plus susceptible de les adopter et de les utiliser de manière systématique.

D4.3.3 Des bouchons d'oreille devraient être mis à la disposition des membres du public à un ou plusieurs endroits accessibles pendant toute la durée de l'événement. Si les bouchons d'oreille peuvent être proposés au public à l'entrée d'un lieu ou d'une manifestation, ils devraient également demeurer une option à la portée des personnes qui souhaitent en acheter en cours d'événement.

D4.3.4 Dans la mesure du possible, et pour correspondre aux différentes oreilles, plusieurs tailles devraient être disponibles dans ces lieux ou manifestations de divertissement. Ceci est particulièrement pertinent pour les manifestations qui ciblent les enfants et les lieux qui pourraient être fréquentés par des enfants.

D4.3.5 En plus de la notice papier fournie dans l'emballage du fabricant, les membres du public devraient être orientés vers une source fiable d'informations en ligne, notamment des instructions vidéo expliquant comment utiliser correctement des bouchons d'oreille. Pour cela, il est possible, par exemple, d'apposer un QR code sur l'emballage ou d'installer un panneau à l'endroit où sont fournis des bouchons d'oreille.

5



Dispositif 5 – Zones calmes

Une « zone calme » doit être aménagée afin d'offrir aux membres du public un moment de repos, loin des niveaux sonores élevés.



Dispositif 5 – Zones calmes

Une « zone calme » doit être aménagée afin d'offrir aux membres du public un moment de repos, loin des niveaux sonores élevés.

- 1) Le Dispositif 5 propose aux membres du public un lieu où il est possible de reposer leur audition, loin des niveaux sonores élevés.
- 2) Des recommandations sont formulées concernant les bonnes conditions acoustiques et les niveaux sonores ambiants dans les zones calmes.
- 3) D'autres moyens d'offrir un répit aux oreilles sont suggérés lorsque les lieux ne peuvent pas accueillir de zone calme.

D5.1 Principaux éléments

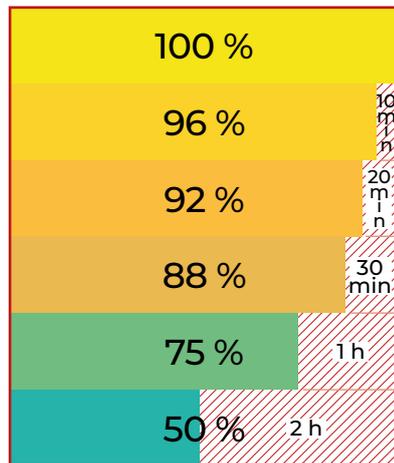
D5.1.1 Une zone calme ou zone de pause sonore est un endroit aménagé dans un lieu ou une manifestation de divertissement où les personnes peuvent se rendre pour profiter d'un repos auditif. Ce dispositif pourrait contribuer à réduire le risque de perte auditive due au bruit à bien des niveaux (voir l'Encadré 6) (70). Les jeunes qui participent à des événements diffusant de la musique amplifiée ont manifesté un intérêt pour les zones calmes et la volonté d'en profiter pour protéger leur audition (68).

D5.1.2 Une ou plusieurs zones calmes devraient être aménagées dans un lieu ou une manifestation de divertissement et pouvoir accueillir, en toute sécurité, un nombre raisonnable de personnes (71). Une cible d'au moins 10 % de la capacité d'accueil est recommandée, même s'il est admis que l'atteinte de cette cible dépend de la dimension, de la structure et de l'agencement du lieu.

D5.1.3 Les zones calmes devraient être signalées clairement et accessibles aux membres du public pendant toute la durée de l'événement. Dans les lieux permanents, des espaces extérieurs devraient être choisis comme zones calmes uniquement s'ils sont adaptés pour accueillir du public par mauvais temps et peuvent être utilisés pendant toute la durée de l'événement sans contrevenir à des restrictions en matière d'urbanisme ou à des réglementations sur le bruit ambiant au niveau local (46, 71).

Encadré 6 :**Les bénéfices d'un repos auditif en retrait des niveaux sonores élevés**

Dose de son relative pour 4 h



= temps passé dans une zone de repos (<80 dB L_{Aeq})

Il existe peu d'études et de données prouvant l'efficacité des zones calmes dans la réduction du risque de perte auditive. Néanmoins, il est clairement démontré que plus l'exposition à des niveaux sonores élevés est limitée, plus le risque de lésions auditives est réduit (10, 23).

D'après la figure de gauche, plus une personne passe de temps dans une zone calme, plus la dose de son relative (une mesure de l'exposition cumulée au bruit) reçue diminue en conséquence au cours de la manifestation, entraînant une réduction du risque de lésions auditives (10, 23, 27).

S'il est indispensable pour une personne de passer un long moment (par ex., entre 30 et 60 minutes au cours d'un événement de 4 heures) dans une zone calme afin de réduire considérablement son exposition globale, il existe d'autres raisons pour lesquelles il peut être bénéfique de reposer régulièrement ses oreilles :

- Certaines données montrent qu'en permettant une récupération partielle des structures délicates de l'oreille, des périodes régulières de repos dans le cadre d'une manifestation où l'exposition au bruit serait autrement continue ont un effet protecteur supérieur à celui escompté, sur la base de la seule réduction modérée de la dose de son cumulée (69, 70).
- Bien souvent, ce n'est qu'après avoir pénétré dans un environnement calme que les effets perceptibles de la surexposition à des niveaux sonores élevés (par ex., bourdonnements d'oreilles, sons étouffés, difficulté à tenir une conversation) se font ressentir. À ce stade, les personnes pourraient être davantage enclines à adopter des comportements auto-protecteurs, comme utiliser une protection auditive individuelle.

D5.1.4 Les personnes ne devraient pas être exposées davantage à d'autres dangers pour la santé (par exemple, la fumée de cigarette) à l'intérieur d'une zone calme.

D5.2 Conditions acoustiques dans les zones calmes

D5.2.1 Pour qu'une zone calme soit efficace, les niveaux sonores doivent être délibérément maintenus de façon à réduire au minimum le risque de provoquer ou d'exacerber une perte auditive induite par le bruit. De plus, elle doit permettre une certaine récupération des structures physiologiques délicates de l'oreille interne à la suite d'une exposition à des niveaux sonores élevés. Les membres du public doivent également pouvoir tenir une conversation sans avoir à élever la voix.

D5.2.2 Pour cela, le niveau sonore ambiant d'une zone calme devrait être maintenu aussi bas que possible et ne pas dépasser $70 \text{ dB } L_{\text{Aeq}, 15\text{min}}$ (23).

Le niveau sonore ambiant peut être déterminé par des sources comme le bruit de la ventilation mécanique, le bruit des transports provenant de l'extérieur du bâtiment, la musique ambiante de fond ou la fuite de son dans la zone calme depuis les espaces adjacents où de la musique est jouée ou diffusée à des niveaux élevés (46).

Le bruit produit par les personnes occupant la zone calme n'est pas pris en considération car, dans la pratique, le niveau de ce bruit est extrêmement difficile à contrôler. Il convient de veiller à ce que le niveau sonore ambiant de la zone calme soit le plus modéré possible, afin de créer des conditions où les niveaux sonores restent naturellement en dessous de $70 \text{ dB } L_{\text{Aeq}, 15\text{min}}$ la plupart du temps, même en tenant compte de l'activité des personnes présentes.

D5.2.3 Les zones calmes en intérieur devraient pouvoir absorber une quantité raisonnable de bruit, grâce aux tapis, tentures, rideaux, tissus d'ameublement ou panneaux d'absorption acoustique, afin de contrôler l'accumulation des sons réverbérés. Il est suggéré que l'absorption minimum corresponde à 20 % de la surface totale des murs et du plafond de la zone calme et qu'elle soit répartie dans toute la zone, et ce afin d'éviter une augmentation rapide des niveaux sonores lorsque les locaux sont occupés.

D5.2.4 Les matériaux de construction des cloisons qui séparent une zone calme d'un espace adjacent où de la musique est jouée ou diffusée à des niveaux élevés devraient être adaptés afin de bloquer les fuites sonores excessives dans ladite zone. Un mur en maçonnerie solide ou une cloison à double paroi de masse suffisante sera probablement nécessaire.

D5.2.5 Lorsqu'une zone calme est directement adjacente à un espace où de la musique est diffusée ou jouée à des niveaux élevés, les espaces doivent être séparés par deux portes bien ajustées à chaque extrémité d'un sas isolé à l'aide de matériaux isolants phoniques. Cela permet de réduire la transmission du bruit par voie aérienne dans la zone calme lorsque les personnes entrent et sortent par ces portes.

D5.3 Autres moyens d'offrir un répit aux oreilles

D5.3.1 Certains lieux ne peuvent pas accueillir de zone calme de dimension appropriée en raison de contraintes en termes d'espace, d'architecture, de sécurité incendie ou d'accès (46).

Dans ce cas, offrir des temps de répit aux membres du public reste bénéfique. Ces mesures pourraient inclure, notamment :

- i) l'abaissement temporaire du niveau de toute musique pré-enregistrée diffusée par un système de sonorisation en dessous de $70 \text{ dB } L_{\text{Aeq}, 15\text{min}}$ à intervalles réguliers (par exemple, pendant les transitions) ;
- ii) la garantie du maintien de niveaux sonores faibles à modérés dans les zones secondaires, comme les bars, les couloirs, les halls et les toilettes.

D5.3.2 Ces mesures alternatives ne suffisent pas à réduire l'exposition cumulée des membres du public au bruit dans un lieu ou une manifestation de divertissement. Néanmoins, elles ont leur importance car elles donnent la possibilité aux membres du public de reconnaître les signes de fatigue auditive et d'envisager d'adopter un comportement auto-protecteur, comme l'utilisation d'une protection auditive individuelle.

Encadré 7 :**Étude de cas sur les zones calmes dans les lieux musicaux en Suisse**

Selon l'Ordonnance suisse relative à la loi fédérale sur la protection contre les dangers liés au rayonnement non ionisant et au son (O-LRNIS) (71, 72), des zones calmes (espaces de répit) doivent être aménagées pour les manifestations avec des niveaux sonores horaires atteignant 100 dB(A) et durant plus de 3 heures. La zone calme doit respecter les exigences suivantes :

- le niveau sonore moyen ne doit pas dépasser 85 dB $L_{Aeq, 1hr}$;
- la zone doit comprendre au moins 10 % de la surface totale de la manifestation destinée au public ;
- la zone doit être signalée au public de manière bien visible et être accessible librement pendant toute la durée de la manifestation ;
- plus de la moitié de la zone calme doit être non-fumeur.

Exemple de plan de lieu comprenant une zone calme conforme aux exigences suisses :

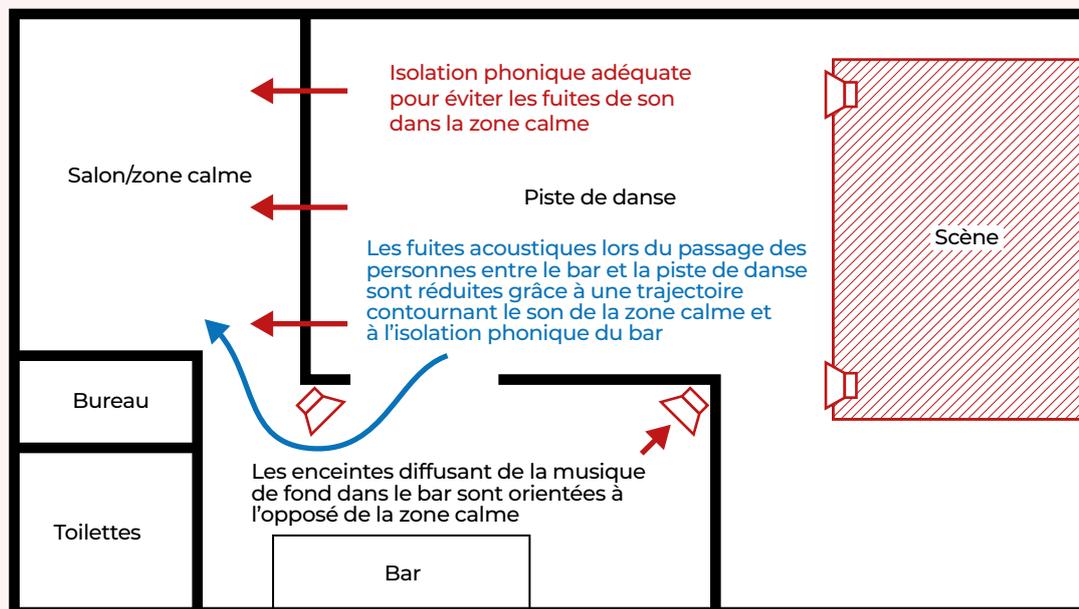


Image reproduite avec l'aimable autorisation de Raphael Elmiger, Office fédéral de la santé publique de Suisse.

Encadré 7 :**Étude de cas sur les zones calmes dans les lieux musicaux en Suisse (continué)**

L'expérience en Suisse montre que les zones calmes ne servent pas uniquement au repos auditif. En effet, les gens s'y rendent pour d'autres raisons, notamment :

- discuter avec des amis si les niveaux sonores sont trop élevés pour avoir une conversation aisée dans la salle principale ;
- manger ou boire ;
- se reposer lors de manifestations de longue durée ;
- fumer (si cela est autorisé).

Des entretiens menés auprès de propriétaires de lieux de divertissement et de représentants du secteur en Suisse ont fait ressortir des aspects importants à prendre en considération lors de la planification d'une zone calme.

- Il peut être difficile d'atteindre un niveau sonore ambiant suffisamment bas dans la zone calme si trop de bruit fuit de la salle principale :
 - garantir une isolation phonique adéquate entre la salle principale et la zone calme ;
 - veiller à ce que les haut-parleurs (en particulier les haut-parleurs des aigus) ne soient pas orientés vers la zone calme.
- Les personnes ne voudront sans doute pas se rendre dans une zone calme inadaptée :
 - les zones calmes doivent être conçues de manière à être confortables et agréables ;
 - les salons fumeurs ou fumeurs, les couloirs ou les autres pièces sans infrastructure ne devraient pas servir de zones calmes.
- Il peut être difficile de trouver un espace adapté comme zone calme dans les lieux de petite taille, où l'espace est limité.
- Certaines personnes préfèrent faire une pause à l'extérieur. Il convient donc de faciliter cela, dans la mesure du possible :
 - les politiques d'entrée à sens unique qui empêchent les personnes de rentrer après être sorties sont à éviter ;
 - les pauses en extérieur doivent être soupesées par rapport au risque de nuisance sonore pour le voisinage.

6

Dispositif 6 – Formations et informations

Des formations et des informations appropriées sur l'écoute sans risque sont nécessaires et doivent être fournies.



Dispositif 6 – Formations et informations

Des formations et des informations appropriées sur l'écoute sans risque sont nécessaires et doivent être fournies.

- 1)) Le Dispositif 6 vise à sensibiliser les membres du personnel et du public aux mesures pratiques qui peuvent être prises pour une écoute moins à risque, ainsi qu'à l'importance de cette démarche.
- 2)) Tous les membres du personnel qui occupent des postes de direction, techniques et de relations clients devraient connaître dans les grandes lignes les mesures d'écoute sans risque mises en place pour le lieu ou la manifestation.
- 3)) Une formation plus approfondie s'impose pour les personnes responsables du suivi et du contrôle du niveau sonore.
- 4)) Les billets d'entrée au lieu ou à la manifestation et les informations qui s'y rapportent devraient contenir des précisions sur l'écoute sans risque à destination du public.
- 5)) Un lieu ou un événement peut être qualifié de « lieu d'écoute sans risque » ou de « manifestation d'écoute sans risque » si une autorité compétente certifie que les dispositifs de la présente norme y sont mis en œuvre de manière adéquate.

D6.1 Principaux éléments

D6.1.1 Le public et les professionnels des industries de la musique et du divertissement doivent être sensibilisés au risque de lésions auditives permanentes suite à une exposition à des niveaux sonores élevés, mais aussi aux pratiques d'écoute sans risque qui limitent ce risque, afin d'atteindre l'objectif premier de la présente norme, à savoir créer un environnement où il est possible de profiter de la musique amplifiée tout en protégeant son audition (73–76).

D6.1.2 Force est de constater que de nombreuses personnes qui se rendent ou travaillent dans un lieu ou une manifestation de divertissement le font parce qu'elles apprécient cette sensation que la musique à des niveaux sonores élevés leur procure. Une communication efficace sur l'écoute sans risque doit tenir compte de cette réalité (76–78).

D6.2 Formation

D6.2.1 Tous les personnels du lieu ou de la manifestation qui occupent des postes de direction, techniques et de relations clients devraient bénéficier d'une formation de base sur (79) :

- i) le risque de souffrir de lésions auditives à la suite d'une exposition à des niveau sonore élevés ;
- ii) les mesures d'écoute sans risque mises en place dans le lieu ou la manifestation.

D6.2.2 Les personnes responsables du suivi et du contrôle du niveau sonore (« l'acteur responsable » selon le paragraphe F1.4) devraient suivre une formation plus approfondie qui, en plus des thèmes ci-dessus, couvre :

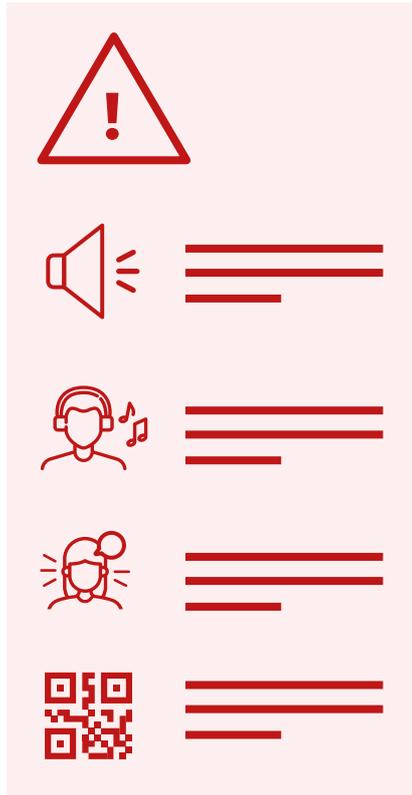
- i) le fonctionnement du système de mesure du niveau sonore (notamment les procédures de maintenance et d'étalonnage, le cas échéant) ;
- ii) l'interprétation du niveau sonore $L_{Aeq,15min}$ mesuré ;
- iii) la limite du niveau sonore (ou la limite du niveau sonore effective – voir le [paragraphe D1.1](#)) à respecter ;
- iv) le contrôle du niveau de sortie (volume) du système de sonorisation.

D6.2.3 La formation devrait être mise à jour régulièrement, ainsi qu'à l'arrivée de nouveaux membres du personnel, afin de garantir l'actualisation des compétences et des connaissances.

D6.2.4 Des propositions préliminaires de programme global de formation et de certification à destination des ingénieurs du son live ont été avancées (79). Un tel programme pourrait jouer un rôle important dans le renforcement des connaissances et des compétences des ingénieurs du son live, et notamment les aider à surmonter certaines difficultés propres au contrôle de l'exposition sonore du public dans les lieux où de la musique est jouée en live. Il pourrait s'agir de négocier avec les artistes pour réduire les niveaux sonores sur scène, et d'atteindre un mixage de haute qualité tout en respectant la limite du niveau sonore (80).

D6.3 Informations pour le public

D6.3.1 Lorsque des niveaux sonores élevés sont prévus dans un lieu ou une manifestation, les billets électroniques et papier pourraient comporter un avertissement sur le risque de lésions auditives permanentes, ainsi qu'un lien ou un QR code orientant les personnes vers une source d'informations fiables sur l'écoute sans risque (par exemple, la FAQ de l'initiative Écouter sans risque de l'OMS).



D6.3.2 Des affiches devraient être placées bien en vue à l'entrée d'un lieu ou d'une manifestation, ainsi que dans des endroits visibles en intérieur (par exemple, au bar ou sur les portes) afin d'informer le public des mesures mises en place pour une écoute sans risque. Ces affiches devraient au minimum :

- i) préciser que le niveau sonore est contrôlé ;
- ii) indiquer où il est possible d'obtenir une protection auditive ;
- iii) indiquer où se situent la ou les zones calmes ;
- iv) inclure un lien ou un QR code pour orienter les personnes vers une source d'informations fiables sur l'écoute sans risque (par exemple, la page Web de l'initiative Écouter sans risque de l'OMS).

D6.4 Identification d'un « lieu d'écoute sans risque » ou d'une « manifestation d'écoute sans risque ».

D6.4.1 Un lieu ou un événement est qualifié de « lieu d'écoute sans risque » ou de « manifestation d'écoute sans risque » lorsqu'une autorité compétente certifie que les dispositifs de la présente norme y sont mis en œuvre en bonne et due forme. Il pourrait s'agir d'utiliser ces expressions, ou des expressions similaires, sur les affiches, les billets, les listes de manifestations et autres supports marketing, au format électronique ou papier.

D6.4.2 Si un lieu ou un événement ne respecte pas les exigences de la présente norme concernant le suivi des niveaux sonores, par exemple, il cesse d'être un « lieu d'écoute sans risque » ou une « manifestation d'écoute sans risque » et devrait immédiatement arrêter d'utiliser ces expressions sur ces supports en ligne ou papier.

D6.4.3 Les gouvernements peuvent envisager de mettre en place un mécanisme qui certifie le statut des lieux et manifestations afin d'éviter l'utilisation non autorisée des labels « lieu d'écoute sans risque » ou « manifestation d'écoute sans risque » et de permettre au public de vérifier le statut de certification d'un lieu ou d'une manifestation de divertissement.



Adoption et mise en œuvre
de la *Norme de l’OMS pour
une écoute sans risque dans
les lieux et les manifestations
de divertissement*

Adoption et mise en œuvre de la *Norme de l'OMS pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement*

La présente norme vise à aider les pays, les propriétaires et les responsables de lieux et de manifestations de divertissement, ainsi que la société civile, à aborder la prévention de la perte auditive de manière stratégique, factuelle et conviviale.



Adoption et mise en œuvre par les gouvernements

La mise en œuvre de la présente norme peut être favorisée par les moyens suivants.

Législation ou réglementation : les ministères concernés devraient élaborer des lois/règlementations/politiques appropriées visant à limiter l'exposition au bruit dans les lieux ou manifestations où de la musique amplifiée est diffusée ou jouée. Ces réglementations devraient se fonder sur la norme mondiale de l'OMS et être élaborées au moyen d'une collaboration avec les parties prenantes, notamment :

- les ministères concernés, comme ceux de la Santé, de l'Éducation, de l'Environnement, de la Jeunesse et de la Culture ;
- les spécialistes de l'acoustique et de la conception de systèmes de sonorisation ;
- les groupes de la société civile, notamment les associations de personnes malentendantes, ainsi que les ONG et les associations de professionnels ;
- les organisations de jeunes ;
- les associations de propriétaires de lieux de divertissement ;
- les principaux organisateurs de manifestations ;
- les organisations de protection des consommateurs ;
- toute autre partie prenante en fonction du contexte du pays.

Il est à prévoir que les différentes parties prenantes auront des intérêts et points de vue différents et parfois contradictoires. Une personne compétente devra être désignée afin de coordonner les discussions, le but étant de favoriser chez tous les groupes une compréhension commune de la réduction de l'exposition à des niveaux sonores élevés. Cela pourrait grandement faciliter l'adoption, le respect et l'acceptation des mesures proposées dans la présente norme.

Soutien aux propriétaires de lieux de divertissement et aux organisateurs d'événements : le rôle du gouvernement ou des organismes de réglementation devrait s'étendre au-delà de l'élaboration et de la mise en œuvre de réglementations. Ils devraient s'associer aux propriétaires de lieux de divertissement afin de garantir une écoute sans risque pour le public et les soutenir dans cette démarche. Une attention particulière doit être accordée à ce qui suit :

- les lieux de plus petite taille en centre-ville sont limités en espace et en ressources. Par conséquent, il peut être difficile de mettre en œuvre tous les dispositifs énoncés dans la présente norme. Des aménagements raisonnables doivent être prévus dans les politiques relatives à ces lieux, tout en conservant les limites de niveaux sonores requises. Des stratégies de mise en œuvre spécifiques pour ce type de lieux sont abordées dans le présent document ;
- il convient de veiller à ce que la mise en œuvre de la norme n'expose pas les propriétaires de lieux de divertissement à des difficultés financières ou à des menaces pour leur modèle économique. Dans la mesure du possible, un soutien financier peut être leur être proposé. Un exemple illustre cette démarche en Norvège ; le gouvernement y a mis en place un programme à but non lucratif en vue d'aider à améliorer l'acoustique et les systèmes de sonorisation dans les lieux de divertissement nouveaux et existants (voir l'étude de cas de l'**Encadré 8**).

Certification des lieux d'écoute sans risque : tel que mentionné dans le paragraphe 6.4, les gouvernements devraient envisager d'établir un mécanisme permettant de certifier les lieux ou les manifestations de divertissement comme étant « d'écoute sans risque ». Un processus de certification et un suivi régulier en bonne et due forme sont essentiels à la prévention de l'utilisation abusive du label.

Campagnes de sensibilisation du public : parallèlement à l'élaboration de lois et de politiques de mise en œuvre de la norme, les gouvernements devraient lancer une campagne de sensibilisation du public dans leur pays pour attirer l'attention sur :

- les risques liés aux niveaux sonores élevés, en particulier ceux relevés dans les lieux de divertissement ;
- les pratiques d'écoute sûres qui peuvent réduire le risque de perte auditive.

Adoption volontaire de la part des propriétaires et des responsables de lieux et de manifestations de divertissement

Les propriétaires et les responsables de lieux de divertissement, de salles de concert, de discothèques, de bars, de salles de sport ou d'autres lieux diffusant de la musique amplifiée, ainsi que les organisateurs de festivals de musique ou d'autres manifestations, peuvent volontairement mettre en œuvre l'ensemble ou une partie des dispositifs décrits dans la présente norme, dans la mesure du possible. Les ingénieurs du son, les techniciens et les autres personnes impliquées dans la gestion du son dans les lieux et les manifestations de divertissement devraient également se familiariser avec les dispositifs décrits dans le présent document, faisant figure de bonnes pratiques, et les mettre en œuvre.

Il est tout à fait judicieux pour une industrie qui repose sur la capacité auditive de ses clients d'investir dans la santé auditive du public. En outre, les recherches montrent que nombre de personnes ressortent mécontentes d'avoir été exposées à des niveaux sonores qu'elles considèrent comme trop élevés dans des lieux ou des manifestations de divertissement (68, 74). L'abaissement des niveaux sonores, ainsi que l'amélioration de l'acoustique des lieux et de la conception des systèmes de sonorisation pourraient encourager les gens à passer plus de temps dans ces lieux et manifestations de divertissement en leur permettant de profiter d'un son de haute qualité sans gêne ni risque pour leur audition.

Écoles de musique et autres institutions proposant des programmes d'enseignement ou de formation sur l'acoustique, l'ingénierie du son et la gestion des niveaux sonores ; et associations professionnelles.

Les contenus portant sur la justification d'une écoute sans risque et les dispositifs de la présente norme devraient être inclus dans le programme de l'ensemble des enseignements pertinents qui forment les personnes impliquées dans la création, la production ou la diffusion de musique amplifiée. Les doyens et les professeurs de ces institutions devraient s'assurer qu'un module sur l'écoute sans risque est inclus dans le programme de cours. Le module devrait être axé sur :

- l'importance de la santé auditive ;
- l'effet du bruit sur le système auditif et le corps humain ;
- la prévention de la perte d'audition due au bruit ;
- les principes d'une écoute sans risque ;
- les Dispositifs de la Norme mondiale de l'OMS pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement.

Par ailleurs, les associations professionnelles concernées qui représentent les musiciens et les ingénieurs du son, entre autres, devraient plaider en faveur de la mise en œuvre des Dispositifs de la présente norme, au nom de leur collectif. La réduction des risques auditifs est dans l'intérêt des groupes qu'elles représentent.

Encadré 8 :

Soutenir les lieux pour qu'ils apportent des améliorations : étude de cas de la Norvège

Kulturrom est une organisation à but non lucratif qui soutient les salles de répétition et les lieux privés de divertissement en Norvège dans l'amélioration de leurs installations et équipements afin de créer des conditions d'écoute sans risque. Chaque année, l'organisation reçoit des fonds de la part du ministère norvégien de la Culture et de l'égalité, issus des recettes générées par une loterie nationale.

Les lieux de divertissement, nouveaux ou en cours de rénovation, peuvent solliciter un soutien financier dans les cas de figure suivants :

• Évaluation acoustique

- Il s'agit d'une évaluation du lieu réalisée par un professionnel de l'acoustique. L'obtention d'un rapport d'évaluation est un prérequis à la demande de financement.

• Traitement acoustique

- Il s'agit des améliorations à apporter à l'acoustique d'un lieu, selon les recommandations du rapport d'acoustique indépendant.

• Achat d'équipement

- Il s'agit de l'achat ou de la modernisation de l'équipement, comme les systèmes de sonorisation, les tables de mixage, les installations d'éclairage, l'équipement backline partagé (kits de batterie, amplificateurs).

• Maintenance

- Il s'agit de l'évaluation de l'équipement existant par un professionnel, des réparations et de la modernisation en vue de garantir un bon fonctionnement.

En général, l'aide financière est accordée à hauteur de 75 % du coût total, le lieu de divertissement contribuant aux 25 % restants. Chaque année, Kulturrom octroie près de 4 millions d'euros. Depuis sa création en 2009, l'organisation a investi environ 35 millions d'euros afin d'améliorer les salles de concert, les théâtres, les salles polyvalentes et les salles de répétition. Près de 200 initiatives reçoivent des fonds chaque année, depuis les petites chorales jusqu'aux grandes salles de concert.

Ces dernières années, Kulturrom a financé de nombreux lieux pour qu'ils apportent des améliorations, ce qui a contribué à créer des conditions d'écoute sans risque pour le public via une meilleure acoustique et/ou un système de sonorisation plus moderne.

Kulturrom a également alloué des fonds à l'installation de systèmes de mesure du niveau sonore dans plus de 100 lieux de divertissement en Norvège. Ces systèmes permettent non seulement de surveiller les niveaux sonores de ces lieux, mais également d'obtenir des données de recherche précieuses pour éclairer les lignes directrices et réglementations relatives à l'écoute sans risque (35).[‡]

[‡] Støfringsdal B. Expected sound levels at concert venues for amplified music. Auditorium Acoustics. Hambourg, Allemagne ; 2018.

Références bibliographiques

1. Meyer-bisch C. Epidemiological evaluation of hearing damage related to strongly amplified music (personal cassette players, discotheques, rock concerts) – high-definition audiometric survey on 1364 subjects. *Audiology*. 1996; 35(3):121–142.
2. Biassoni EC, Serra MR, Richtert U, Joekes S, Yacci MR, Carignani JA et al. Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part II: development of hearing disorders. *Int J Audiol*. 2005; 44(2):74–85.
3. Serra MR, Biassoni EC, Richter U, Minoldo G, Franco G, Abraham S et al. Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part I: an interdisciplinary long-term study. *Int J Audiol*. 2005; 44(2):65–73.
4. Biassoni EC, Serra MR, Hinalaf M, Abraham M, Pavlik M, Villalobo JP et al. Hearing and loud music exposure in a group of adolescents at the ages of 14–15 and retested at 17–18. *Noise Health*. 2014; 16(72):331–341.
5. Ivory R, Kane R, Diaz RC. Noise-induced hearing loss: a recreational noise perspective. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014; 22(5):394–398.
6. Serra MR, Biassoni EC, Hinalaf M, Abraham M, Pavlik M, Villalobo JP et al. Hearing and loud music exposure in 14–15 years old adolescents. *Noise Health*. 2014; 16(72):320–330.
7. Keppler H, Dhooge I, Vinck B. Hearing in young adults. Part II: The effects of recreational noise exposure. *Noise Health*. 2015; 17(78):245–252.
8. Gjestland T, Tronstad TV. The efficacy of sound regulations on the listening levels of pop concerts. *J Occup Environ Hyg*. 2017; 14(1):17–22.
9. Pienkowski M. Loud music and leisure noise is a common cause of chronic hearing loss, tinnitus and hyperacusis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(8):4236.
10. Hearing loss due to recreational exposure to loud sounds: a review. Geneva: World Health Organization; 2015.
11. Kujawa SG, Liberman MC. Adding insult to injury: cochlear nerve degeneration after “temporary” noise-induced hearing loss. *J Neurosci*. 2009; 29(45):14077–14085.

12. Organisation mondiale de la Santé. *Rapport mondial sur l'audition*. Genève, 2021 (<https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-hearing>, consulté en anglais le 27 novembre 2021).
13. Schink T, Kreutz G, Busch V, Pigeot I, Ahrens W. Incidence and relative risk of hearing disorders in professional musicians. *Occup Environ Med*. 2014; 71(7):472–476.
14. Bohne BA, Kimlinger M, Harding GW. Time course of organ of Corti degeneration after noise exposure. *Hear Res*. 2017; 344:158–169.
15. Fernandez KA, Jeffers PW, Lall K, Liberman MC, Kujawa SG. Aging after noise exposure: acceleration of cochlear synaptopathy in “recovered” ears. *J Neurosci*. 2015; 35(19):7509–7520.
16. LePage EL, Murray NM. Latent cochlear damage in personal stereo users: a study based on click-evoked otoacoustic emissions. *Med J Aust*. 1998; 169(11–12):588–592.
17. Liberman MC, Kujawa SG. Cochlear synaptopathy in acquired sensorineural hearing loss: manifestations and mechanisms. *Hear Res*. 2017; 349:138–147.
18. Kobel M, Le Prell CG, Liu J, Hawks JW, Bao J. Noise-induced cochlear synaptopathy: past findings and future studies. *Hear Res*. 2017; 349:148–154.
19. Fernandez KA, Guo D, Micucci S, De Gruttola V, Liberman MC, Kujawa SG. Noise-induced cochlear synaptopathy with and without sensory cell loss. *Neuroscience*. 2020; 427:43–57.
20. Schaette R, McAlpine D. Tinnitus with a normal audiogram: physiological evidence for hidden hearing loss and computational model. *J Neurosci*. 2011; 31(38):13452–13457.
21. Zheng Y, Guan J. Cochlear synaptopathy: a review of hidden hearing loss. *J Otorhinolaryngol Disord Treat*. 2018; 1(1).
22. Liberman MC, Epstein MJ, Cleveland SS, Wang H, Maison SF. Toward a differential diagnosis of hidden hearing loss in humans. *PLoS One*. 2016; 11(9):e0162726.
23. Organisation mondiale de la Santé. *Lignes directrices relatives au bruit dans l'environnement dans la Région européenne, 2018* (<https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region>, page consultée en anglais le 27 novembre 2021).
24. Organisation mondiale de la Santé. *Écouter sans risque : norme mondiale OMS-UIT pour les appareils et systèmes audio, 2019* (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/330021>, consulté en anglais le 27 novembre 2021).

25. Beach EF, Mulder J, O'Brien I, Cowan R. Overview of laws and regulations aimed at protecting the hearing of patrons within entertainment venues. *Eur J Public Health*. 2020; 31(1):227–233.
26. Beach EF, Cowan R, Mulder J, O'Brien I. Regulations to reduce risk of hearing damage in concert venues. *Bull World Health Organ*. 2020; 98(5):367–369.
27. Neitzel RL, Fligor BJ. Risk of noise-induced hearing loss due to recreational sound: review and recommendations. *J Acoust Soc Am*. 2019; 146(5):3911–3921.
28. Mulder J, McGinnity S. Sound level measurement, monitoring, management, and documentation in music venues. *Make Listening Safe*. World Health Organization; mai 2020.
29. Hill AJ, Burton J. A case study on the impact live event sound level regulations have on sound engineering practice. *Institute of Acoustics*; 2020.
30. Hill A, Mulder J, Burton J, Kok M, Lawrence M (In press). Sound level monitoring at live events. Part 2: regulations, practices, and preferences. *J. Audio Eng. Soc*.
31. Berglund B, Lindvall T, Schwela D, Goh KT. Guidelines for community noise. Geneva: World Health Organization; 2000 (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>, page consultée en anglais le 27 novembre 2021).
32. Welch D, Fremaux G. Why do people like loud sound? A qualitative study. *Int J Environ Res Public Health*. 2017; 14(8):908.
33. Williams W, Beach EF, Gilliver M. Clubbing: the cumulative effect of noise exposure from attendance at dance clubs and night clubs on whole-of-life noise exposure. *Noise Health*. 2010; 12(48):155–158.
34. Roberts B, Neitzel RL. Noise exposure limit for children in recreational settings: review of available evidence. *J Acoust Soc Am*. 2019; 146(5):3922–3933.
35. Edvardsen MA. Analysis of measurements from Norwegian venues for amplified music. Master's thesis in Civil and Environmental Engineering. Norwegian University of Science and Technology; 2021.
36. Hill AJ, Kok M, Mulder J, Burton J, Kociper A, Berrios A. A case study on sound level monitoring and management at large-scale music festivals. Milton Keynes: Institute of Acoustics; 2019.
37. McGinnity S, Mulder J, Beach EF, Cowan R. Management of sound levels in live music venues. *J Audio Eng Soc*. 2019; 67(12):972–985.

38. Sandell J, Berntson A, Sjösten P, Blomgren G, Kähäri K. Acoustic intervention in a live music club. *Acta Acustica united with Acustica*. 2007; 93(5):843–849.
39. Music Venue Trust (2015). Understanding small music venues.
40. Mulder J, McGinnity S. Sound level measurement, monitoring, management, and documentation in music venues. *Make Listening Safe*. World Health Organization; mai 2020.
41. Commission électrotechnique internationale. CEI 61672-1:2013 *Électroacoustique. Sonomètres – Partie 1 : Spécifications*, 2013.
42. Commission électrotechnique internationale. CEI 61672-3:2013 *Électroacoustique. Sonomètres – Essais périodiques*, 2013.
43. Celestina M, Hrovat J, Kardous CA. Smartphone-based sound level measurement apps: Evaluation of compliance with international sound level meter standards. *Applied Acoustics*. 2018; 139:119–128.
44. Commission électrotechnique internationale. CEI 60942:2017 *Électroacoustique. Calibreurs acoustiques ;* 2017.
45. Protocole de mesure pour la convention du bruit aux Pays-Bas, 2019 (<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/03/20/meetprotocol-convenant-geluid-nederland-2019>, page consultée en néerlandais le 29 novembre 2021).
46. Wiggins IM, Liston K. Sound distribution for safe listening in entertainment venues: a review. *Make Listening Safe*. World Health Organization; septembre 2020.
47. Adelman-Larsen N, Thompson E. The importance of bass clarity in pop and rock venues. *J Acoust Soc Am*. 2008; 123:3090.
48. Rindel J. New Norwegian standard on the acoustics of rooms for music rehearsal and performance. 2014; 10.13140/2.1.4374.1440.
49. Fuchs HV, Zha X. Requirement for low-frequency reverberation in spaces for music: Part 1: smaller rooms for different uses. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*. 2015; 25(3):272–281.
50. Corteel E, Coste-Dombre H, Combet C, Horyn Y, Montignies F. On the efficiency of flown vs. ground-stacked subwoofer configurations. 145th Convention of the Audio Engineering Society, New York, USA. 2018.
51. Moore JB, Hill AJ. Dynamic diffuse signal processing for sound reinforcement and reproduction. *J Audio Eng Soc*. 2018; 66(11):953–965.

52. Hill A, Beale C, Begault D, Burton J, Corteel E, Frick C et al. Technical Document AESTD1007.1.20-05: Understanding and managing sound exposure and noise pollution at outdoor events. New York: Audio Engineering Society; 2020.
53. McCarthy, B. Sound systems: design and optimization. Modern techniques and tools for sound system design and alignment. Taylor & Francis Group; Oxford, UK; 2016.
54. Portnuff C, Claycomb S. Hearing protection use in recreational music exposure: a review and analysis of the literature. Make Listening Safe. World Health Organization; mai 2020.
55. Choose the hearing protection that's right for you. National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), USA (<https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/choose.html>, page consultée en anglais le 27 novembre 2021).
56. Ramakers GG, Kraaijenga VJ, Cattani G, van Zanten GA, Grolman W. Effectiveness of earplugs in preventing recreational noise-induced hearing loss: a randomized clinical trial. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016; 142(6):551–558.
57. Kraaijenga VJ, Ramakers GG, Grolman W. The effect of earplugs in preventing hearing loss from recreational noise exposure: a systematic review. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016; 142(4):389–394.
58. Methods for measuring the real-ear attenuation of hearing protectors. American National Standard. ANSI/ASA S12.6-2016 (R2020); 2020.
59. Beach E, Williams W, Gilliver M. Hearing protection for clubbers is music to their ears. *Health Promot J Austr.* 2010; 21(3):215–221.
60. Bockstael A, Keppler H, Botteldooren D. Musician earplugs: appreciation and protection. *Noise Health.* 2015; 17(77):198–208.
61. Portnuff CD. Best practices for fitting, dispensing, and verifying hearing protection devices for musicians. AES International Conference on Music Induced Hearing Disorders, Audio Engineering Society; 2018.
62. Beach EF. What Plug? Choosing high-fidelity earplugs for music listening. National Hearing Conservation Association. *Spectrum.* 2018; 35(2):12–16.
63. Neitzel R, Somers S, Seixas N. Variability of real-world hearing protector attenuation measurements. *Ann Occup Hyg.* 2006; 50(7):679–691.

64. ISO 4869-2:2018. Acoustique — Protecteurs individuels contre le bruit – Partie 2 : estimation des niveaux de pression acoustique pondérés A en cas d'utilisation de protecteurs individuels contre le bruit. (<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:4869:-2:ed-2:v1:fr>, consulté le 27 novembre 2021).
65. Norme CEN NF EN 352-2:2020. Protecteurs individuels contre le bruit - Exigences générales - Partie 2 : bouchons d'oreille. (<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/7dab262d-722e-4744-8464-d36eda670068/en-352-2-2020>, consulté le 27 novembre 2021).
66. Methods for measuring the real-ear attenuation of hearing protectors. ANSI/ASA S12.6-2016 (R2020) (<https://webstore.ansi.org/Standards/ASA/ANSIASAS122016R2020>, page consultée en anglais le 27 novembre 2021).
67. Acoustics – Hearing protectors. Standards Australia. Standards Catalogue: AS/NZS 1270-2002 (<https://www.standards.org.au/standards-catalogue/sa-snz/health/av-003/as-slash-nzs--1270-2002>, consulté le 27 novembre 2021).
68. Diviani N, Chadha S, Arunda M O, Rubinelli, S. Attitudes towards Safe Listening Measures in Entertainment Venues: Results from an International Survey among Young Venue-Goers. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(23):12860.
69. Suter AH. Occupational hearing loss from non-gaussian noise. *Semin Hear*. 2017; 38(3):225–262.
70. Harding GW, Bohne BA. Noise-induced hair-cell loss and total exposure energy: analysis of a large data set. *J Acoust Soc Am*. 2004; 115(5 Pt 1):2207–2220.
71. Chadha S, Kamenov K. Regulation for control of sounds exposure in entertainment venues. Case studies from Belgium, France and Switzerland. *Make Listening Safe*. Laureyns M, Olandini D, Fiori M, Horvilleur JL, Elmiger R (eds.). World Health Organization; December 2019.
72. Ordonnance relative à la loi fédérale sur la protection contre les dangers liés au rayonnement non ionisant et au son. Conseil fédéral suisse. 2019 (<https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2019/183/fr>, page consultée le 27 novembre 2021).
73. Gilliver M, Beach EF, Williams W. Noise with attitude: influences on young people's decisions to protect their hearing. *Int J Audiol*. 2013; 52 Suppl 1:S26–S32.

74. Alnuman N, Ghnimat T. Awareness of noise-induced hearing loss and use of hearing protection among young adults in Jordan. *Int J Environ Res Public Health*. 2019; 16(16):2961.
75. Gopal KV, Champlin S, Phillips B. Assessment of safe listening intentional behavior toward personal listening devices in young adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2019; 16(17):3180.
76. Meinke DK, Martin WH. Review of background materials for development of health communications for promotion of safe listening. *Make Listening Safe*. Altieri E, Chadha S (eds.). World Health Organization; February 2017.
77. Diviani N, Zanini C, Amann J, Chadha S, Cieza A, Rubinelli S. Awareness, attitudes, and beliefs about music-induced hearing loss: towards the development of a health communication strategy to promote safe listening. *Patient Educ Couns*. 2019; 102(8):1506–1512.
78. Rubinelli S, Diviani N, Zanini C. Development of health communication aspect in safe listening devices: narrative review for policy brief. *Make Listening Safe*. World Health Organization; février 2018.
79. Mulder J, Hill A, Burton J, Kok M, Lawrence M, Shabalina E. Education and certification in sound pressure level measurement, monitoring and management at entertainment events. *Audio Engineering Society*. 2021.
80. Beach EF, Gilliver M. Time to listen: most regular patrons of music venues prefer lower volumes. *Front Psychol*. 2019; 10(607).

Annexe 1.

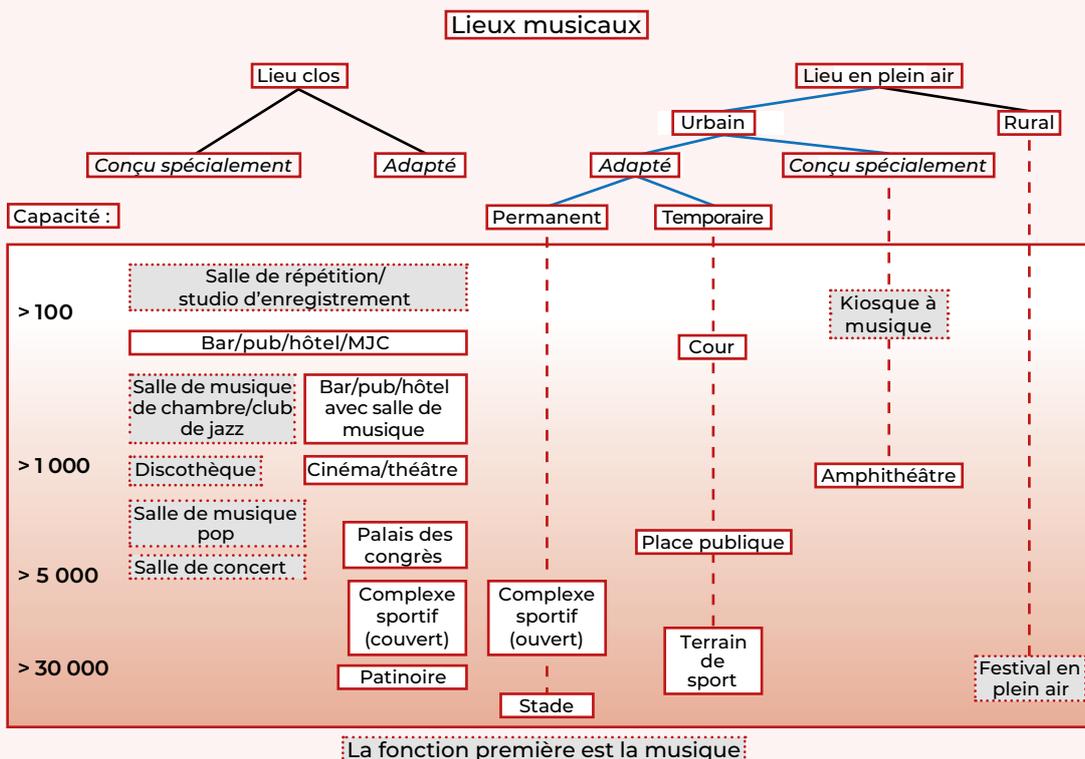
Taxonomie des lieux musicaux

Un large éventail de lieux accueillent des manifestations dont l'élément central est la diffusion de musique amplifiée. Ces lieux se classent selon leurs principales caractéristiques (1) :

- lieu clos ou lieu en plein air (avec des différences notables en matière d'acoustique) ;
- lieu conçu spécialement pour diffuser de la musique ou lieu adapté depuis sa conception d'origine ;
- lieu dont la première fonction est la diffusion de musique ou lieu ayant une autre finalité (par ex., sports) ;
- dimension et capacité d'accueil (dizaines à centaines de milliers de personnes).

La taxonomie de la Figure A1.1 ci-dessous décrit les principales caractéristiques variables des lieux diffusant de la musique amplifiée.

Figure A1.1 :
Taxonomie des lieux musicaux



Références bibliographiques

1. Mulder J, McGinnity S. Sound level measurement, monitoring, management, and documentation in music venues. Make Listening Safe. World Health Organization; 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-level-measurement-management-and-documentation-in-music-venues.pdf?sfvrsn=69990849_5, page consultée en anglais le 17 décembre 2021).

Annexe 2.

Application des *Lignes directrices de l’OMS relatives au bruit dans l’environnement dans la Région européenne*

La proposition de limite du niveau sonore à 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ repose sur les *Lignes directrices de l’OMS relatives au bruit dans l’environnement dans la Région européenne*, qui recommandent :

- de réduire la moyenne annuelle résultant de toutes les sources de bruit liées aux loisirs à moins de 70 dB $L_{Aeq, 24h}$, car un niveau sonore supérieur à cette valeur est associé à des effets néfastes sur la santé ;
- d'utiliser le principe d'équivalence afin de trouver les limites d'exposition pour les autres moyennes temporelles, ce qui peut être plus pratique dans les processus réglementaires ;
- en ce qui concerne l'exposition au bruit dû à un événement unique et au bruit impulsif, de suivre les lignes directrices existantes et la législation pour limiter le risque de hausse des déficiences auditives dues aux loisirs, chez les enfants comme chez les adultes ;
- après l'adoption d'une approche préventive visant à réduire de possibles effets sur la santé, que les responsables politiques prennent des mesures visant à prévenir l'exposition au bruit à des valeurs supérieures à celles que mentionnent les lignes directrices, au bruit dû à un événement unique et au bruit impulsif. Cette recommandation est d'autant plus pertinente qu'un grand nombre de personnes peuvent être exposées à un risque de déficience auditive en raison de l'usage d'appareils audio personnels.

Fondée sur ces lignes directrices et un examen de toutes les données probantes disponibles (2), la *Norme mondiale OMS-UIT pour les appareils et systèmes d'écoute sans risque* (3) recommande une limite de 1,6 Pa2h sur une période de 7 jours comme exposition de référence, soit 80 dB(A) pour une durée de 40 heures par semaine.

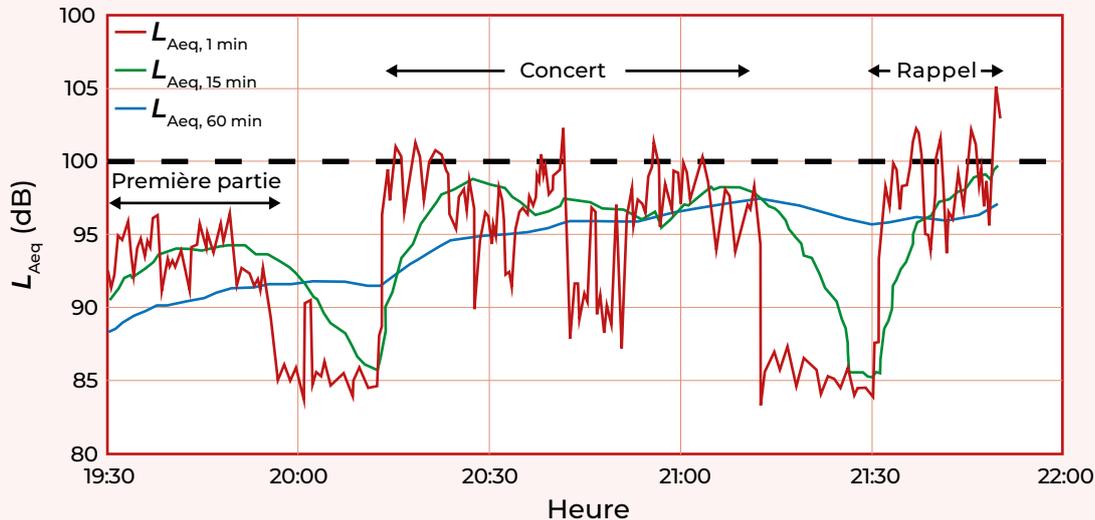
À des fins d'équivalence entre les normes, la limite du niveau sonore des lieux et manifestations de divertissement applique aussi le principe d'égalité d'énergie à la recommandation de 80 dB(A) pour une durée de 40 heures par semaine. Cela correspond à une limite du niveau sonore de 100 dB(A) pour une durée d'environ 1h45 par mois. Dans le cadre d'une enquête menée par l'OMS et son centre collaborateur afin d'étudier les comportements du groupe cible concernant la fréquentation de lieux de divertissement, il a été mis en évidence que la majorité (65 %) des personnes interrogées fréquentaient un lieu de divertissement au moins une fois par mois en moyenne (4), à raison d'une à trois heures pour la plupart (4).

Sur la base de ces observations, il apparaît qu'un niveau de 100 dB(A) ne devrait pas nuire à l'audition de la plupart des personnes qui fréquentent des lieux ou manifestations de divertissement au maximum une fois par mois pendant environ 2 heures (ou moins) en moyenne. L'utilisation d'une protection auditive individuelle, comme des bouchons d'oreille, devrait garantir une atténuation de 12 dB(A) au minimum (voir le [Dispositif 4](#)). La durée d'écoute sans risque pourrait ainsi se voir multipliée par 16. Par conséquent, une limite du niveau sonore de 100 dB(A) associée à l'utilisation d'une protection auditive, comme des bouchons d'oreille, peut offrir une protection supplémentaire aux personnes qui fréquentent plus souvent ces lieux ou y restent plus longtemps, pour une durée totale d'environ 6 heures par semaine en moyenne.

Choix de l'intervalle de temps moyen

La Figure A2.1 ci-dessous illustre comment le niveau sonore mesuré avec la pondération fréquentielle A et moyenné dans le temps, L_{Aeq} évolue au cours d'un concert de musique type avec des intervalles de temps moyens (1 minute, 5 minutes ou 60 minutes).

Figure A2.1 :
Évolution du niveau sonore mesuré avec la pondération fréquentielle A et moyenné dans le temps : exemple d'un concert



Il serait problématique d'utiliser un intervalle de temps moyen d'1 minute ($L_{Aeq, 1 \text{ min}}$), pour suivre et contrôler le niveau sonore durant un concert live d'un groupe de musique. La valeur de $L_{Aeq, 1 \text{ min}}$ varie de plus de 10 dB lors de la prestation musicale d'un groupe, avec des pics réguliers du niveau sonore lorsque la foule applaudit entre les chansons. Il ne serait ni possible ni approprié pour l'ingénieur du son d'être constamment en train d'ajuster la sortie du système de sonorisation en réponse à ces variations passagères du niveau sonore.

L'utilisation d'un intervalle de temps moyen de 60 minutes ($L_{Aeq, 60 \text{ min}}$), qui constitue la référence dans les réglementations relatives aux niveaux sonores dans certains pays (5, 6), peut également s'avérer problématique dans la pratique. Avec un long intervalle de temps moyen, le $L_{Aeq, 60 \text{ min}}$ a tendance à augmenter uniquement de façon progressive lors de la prestation musicale d'un groupe, sans jamais atteindre une valeur stable. De même, le $L_{Aeq, 60 \text{ min}}$ ne redescend que lentement après la fin de la prestation. Autrement dit, lorsque le groupe suivant monte sur scène (en général après une pause d'environ 20 à 30 minutes), la valeur de $L_{Aeq, 60 \text{ min}}$ reste fortement influencée par la performance du précédent groupe. Des tensions pourraient apparaître si chaque groupe fait appel à son propre ingénieur du son, étant donné que la liberté du suivant peut être limitée par les décisions et les actions du précédent.

L'utilisation d'un intervalle de temps moyen de 15 minutes ($L_{Aeq,15\text{ min}}$), comme le recommande la présente *Norme mondiale de l'OMS pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement*, représente un choix pragmatique. Il est suffisamment long pour permettre de préserver la dynamique naturelle (les hauts et les bas en termes d'intensité) d'une prestation musicale au sein d'un groupe, tout en étant suffisamment court pour fournir aux ingénieurs du son les informations utiles dont ils ont besoin pour contrôler efficacement et indépendamment le niveau sonore entre les différents groupes.

Références bibliographiques

1. Organisation mondiale de la Santé. *Lignes directrices relatives au bruit dans l'environnement dans la Région européenne, 2018* (<https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region>, page consultée en anglais le 29 novembre 2021).
2. Neitzel RL, Fligor BJ. Risk of noise-induced hearing loss due to recreational sound: review and recommendations. *J Acoust Soc Am.* 2019; 146(5):39113–921.
3. Organisation mondiale de la Santé et Union internationale des télécommunications. *Écouter sans risque : norme mondiale OMS-UIT pour les appareils et systèmes audio*. Genève, 2019 (<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/280085/9789241515276-eng.pdf>, page consultée en anglais le 29 novembre 2021).
4. Diviani N, Zanini C, Amann J, Chadha S, Cieza A, Rubinelli S. Awareness, attitudes, and beliefs about music-induced hearing loss: towards the development of a health communication strategy to promote safe listening. *Patient Educ Couns.* 2019; 102(8):1506–1512.
5. Beach EF, Cowan R, Mulder J, O'Brien I. Regulations to reduce risk of hearing damage in concert venues. *Bull World Health Organ.* 2020; 98(5):367–369.
6. Beach EF, Mulder J, O'Brien I, Cowan R. Overview of laws and regulations aimed at protecting the hearing of patrons within entertainment venues. *Eur J Public Health.* 2020; 31(1):227–233.

Annexe 3.

Spectre des sons live et types de mesures du niveau sonore

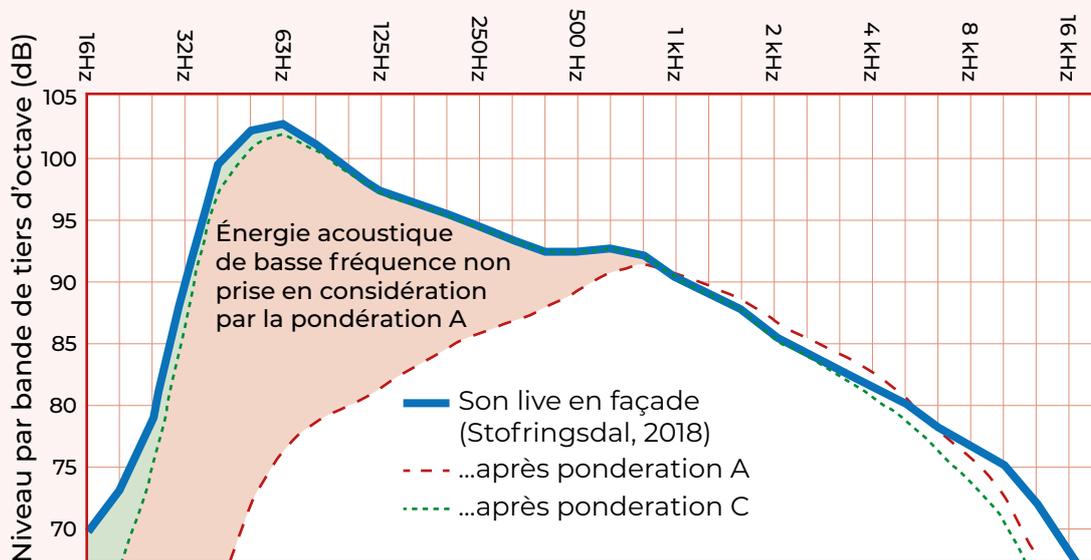
Pondération A et spectre des sons live

La pondération A est la pondération fréquentielle la plus largement utilisée pour les mesures du niveau sonore. Les critères de risque établis pour la perte auditive due au bruit reposent sur les limites d'exposition avec la pondération A. C'est pourquoi, la limite de niveau sonore est précisée sous la forme d'un niveau pondéré A.

L'un des inconvénients de la pondération A est qu'elle ne couvre pas la totalité de l'énergie acoustique présente dans la musique amplifiée. De plus, elle ne reflète pas la réponse du système auditif humain à ces niveaux sonores intenses. L'enregistrement à long terme des niveaux sonores dans les lieux musicaux qui accueillent des concerts de musique pop, rock et jazz révèle la présence d'une importante énergie basse fréquence (« graves ») dans la musique live amplifiée .

Comme l'illustre la Figure A3.1, après l'application de la pondération A, cette zone des basses fréquences est considérablement sous-pondérée et contribue par conséquent dans une moindre mesure au niveau sonore global. Ainsi, des mesures pondérées A ne renseignent pas vraiment sur le niveau d'énergie acoustique basse fréquence auquel le public est exposé.

Figure A3.1 :
Écart dans la contribution des basses fréquences
avec les mesures du niveau sonore



Une autre pondération fréquentielle, la pondération C, met davantage l'accent sur les sons à basse fréquence et se rapproche de la façon dont l'oreille humaine perçoit les sons à des niveaux de pression acoustique élevés. Comme l'illustre la Figure A3.1, contrairement à la pondération A, la pondération C permet de couvrir l'énergie du son live sur l'intégralité de la bande passante audio (de 20 à 20 000 Hz).

Heureusement, la transmission des sons à basse fréquence par l'oreille externe et moyenne est bien moins efficace que celle des sons à moyenne fréquence (de 250 à 4000 Hz) (2). Par conséquent, il est largement admis que l'exposition à des basses fréquences est moins dangereuse pour l'audition. Néanmoins, rien ne permet encore d'affirmer que l'exposition à des sons de basse fréquence intenses ne causent pas de lésions auditives (3).

Conscients du risque potentiel que représente une exposition intense aux basses fréquences, certains pays européens, en particulier la France (4), ont élaboré des réglementations en matière d'écoute sans risque qui incluent une autre limite du niveau sonore moyennée dans le temps, fondée sur la pondération C et exprimée en L_{Ceq} .

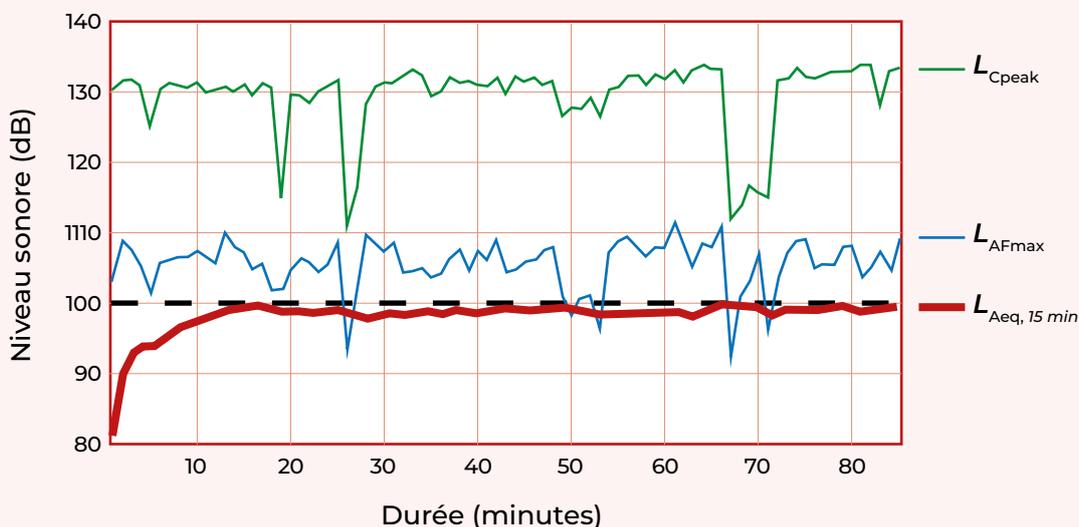
La Norme mondiale de l'OMS pour une écoute sans risque dans les lieux et les manifestations de divertissement n'intègre pas la limite du niveau sonore avec une pondération C pour les raisons suivantes :

- des recherches supplémentaires sont nécessaires afin de clarifier le risque d'exposition intense à des sons à basse fréquence pour l'audition humaine ;
- actuellement, il existe peu de données claires sur lesquelles fonder une limite du niveau sonore avec une pondération C spécifique ;
- l'obtention de mesures fiables des niveaux sonores à basse fréquence peut s'avérer difficile, en particulier dans les petites salles.

Différents types de mesures du niveau sonore

La Figure A3.2 illustre les données des niveaux sonores collectées au cours d'un spectacle professionnel lors d'un festival en plein air organisé en Allemagne.

Figure A3.2 :
Différents types de mesures du niveau sonore
réalisées lors d'un spectacle



La figure présente trois tracés distincts correspondant à différents types de mesure acoustique.

1. $L_{Aeq, 15min}$: niveau sonore continu équivalent avec une pondération A et un intervalle de temps moyen de 15 minutes. Il s'agit du même type de mesure utilisé pour définir la limite du niveau sonore dans le cadre de la présente norme. Le niveau sonore reste constamment en dessous de 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ (limite déjà en place pour ce type de manifestation).⁸
2. L_{AFmax} : niveau sonore maximum de la période de mesure avec pondération fréquentielle A et pondération temporelle rapide (constante de temps exponentielle de 125 minutes) . Le niveau L_{AFmax} varie bien plus que le L_{Aeq} , et avoisine régulièrement les 110 dB L_{AFmax} .
3. L_{Cpeak} : niveau de pression acoustique instantané de crête sans moyenne ni pondération temporelle. Habituellement, le niveau de pression acoustique de crête est mesuré à l'aide d'une pondération fréquentielle C. Hormis durant les pauses entre les chansons, le niveau de pression acoustique de crête dépasse régulièrement les 130 dB L_{Cpeak} .⁹

Cet exemple démontre qu'il est impossible de comparer directement différents types de niveau sonore, bien qu'ils soient tous mesurés en décibels. Au moment de mesurer, d'enregistrer ou d'interpréter les niveaux sonores, il est indispensable d'indiquer précisément le type de mesure examiné, y compris l'application éventuelle d'une pondération fréquentielle ou temporelle.

Réglage du limiteur de son

Lorsque le système de sonorisation est capable, en principe, de produire des niveaux de crête supérieurs à 140 dB L_{Cpeak} , le volume sonore doit être contrôlé par un limiteur électronique à action rapide afin d'éviter d'atteindre de tels niveaux. Le fonctionnement du limiteur de son est généralement paramétré à l'avance (par exemple, lors de la mise en marche du système de sonorisation ou du contrôle du niveau sonore) afin de s'assurer que les niveaux de crête ne dépassent pas 140 dB L_{Cpeak} à l'endroit le plus exposé dans la zone du public. Une fois correctement réglé, le limiteur constitue un filet de sécurité fiable. Le contrôle en temps réel des niveau de pression acoustique de crête n'est pas nécessaire, car il est considéré comme une caractéristique de conception du système distincte de la nécessité d'un contrôle continu du niveau sonore pondéré A. L'annexe 3 contient des informations sur les différents types de mesures du niveau sonore, notamment L_{Aeq} , L_{AFmax} et L_{Cpeak} .

8 Il convient de noter que même si la limite de 100 dB $L_{Aeq, 15min}$ a été respectée tout au long du spectacle, la dose de son reçue durant ces près de 90 minutes équivaldrait à environ 600 % de la dose de son quotidienne autorisée, conformément aux réglementations relatives au bruit au travail.

9 Il convient de noter que le microphone de mesure a été placé au niveau de la table de mixage de façade pour l'ensemble de ces mesures ; le public des premiers rangs aurait été exposé à des niveaux de pression acoustique de crête bien supérieurs à ceux indiqués.

Le but du limiteur n'est pas de couper ou de faire taire la musique quand le niveau sonore devient trop élevé : il s'agit de se protéger contre les pics extrêmes soudains en plafonnant le niveau reproduit par le système de sonorisation.

Références bibliographiques

1. Støfringsdal B. Expected sound levels at concert venues for amplified music. Auditorium Acoustics. Hamburg, Germany; 2018.
2. Ruggero MA, Temchin AN. The roles of the external, middle, and inner ears in determining the bandwidth of hearing. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2002; 99(20):13206–13210.
3. Wiggins IM, Liston K. Sound distribution for safe listening in entertainment venues: a review. Make Listening Safe. World Health Organization; September 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-distribution-for-safe-listening-in-music-venues.pdf?sfvrsn=c16f7a38_5, consulté en anglais le 17 décembre 2021).
4. République française. Décret n° 2017–1244 du 7 août 2017 relatif à la prévention des risques liés aux bruits et aux sons amplifiés. Légifrance, 2017.
5. Hill AJ, Burton J. A case study on the impact live event sound level regulations have on sound engineering practice, Institute of Acoustics; 2002.
6. Commission électrotechnique internationale. CEI 61672-1:2013 Electroacoustique. Sonomètres – Partie 1 : Spécifications, 2013.
7. Commission électrotechnique internationale. CEI 61672-3:2013 Electroacoustique. Sonomètres – Essais périodiques, 2013.

Annex 4.

L'importance de l'étalonnage

Les sonomètres, et en particulier les microphones de mesure, sont des instruments fragiles qui peuvent facilement être endommagés s'ils ne sont pas correctement manipulés. En outre, même les appareils totalement opérationnels sont sensibles aux variations des conditions ambiantes, notamment la température et l'humidité. Un grand nombre de lieux présentent un environnement hostile pour les instruments de mesure de précision, où les appareils peuvent être soumis à des chocs physiques et à des variations de température ou d'humidité au cours d'une manifestation.

Quelle que soit la qualité ou le coût d'un sonomètre, la seule façon de savoir si ses relevés sont précis est de le soumettre à un niveau de pression acoustique connu et de vérifier l'exactitude de la mesure (1). Le cas échéant, de petits réglages peuvent être réalisés au niveau de la sensibilité du sonomètre afin d'obtenir des mesures correctes. Cette procédure est connue sous le nom d'étalonnage. En général, les normes internationales relatives à la mesure des niveaux sonores exigent que l'étalonnage des sonomètres soit vérifié immédiatement avant et après un ensemble de mesures(2).



L'étalonnage peut être vérifié à l'aide d'un calibre acoustique, un dispositif compact alimenté par des piles qui génère une tonalité à une fréquence et un niveau de pression acoustique connus (en général, une tonalité de 1 kHz à un niveau de pression acoustique de 94 dB SPL ou de 114 dB SPL).

Photo reproduite avec l'aimable autorisation de Marcel Kok, dBControl.



Photo reproduite avec l'aimable autorisation de Marcel Kok, dBControl.

Le microphone de mesure est inséré dans le calibre. Ensuite, le relevé affiché sur le sonomètre est contrôlé afin de vérifier qu'il correspond au niveau sonore attendu avec une tolérance acceptable (par ex., $\pm 0,2$ dB). La réalisation d'un étalonnage régulier avant et après chaque manifestation constitue la meilleure façon de surveiller les signes d'endommagement de l'appareil de mesure et/ou les écarts inexplicables dans les mesures au fil du temps. Tout problème de ce genre devrait être examiné rapidement afin d'en déterminer la cause.

Pour un niveau de précision optimal, il convient de vérifier l'étalonnage immédiatement avant et après chaque manifestation, en conservant les enregistrements des résultats d'étalonnage et en examinant la cause de tout écart supérieur à $\pm 0,2$ dB entre deux étalonnages consécutifs. Néanmoins, un calendrier d'étalonnage plus souple (par exemple, des contrôles hebdomadaires ou mensuels des étalonnages avec une tolérance de ± 1 dB) pourrait être considéré comme adéquat pour un suivi du niveau sonore à long terme dans les lieux de divertissement.

Le calibre doit également être contrôlé régulièrement afin de s'assurer qu'il affiche le niveau de pression acoustique correct. Pour cela, le calibre doit généralement être envoyé à un laboratoire agréé à des fins d'étalonnage à l'aide d'un instrument spécifique.

Références bibliographiques

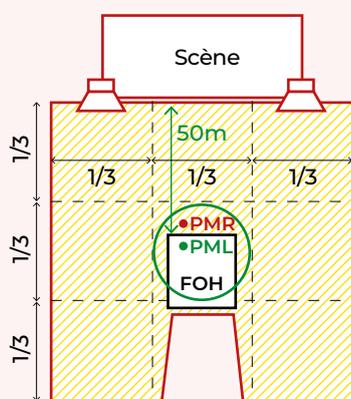
1. Mulder J, McGinnity S. Sound level measurement, monitoring, management, and documentation in music venues. Make Listening Safe. World Health Organization; mai 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-level-measurement-management-and-documentation-in-music-venues.pdf?sfvrsn=69990849_5, consulté en anglais le 29 novembre 2021).
2. ISO 1996-2:2017. Acoustique - Description, évaluation et mesurage du bruit de l'environnement - Partie 2 : détermination des niveaux de pression acoustique. Organisation internationale de normalisation, 2017.

Annexe 5.

Emplacement de la mesure du niveau sonore

La limite du niveau sonore s'applique à la position de mesure de référence, au centre de la zone principale réservée au public. Néanmoins, il est rarement pratique de mesurer un niveau sonore directement à cet endroit. Dans ce cas, il est nécessaire de mesurer le niveau sonore ailleurs (à une « position de mesure à long terme »), et d'appliquer une correction aux valeurs mesurées (voir l'annexe 6), le cas échéant. Les Figures A5.1, A5.2 et A5.3 décrivent les scénarios possibles d'emplacements de mesure appropriés.

Figure A5.1 :
Scénario A

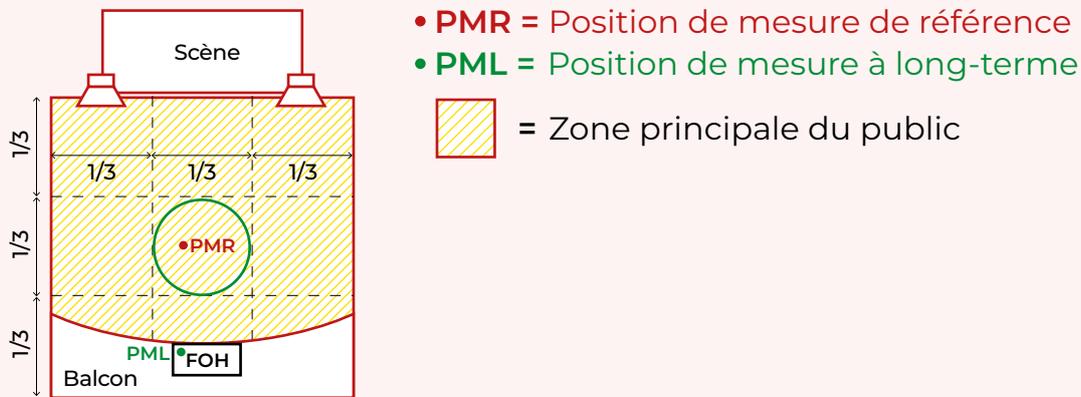


- **PMR** = Position de mesure de référence
- **PML** = Position de mesure à long-terme
- ▨ = Zone principale du public

Le Scénario A décrit une scène de festival en plein air. La position de mesure de référence, au centre de la zone principale du public, se trouve au milieu de la foule. Il n'est pas pratique de placer un microphone de mesure à cet endroit. Par conséquent, le niveau sonore est mesuré au niveau de la table de mixage de façade (position de mesure à long terme).

La position de mesure à long terme à la table de mixage de façade se situe dans le tiers médian de la zone principale du public (à la fois en largeur et en profondeur) et à moins de 70 mètres du premier rang du public. Le niveau sonore mesuré à la position de mesure à long terme est donc considéré comme représentatif de celui de la position de mesure de référence, sans correction nécessaire.

Figure A5.2 :
Scénario B

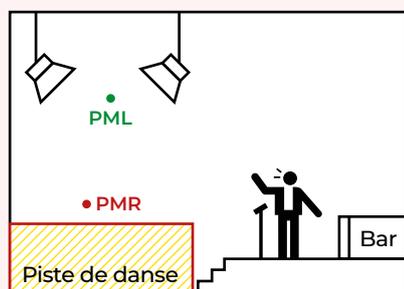


Le Scénario B décrit une salle de concert. Un balcon se situe à l'arrière de la salle, et la table de mixage de façade se trouve à l'avant du balcon, surplombant la scène.

La zone principale réservée au public s'étend sur le niveau principal du plancher entre le premier rang du public et le bord avant du balcon. La position de mesure de référence est au centre de la zone principale du public.

Pour des raisons pratiques, la façade est de nouveau utilisée comme position de mesure à long terme. Dans ce lieu, la position de mesure à long terme ne se situe pas dans la zone prescrite autour de la position de mesure de référence. Une correction doit donc être appliquée au niveau sonore mesuré en façade afin d'estimer le niveau sonore présent à la position de mesure de référence (voir l'[annexe 6](#)).

Figure A5.3 :
Scénario C



- **PMR** = Position de mesure de référence
- **PML** = Position de mesure à long-terme
-  = Zone principale du public

Le Scénario C décrit une discothèque avec une piste de danse en contrebas. Le système de sonorisation comprend des enceintes suspendues au plafond afin d'obtenir une répartition uniforme du son et d'éviter que le public ne s'en approche de trop près.

Dans ce scénario, il n'y a pas de scène : la zone principale réservée au public correspond à la piste de danse. La position de mesure de référence se trouve à hauteur de tête du public au centre de la piste de danse.

Pour éviter d'endommager le microphone de mesure, il convient de le suspendre à 1 mètre du plafond. Étant donné que la position de mesure à long terme se situe à une hauteur élevée, avec des enceintes dirigées vers le bas en direction de la piste de danse, le niveau sonore à cette position peut être différent de celui à la position de mesure de référence. Une correction est donc requise (voir l'[annexe 6](#)).

Remarque : aucune correction ne sera requise si la position de mesure à long terme se situe :

- i) dans le tiers médian de la zone principale réservée au public à la fois en largeur et en profondeur ;
- ii) à moins de 70 mètres du premier rang du public.

C'est ce qui ressort des données mises en évidence dans des recherches menées pour le gouvernement des Pays-Bas (1). Cela indique que, dans une variété de lieux de différents types et dimensions, le niveau sonore dans cette zone centrale ne s'écartera généralement pas plus de $\pm 1,5$ dB(A) de celui à la position de mesure de référence (1).

Affichage de la mesure du niveau sonore avec correction

Si la position de mesure ne satisfait pas aux critères mentionnés précédemment, une correction devrait être appliquée automatiquement afin que le niveau sonore affiché à l'acteur responsable corresponde directement à celui à la position de mesure de référence.

Lorsque cela n'est pas possible, une autre solution consiste à ajuster la limite du niveau sonore proportionnellement à la correction. Par exemple, si la correction requise est de +5 dB(A) et le niveau sonore non corrigé est affiché, l'acteur responsable devra alors respecter une limite de niveau sonore effective de 95 dB $L_{Aeq,15min}$. Dans ce cas, la limite de niveau sonore effective devrait être affichée bien en vue à côté de l'affichage du niveau sonore.

Références bibliographiques

1. Protocole de mesure pour la convention du bruit aux Pays-Bas, 2019 (<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/03/20/meetprotocol-convenant-geluid-nederland-2019>, page consultée en néerlandais le 17 décembre 2021).

Annexe 6.

Procédure de détermination de la correction requise pour la mesure du niveau sonore

Lorsque la position de mesure à long terme est différente de la position de mesure de référence (voir l'annexe 5), la correction requise peut être déterminée comme suit.

La procédure doit être engagée lorsque le lieu est inoccupé et à un moment où les niveaux de bruit ambiant sont suffisamment bas pour ne pas interférer avec les mesures.

Toutes les mesures doivent être réalisées avec une durée d'au moins 30 secondes.

- i) Installez le microphone de mesure ou un sonomètre autonome à la position de mesure de référence.
- ii) Lancez un signal de test adapté via le système de sonorisation à un niveau sonore modérément élevé (en fonction de la variante utilisée, Variante A ou Variante B, voir ci-dessous).
- iii) Prenez une mesure du niveau sonore moyenné dans le temps à la position de mesure de référence ($L_{eq,ref}$).
- iv) Déplacez le microphone de mesure ou le sonomètre autonome vers la position de mesure à long terme.
- v) Relancez ou continuez le signal de test via le système de sonorisation, en vérifiant que son niveau à la source n'a pas changé de quelque façon que ce soit.
- vi) Prenez une mesure du niveau sonore à la position de mesure à long terme ($L_{eq,long-term}$).
- vii) Calculez la correction requise comme la différence de niveau sonore entre la position de mesure de référence et la position de mesure à long terme, ($L_{eq,ref} - L_{eq,long-term}$).

Il existe deux variantes de cette méthode.

1. Variante A : méthode spécifique à la fréquence (méthode privilégiée)

- Selon cette méthode, la correction requise ($L_{eq, ref} - L_{eq, long-term}$) est calculée séparément pour chaque bande de fréquence.
- Le calcul peut être effectué dans les bandes d'octave ou les bandes de tiers d'octave avec des fréquences centrales qui s'étendent au moins entre 63 Hz et 16 kHz.
- Les niveaux spécifiques à la bande de fréquences doivent être mesurés avec une pondération fréquentielle linéaire.
- Pour la Variante A, il est recommandé d'utiliser le bruit rose à large bande comme signal de test.
- Cette méthode est adaptée uniquement si le système de mesure du niveau sonore comprend une fonction permettant d'appliquer automatiquement la correction en fonction de la bande de fréquences.
- Cette méthode présente l'avantage de tenir continuellement compte de la variation du spectre fréquentiel du bruit reproduit par le système de sonorisation.

2. Variante B : méthode de la large bande

- Selon cette méthode, la correction requise ($L_{eq, ref} - L_{eq, long-term}$) est calculée comme valeur unique à large bande.
- Les niveaux sonores à la position de mesure de référence et à la position de mesure à long terme doivent être mesurés comme des niveaux pondérés A à large bande.
- Pour la Variante B, il est recommandé d'utiliser le bruit rouge à large bande comme signal de test, car ce type de signal présente un spectre fréquentiel similaire aux vrais instruments de musique.

Cette approche est limitée dans le sens où elle ne tient pas compte de la transmission du son depuis la scène jusqu'au public telle qu'elle se produit lors d'un concert.

Annexe 7.

Temps de réverbération appropriés pour de la musique amplifiée et traitement acoustique

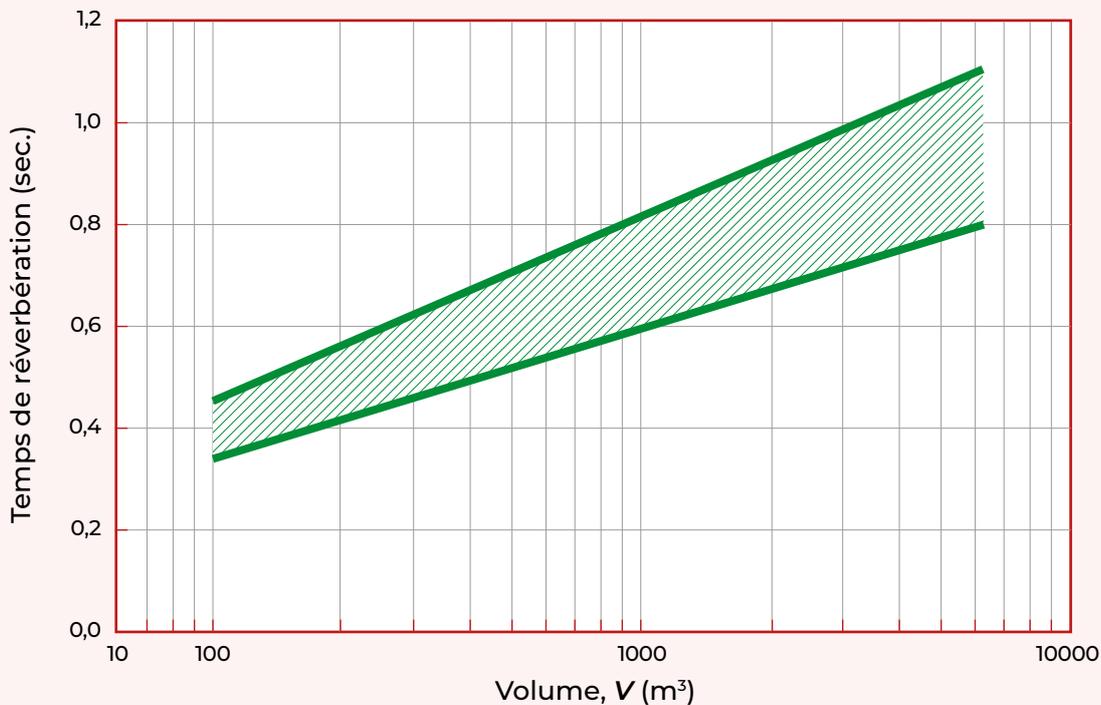
Temps de réverbération appropriés pour de la musique amplifiée (1)

En général, la musique amplifiée est de meilleure qualité dans les lieux où la réverbération est bien amortie, autrement dit dans les lieux ayant une acoustique « sèche ». Parallèlement, les lieux ne doivent pas viser un temps de réverbération trop court, car un lieu acoustiquement « neutre » n'offrent généralement pas des conditions satisfaisantes aux artistes. Un équilibre doit donc être trouvé.

Fondée sur des recherches approfondies menées par Niels Werner Adelman-Larsen, résumées dans son ouvrage intitulé *Rock and pop venues: acoustic and architectural design* (2), la norme norvégienne NS 8178:2014 définit des cibles de conception pour le temps de réverbération (RT60) des salles de spectacles diffusant de la musique amplifiée (3).

Les temps de réverbération à moyenne fréquence recommandés sont indiqués en fonction du volume de la pièce. Il s'agit des temps de réverbération mesurés dans un lieu meublé, mais non occupé. Les limites supérieure et inférieure du temps de réverbération acceptable sont indiquées par la zone grisée à la Figure 7.1 ci-dessous.

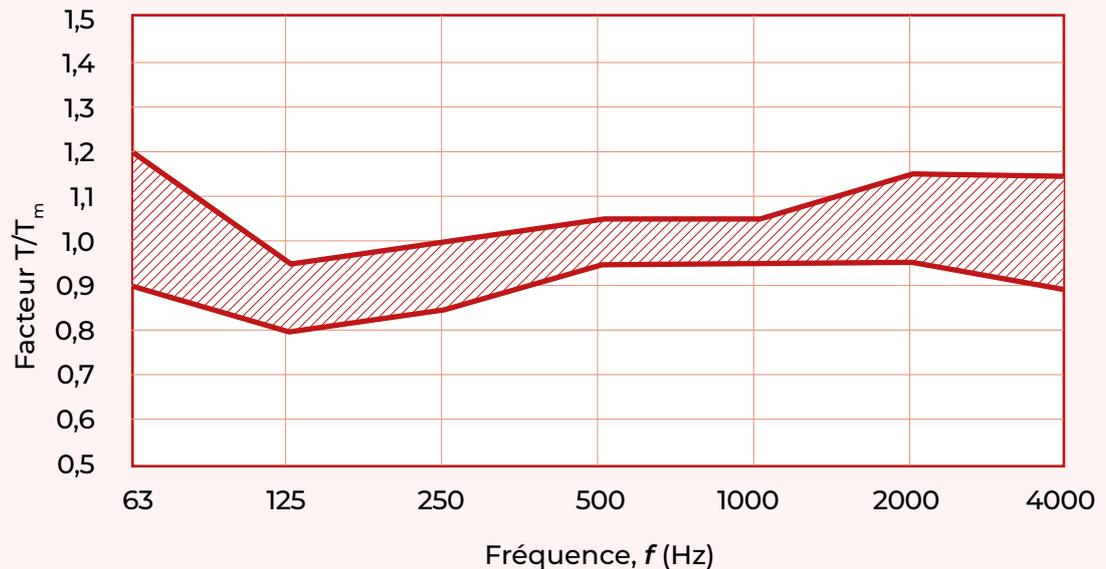
Figure A7.1 :
Temps de réverbération à moyenne fréquence* recommandés pour les lieux diffusant de la musique amplifiée, en fonction du volume de la pièce



* RT60 moyen dans les bandes d'octave à 500 Hz et à 1 kHz.

La bonne qualité sonore d'un lieu diffusant de la musique amplifiée dépend non seulement du niveau global de réverbération contrôlé de manière adéquate, mais aussi du temps de réverbération raisonnablement égal dans toutes les bandes de fréquences. Le contrôle de la réverbération dans la bande d'octave à 125 Hz est particulièrement important afin de permettre aux ingénieurs du son d'obtenir un mixage clair et contrôlé (4). La norme norvégienne NS 8178:2014 recommande également des tolérances pour le RT60 dans les bandes d'octave allant de 63 Hz à 4 kHz, exprimées sous forme de rapport entre le RT60 dans chaque bande d'octave et le RT60 de moyenne fréquence (RT60 moyen dans les bandes d'octave à 500 Hz et 1 kHz – voir la [Figure A7.2](#)) (3).

Figure A7.2 :
Tolérances recommandées pour le temps de réverbération* à différentes bandes d'octave pour les lieux diffusant de la musique amplifiée



* T rapporté au temps de réverbération à moyenne fréquence T_m (RT60 moyen dans les bandes d'octave à 500 Hz et 1 kHz).

Ces recommandations s'appliquent aux lieux qui accueillent des manifestations où est jouée ou diffusée de la musique amplifiée, comme les concerts de rock/pop ou les discothèques. Étant donné que des temps de réverbération plus longs sont généralement nécessaires pour la musique acoustique (comme les représentations orchestrales ou chorales), il est conseillé aux salles polyvalentes proposant de la musique amplifiée ou non amplifiée d'étudier des options d'acoustique variable. Il pourrait s'agir, par exemple, de rideaux rétractables ou de panneaux rotatifs présentant soit une absorption acoustique soit une surface de réflexion permettant d'adapter l'acoustique aux besoins d'une manifestation en particulier.

Traitement acoustique d'un lieu

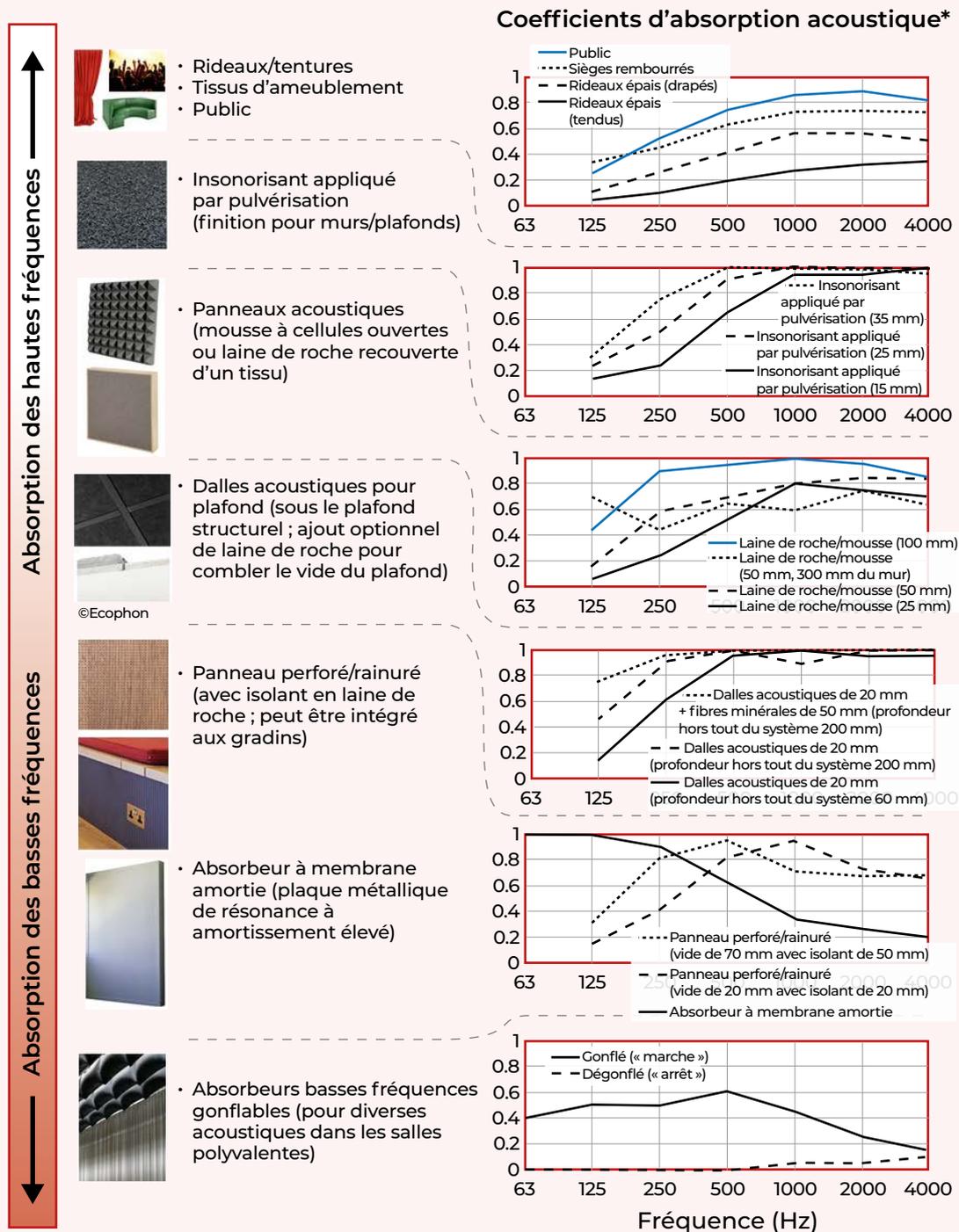
L'acoustique d'un lieu peut être modifiée par l'introduction de nouveaux matériaux ou de finitions de surface. Il existe différents types de traitement acoustique, conçus pour répondre à différentes attentes.

Absorption acoustique

Les dispositifs d'absorption acoustique éliminent l'énergie acoustique de l'air lorsqu'une onde sonore vient les percuter. L'absorption acoustique est principalement utilisée pour contrôler la réverbération d'une pièce ou pour réduire la force de réflexion d'une surface.

Plusieurs approches sont nécessaires pour absorber le son à différentes bandes de fréquences. La plupart des matériaux souples, comme les tissus d'ameublement, les rideaux et les tentures, ainsi que les panneaux acoustiques sont fabriqués à partir de matériaux comme la laine de roche, qui absorbent naturellement le son à des moyennes à hautes fréquences. L'absorption du son à basse fréquence est plus difficile à obtenir et nécessite l'utilisation d'absorbeurs plus épais et/ou de systèmes résonants amortis. Il s'agit, par exemple, du résonateur acoustique Helmholtz, des absorbeurs à membrane et des absorbeurs gonflables. La Figure A7.3 fournit une représentation visuelle des propriétés d'absorption des différents éléments décrits plus haut.

Figure A7.3 :
Propriétés d'absorption de différents éléments



Illustrations ci-dessus reproduites avec l'aimable autorisation de : Stil Acoustics, t.akustic, Ecophon, RPG Acoustical Systems, et Flex Acoustics. Absorbent gonflable de Flex Acoustics créé et breveté par Niels W Alderman-Larsen.

Diffusion acoustique

Les diffuseurs acoustiques sont des surfaces ou des objets conçus pour réfléchir le son dans de nombreuses directions. La diffusion acoustique est utilisée pour répartir l'énergie acoustique aussi uniformément que possible ou pour gérer des réflexions problématiques. Pour cela, il convient d'utiliser :

- des surfaces de réflexion convexes ;



Illustration reproduite avec l'aimable autorisation de RPG Acoustical Systems.

- des surfaces de diffusion avec des profondeurs différentes ;



- un mélange de surfaces d'absorption/de réflexion.



Écrans acoustiques

Les écrans acoustiques sont utilisés pour bloquer le son direct d'un instrument bruyant ou empêcher un amplificateur d'atteindre des zones non souhaitées, comme les premiers rangs du public. Ils sont placés immédiatement devant ou autour de la source sonore. Par exemple, les écrans de batterie en acrylique transparent et les panneaux absorbants à bas coût servant à isoler les amplificateurs de guitare.

Absorbeurs de résonance pour l'absorption des sons graves

L'absorption des sons graves n'affectera pas directement le niveau sonore pondéré A d'un lieu, car la fonction de pondération A est insensible aux basses fréquences. Cela peut améliorer considérablement la qualité sonore d'un lieu et faciliter la gestion des niveaux sonores. Dans certains cas, il peut être possible d'intégrer une absorption des sons graves sans réduire l'espace disponible d'un lieu. Par exemple :

- dans un lieu avec une zone assise en périmètre, il peut être possible de convertir le volume sous les bancs afin d'absorber la résonance ;
- un faux plafond peut également représenter une solution efficace d'absorption des basses fréquences, s'il est monté à au moins 30 cm du plafond structurel et possède une couche de matériau isolant phonique (par exemple, de la laine de roche) qui recouvre les dalles et remplit le vide.

Safety

Dans le cadre d'un traitement acoustique d'un lieu, il est indispensable de s'assurer que tous les matériaux respectent les normes appropriées relatives à la résistance au feu/aux propriétés ignifuges et qu'ils ne libèrent pas de particules fibreuses cancérigènes ou toxiques dans l'air.

Références bibliographiques

1. Wiggins IM, Liston K. Sound distribution for safe listening in entertainment venues: a review. Make Listening Safe. World Health Organization; September 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-distribution-for-safe-listening-in-music-venues.pdf?sfvrsn=c16f7a38_5, consulté en anglais le 29 novembre 2021).
2. Adelman-Larsen NW. Rock and pop venues: acoustic and architectural design. Berlin, Germany: Springer; 2014.
3. Rindell, JH. New Norwegian standard on the acoustics of rooms for music rehearsal and performance. Forum Akousikum. 2014 (https://www.odeon.dk/pdf/RehearsalRooms_ForumAcousticum2014_Rindel.pdf, consulté en anglais le 17 décembre 2021).
4. Adelman-Larsen NW, Thompson ER. The importance of bass clarity in pop and rock venues. J Acoust Soc Amer. 2008; 123:3090.

Annexe 8.

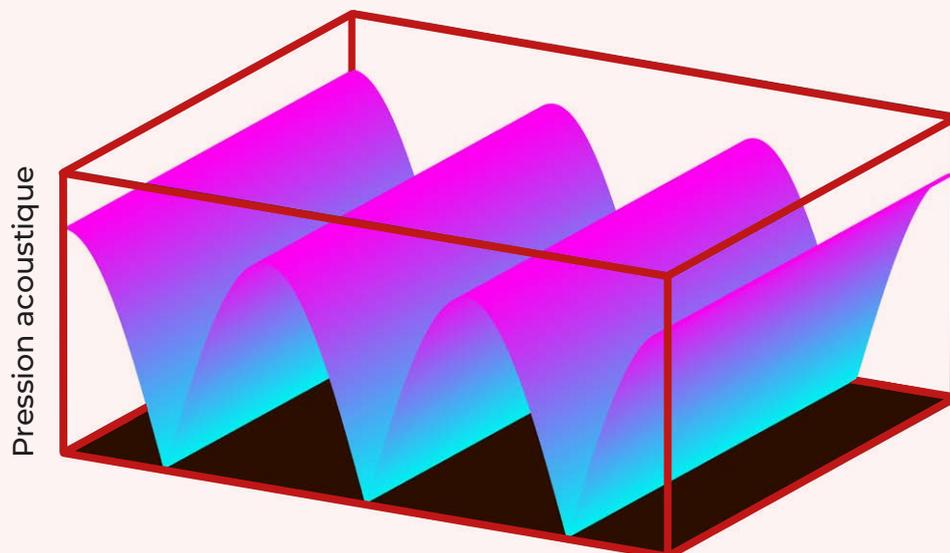
Problèmes acoustiques liés aux basses fréquences

Les problèmes acoustiques liés aux basses fréquences ont une influence directe limitée sur le niveau sonore pondéré A en raison de l'insensibilité relative de la courbe de pondération A aux basses fréquences (voir l'[annexe 3](#)). Néanmoins, un bon contrôle acoustique des basses fréquences, en particulier dans la bande d'octave à 125 Hz, est essentiel à la qualité sonore de la musique amplifiée (1). Ceci s'explique en partie par un phénomène appelé débordement de masquage sur les aigus (2) où les basses fréquences ont un effet plus prononcé sur la capacité d'entendre des sons de fréquence plus élevée que l'inverse. Il est important de régler tout problème acoustique lié aux basses fréquences dans un lieu de divertissement afin que les ingénieurs du son puissent obtenir un mixage clair et percutant à un niveau sonore contrôlable.

Le mode de résonance de la pièce peut s'avérer problématique dans les petites salles dont le volume est inférieur à 1000 m³ (3–6).

Les ondes stationnaires (7) se produisent à des fréquences où la distance parcourue par le son entre deux surfaces opposées d'une pièce est un multiple exact de la moitié d'une longueur d'onde. À ces fréquences, le son qui rebondit entre les surfaces crée une interférence constructive et destructive systématique. Ce sont les ondes stationnaires. Il en résulte des zones alternant pression acoustique élevée et pression acoustique faible dans la pièce, comme illustré à la [Figure A8.1](#).

Figure A8.1 :
Illustration d'un mode de résonance



Une réponse dans les basses fréquences (graves) qui semble très inégale ou excessive dans une petite salle peut révéler un problème avec les ondes stationnaires. L'intégration d'une absorption acoustique des fréquences plus basses est généralement requise (voir l'[annexe 7](#)).

Les ondes stationnaires ne posent pas de problème dans les lieux de moyennes et grandes dimensions. En effet, elles se superposent à une fréquence donnée, ce qui provoque une moyenne des fluctuations et crée un champ acoustique plus uniforme dans l'espace.

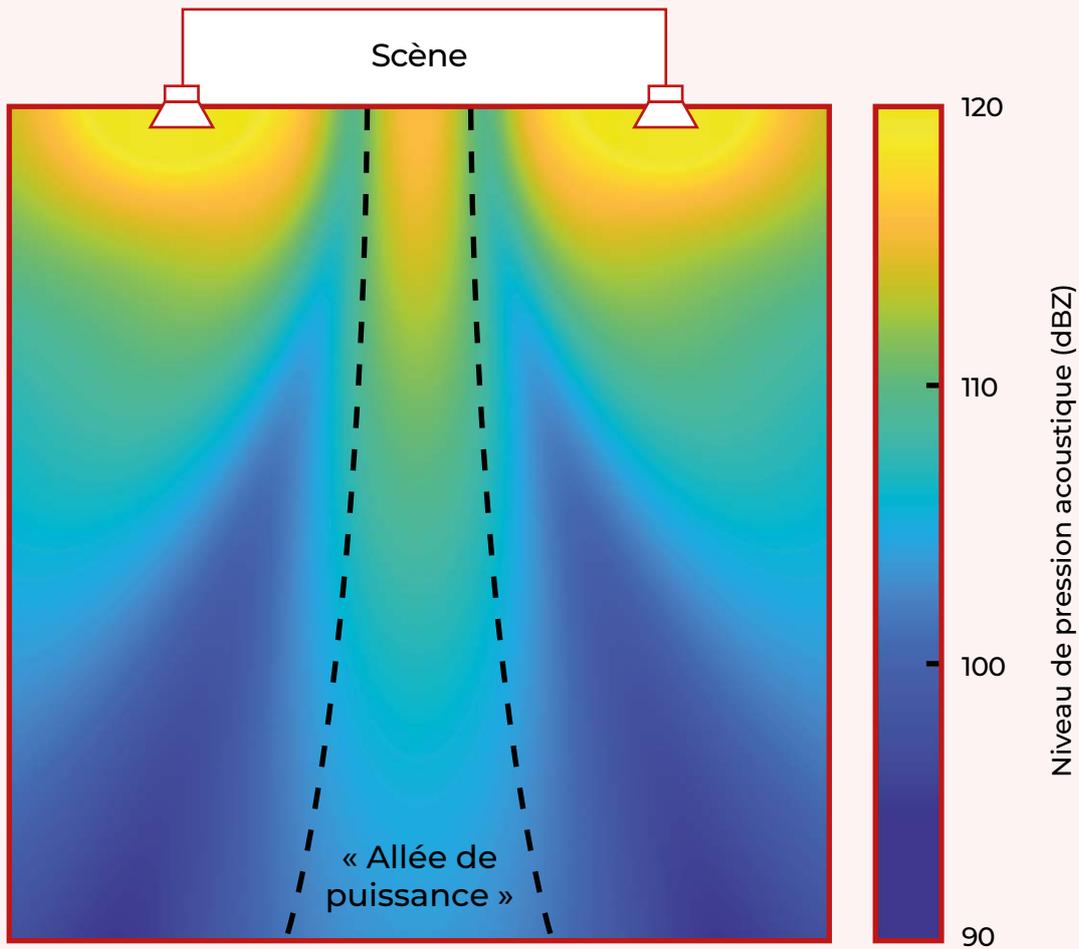
Interférence cohérente et effet « power alley » ou « allée de puissance » (7)

Un autre type de problème rencontré avec les basses fréquences, pouvant survenir indistinctement dans les lieux clos ou en plein air, quelle que soit leur dimension, est causé par une interférence cohérente entre un son direct et/ou réfléchi depuis une ou plusieurs enceintes.

Par exemple, dans le cas fréquent où deux caissons de basses sont placés de chaque côté de la scène, une interférence cohérente entre les haut-parleurs peut créer un couloir où l'énergie sonore des graves accrue se propage au centre de la zone réservée au public (« power alley » ou « allée de puissance »). Les spectateurs peuvent ressentir un équilibre très différent entre les graves et les aigus, selon qu'ils se trouvent à l'intérieur ou en dehors de l'allée de puissance (voir la [Figure A8.2](#)).

Des mesures physiques et électroniques peuvent être prises pour réduire l'interférence cohérente entre les enceintes (8).

Figure A8.2 :
Représentation visuelle de l'effet « power alley »



Références bibliographiques

1. Adelman-Larsen NW, Thompson ER. The importance of bass clarity in pop and rock venues. *J Acoust Soc Amer*. 2008; 123:3090.
2. Wegel RL, Lane CE. The auditory masking of one pure tone by another and its probable relation to the dynamics of the inner ear. *Phys Rev*. 1924; 23(2):266–285.
3. Adelman-Larsen NW. Rock and pop venues: acoustic and architectural design. Berlin, Germany: Springer; 2014.
4. Adelman-Larsen NW, Thompson ER, Gade AC. Suitable reverberation times for halls for rock and pop music. *J Acoust Soc Am*. 2010; 127:247–255.
5. Adelman-Larsen NW, Gade AC, Thompson ER. The flexible bass absorber. AES Convention Papers Forum. AES Convention 123. Audio Engineering Society. Vienna, Austria; 2007.
6. Everest FA, Pohlmann KC. Master handbook of acoustics, 6th ed. McGraw-Hill Education – Europe; 2015.
7. Wiggins IM, Liston K. Sound distribution for safe listening in entertainment venues: a review. Make Listening Safe. World Health Organization; September 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-distribution-for-safe-listening-in-music-venues.pdf?sfvrsn=c16f7a38_5, consulté en anglais le 29 novembre 2021).
8. Hill AJ, Moore JB. Dynamic diffuse signal processing for sound reinforcement and reproduction. *J Audio Eng Soc*. 2018;66(11):953–965.

Annexe 9.

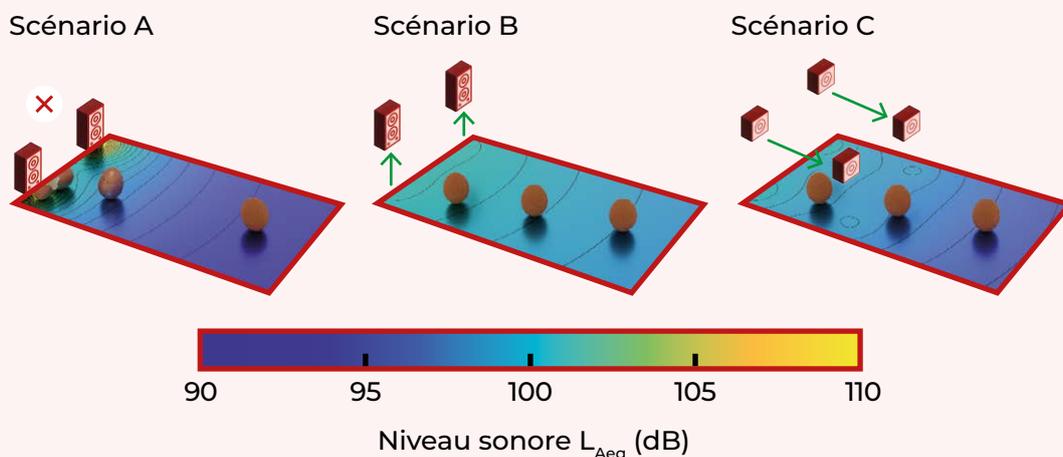
Répartition du son pour une écoute sans risque

Positionnement des enceintes

Afin d'obtenir une répartition raisonnablement uniforme du son dans la zone du public, il convient d'éviter absolument toute situation où certains spectateurs pourraient se retrouver bien plus près des enceintes que d'autres (1). En effet, le niveau du son direct diminue en s'éloignant des enceintes, jusqu'à 6 dB à chaque fois que la distance est doublée.

Dans les trois scénarios illustrés à la Figure A9.1, le Scénario A décrit la pire disposition, pourtant couramment constatée, où les enceintes sont empilées au sol (ou à l'avant de la scène) sans zone d'exclusion du public. Les auditeurs à l'avant sont beaucoup plus proches des enceintes que ceux à l'arrière. Le son diffusé par les enceintes sera par ailleurs partiellement bloqué par les premiers rangs et ne pourra pas atteindre les personnes du fond. En conséquence, les personnes à l'avant sont surexposées, tandis que celles placées au fond parviennent difficilement à entendre clairement la musique.

Figure A9.1 :
Positionnement des enceintes et effet sur la répartition du son



Les Scénarios B et C présentent deux façons d'améliorer la situation. Si le lieu dispose d'une hauteur sous plafond suffisante, les enceintes peuvent être placées en hauteur en les suspendant au plafond (Scénario B). Ainsi, la distance entre les spectateurs et les enceintes est similaire dans l'ensemble de la zone du public et la voie est parfaitement dégagée. Le niveau sonore est sans risque et satisfaisant pour l'ensemble des membres du public, quel que soit l'endroit où ils se trouvent.

Le Scénario C illustre une disposition qui peut offrir un bon effet dans les lieux ayant une hauteur sous plafond limitée (2). Les principales enceintes sont de nouveau suspendues au plafond, mais à une hauteur inférieure à celle du Scénario B. La diffusion du son vers la moitié arrière de la zone réservée au public est garantie par un ensemble d'enceintes delay-fill (plus petites et moins puissantes). Le signal envoyé à ces enceintes est retardé électroniquement ou numériquement de sorte que le son qu'elles émettent arrive en même temps que le son provenant des enceintes principales placées à l'avant ou avec très un léger retard. Cela crée l'impression que le son provient du groupe sur scène et non d'un ensemble d'enceintes montées au centre et au-dessus du public.

Positionnement des caissons de basses

Les caissons de basses sont des haut-parleurs conçus pour reproduire les sons à basse fréquence en dessous de 100 Hz environ. Actuellement, il n'existe pas de données suggérant que ces sons graves peuvent affecter l'audition humaine. Néanmoins, le placement des caissons de basses au-dessus du niveau de la tête permet de diffuser les sons à basse fréquence de manière plus uniforme de l'avant vers l'arrière du public (3). Cette configuration n'est pas toujours possible en raison des limitations de la hauteur sous plafond d'un lieu et/ou de la capacité portante. Toutefois, il est préférable de placer les caissons de basses en hauteur, si possible, en attendant une meilleure connaissance du risque que représentent les sons à basse fréquence pour l'audition.

Le positionnement des caissons de basses n'aura généralement qu'un effet direct limité sur les niveaux sonores pondérés A à la position de mesure de référence et donc sur la capacité à respecter la limite du niveau sonore de 100 dB $L_{Aeq,15min}$. Il peut cependant déterminer le niveau global des sons à basse fréquence que le système de sonorisation peut produire sans que le public des premiers rangs ne soit exposé à des niveaux de crête supérieurs à 140 dB L_{Cpeak} (voir le paragraphe D1.3.3).

Directivité des enceintes

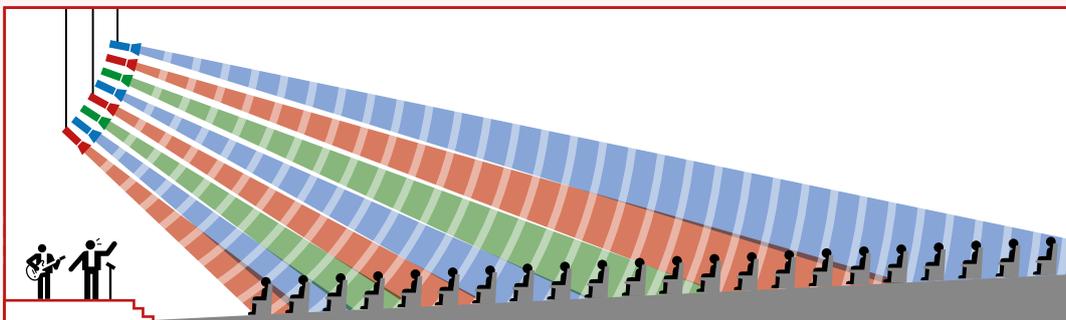
Les enceintes n'émettent pas le son de manière égale dans toutes les directions, notamment aux fréquences moyennes et élevées, où la plupart des enceintes de sonorisation sont conçues pour projeter le son à un angle de couverture défini (par exemple, 90 ° horizontal x 60 ° vertical).

L'orientation des enceintes présente les avantages suivants :

- i) focaliser le son vers l'endroit souhaité (par exemple, le public et non les murs et le plafond) ;
- ii) minimiser l'interférence acoustique entre les enceintes (par exemple, lorsque plusieurs enceintes sont utilisées, couvrant chacune une partie spécifique du public) ;
- iii) aider à compenser l'atténuation naturelle du niveau sonore par la distance. Par exemple, en pointant une enceinte suspendue vers les derniers rangs, la proximité des premiers rangs à celle-ci est compensée par le fait qu'elle ne soit pas orientée directement sur eux, ce qui permet d'obtenir un niveau sonore plus uniforme aux premiers et aux derniers rangs.

Dans des applications professionnelles de la sonorisation, l'utilisation d'une configuration d'enceintes, appelée « line array », est désormais courante dans les lieux et les manifestations de plus grande ampleur (Figure A9.2). Une « line-array » est un ensemble d'enceintes suspendues montées en ligne verticale (parfois courbe). Avec une conception et une installation soignées, une « line array » permet d'obtenir une large couverture sur le plan horizontal, ainsi qu'une couverture étroite et bien orientée sur le plan vertical. Par conséquent, c'est un excellent choix pour atteindre des niveaux sonores relativement uniformes à l'avant et à l'arrière d'une grande zone d'accueil du public.

Figure A9.2 :
Représentation visuelle de la répartition du son à l'aide d'une configuration d'enceintes en « line array »



Références bibliographiques

1. McCarthy J, Mulder K, Neervoort K, Shabalina E, Wardle A. Technical Document AESTD1007.1.20-05: Understanding and managing sound exposure and noise pollution at outdoor events. Audio Engineering Society; New York, USA; 2020.
2. Sandell J, Berntson A, Sjösten P, Blomgren G, Kähäri K. Acoustic intervention in a live music club. Acta Acustica united with Acustica. 2007; 93(5):843–849.
3. Corteel E, Coste-Dombre H, Combet C, Horyn Y, Montignies F. On the efficiency of flown vs. ground-stacked subwoofer configurations. 145th Convention of the Audio Engineering Society; New York, USA; 2018.

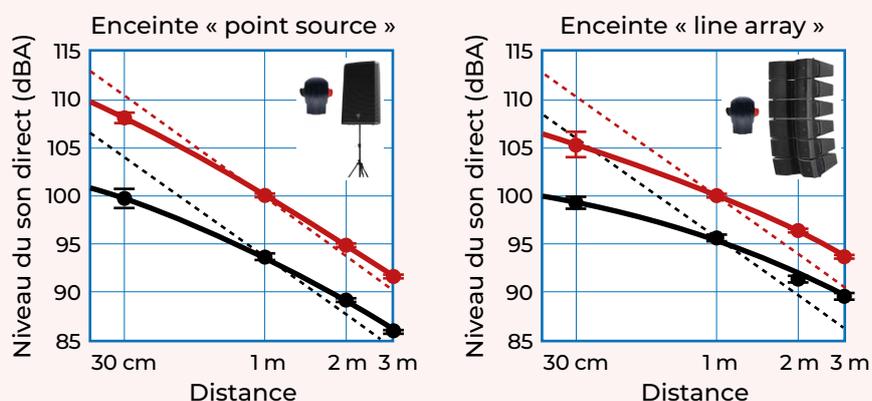
Annexe 10.

Niveaux sonores à proximité des enceintes

Les niveaux sonores augmentent rapidement à mesure que l'on s'approche d'une enceinte. Aussi la zone juste devant les enceintes est-elle particulièrement dangereuse (1).

La Figure A10.1 ci-dessous montre les résultats d'une série de mesures prises à Metronome, une salle de concert spécialement conçue à cette fin à Nottingham, en Angleterre, afin de comprendre la variation des niveaux sonores pondérés A à proximité des enceintes (2).

Figure A10.1 :
Niveaux sonores directs et proximité des enceintes
« point source » et « line array »



Dans chaque graphique, les courbes rouges correspondent aux niveaux sonores reçus au niveau de l'oreille droite (face à l'enceinte) d'un mannequin acoustique, tandis que les courbes noires correspondent aux niveaux sonores au niveau de l'oreille gauche (moins exposée). Les lignes en pointillés montrent les prédictions d'un modèle hypothétique simple sur la base d'une augmentation de 6 dB du niveau à chaque fois que la distance depuis l'enceinte est divisée par deux.

Le rythme d'augmentation des niveaux sonores varie en fonction du type d'enceinte. Toutefois, malgré ces différences, le niveau sonore augmente toujours sensiblement à mesure que l'on s'approche de l'enceinte.

Les niveaux sonores à une distance de 30 centimètres d'une enceinte se sont avérés supérieurs de 17 dB(A) par rapport à ceux mesurés à une distance de 3 mètres. La durée d'« écoute sans risque » effective se voit ainsi divisée par 46 (par exemple, passer 4 heures à 3 mètres d'une enceinte équivaut à passer seulement 5 minutes à 30 centimètres). Ces résultats soulignent l'importance de tenir le public à une certaine distance des enceintes, dans la mesure du possible.

Références bibliographiques

1. Wiggins IM, Liston K. Sound distribution for safe listening in entertainment venues: a review. Make Listening Safe. World Health Organization; September 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-distribution-for-safe-listening-in-music-venues.pdf?sfvrsn=c16f7a38_5, consulté en anglais le 29 novembre 2021).
2. McCarthy, B. Sound systems: design and optimization. Modern techniques and tools for sound system design and alignment. Taylor & Francis Group; Oxford, United Kingdom; 2016.

Annexe 11.

Réduction du niveau sonore sur scène

Des suggestions pour contrôler les niveaux sonores sur scène sont présentées ci-dessous (1). Ceci n'est pas une liste exhaustive. Certaines constituent des solutions peu onéreuses, accessibles aux lieux et manifestations de tous types (par ex., l'atténuation du son des batteries acoustiques, l'élévation des retours de scène). D'autres, toutefois, peuvent s'avérer beaucoup plus coûteuses, porter atteinte à l'intégrité artistique, et/ou nécessiter une formation et une adaptation de la part des musiciens pour les accepter (par exemple, dans le cas du système in-ear). Toutes les mesures ne seront pas adaptées à tous les types de lieux ou de manifestations de divertissement.

i) Batteries acoustiques

Les niveaux sonores d'une batterie acoustique (généralement l'instrument le plus bruyant sur scène) peuvent être réduits en atténuant le son des caisses et des cymbales à l'aide de ruban adhésif, de serviettes ou de divers produits d'atténuation des batteries brevetés. Le son de la grosse caisse peut être atténué en remplissant la cavité à l'aide de coussins, d'oreillers, de draps, de couvertures ou d'autres matériaux souples, comme cela s'avère souvent nécessaire la sonorisation de la grosse caisse (2). Dans certains cas, il peut être possible de remplacer une batterie acoustique par une batterie électronique dont le niveau sonore est plus facile à gérer.

ii) Amplificateurs backline

Un atténuateur de puissance peut être placé entre un amplificateur de guitare et son enceinte afin d'obtenir un son fort à un niveau de pression acoustique inférieur. Parfois, il est possible de brancher un microphone sur les enceintes en dehors de la scène (par exemple, sous une scène surélevée). Il est également possible de supprimer les amplificateurs et de les remplacer par une boîte de direct active ou un simulateur d'amplificateur.

iii) Retours de scène

L'utilisation d'un système de retour de scène de haute qualité et bien entretenu peut aider les artistes à s'entendre clairement sans avoir besoin de niveaux excessifs. Le fait de surélever les retours de scène (par exemple, en les plaçant sur des casiers à bouteilles) ou de les rapprocher des artistes permet d'obtenir le même niveau sonore avec un volume de sortie inférieur des enceintes. L'utilisation d'un vibreur de basses (un appareil grâce auquel un batteur ou une batteuse peut contrôler sa performance par le biais de vibrations) permet d'éviter la nécessité d'un suivi acoustique de haute intensité à l'aide d'une enceinte drum fill. Dans certains cas, il est possible de remplacer les retours de scène par un système in-ear pour les artistes.

Une fois les sources bruyantes sur scène limitées autant que possible, la prochaine étape consiste à réduire le son qui se propage depuis la scène vers le public. Les étapes suivantes peuvent être envisagées :

- i) Orientez les amplificateurs backline de manière à ce qu'ils diffusent le son loin du public.
- ii) Évitez que le son direct des amplificateurs se dirige vers le public en plaçant un panneau en bois solide isolé à l'aide de matériaux isolants phoniques (par exemple, de la mousse à cellules ouvertes ou un panneau de laine de roche) à la verticale devant l'amplificateur.



« Old amp » (<https://skfb.ly/onSEH>) de pibanezl est sous licence Creative Commons Attribution. « Microphone » (<https://skfb.ly/onKFL>) de Helindu est sous licence Creative Commons Attribution. « Beer crate » (<https://skfb.ly/6WvCn>) de 3DDomino est sous licence Creative Commons Attribution. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

- iii) Bloquez le son direct de la batterie, ou d'autres instruments acoustiques bruyants, à l'aide d'un écran transparent en acrylique ou en polycarbonate. Dans l'idéal, l'écran doit se prolonger sur les côtés de l'instrument et le mur arrière doit être isolé à l'aide de matériaux absorbants acoustiques afin de réduire la réflexion acoustique.



Illustration reproduite avec l'aimable autorisation de HYPERLINK "<http://www.gear4music.com/>" www.gear4music.com/ (WHD Drum Shield).

Toutes les mesures ci-dessus nécessitent la coopération et le consentement des artistes, des techniciens et des ingénieurs du son.

Références bibliographiques

1. Wiggins IM, Liston K. Sound distribution for safe listening in entertainment venues: a review. Make Listening Safe. World Health Organization; September 2020 (https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/deafness-and-hearing-loss/monograph-on-sound-distribution-for-safe-listening-in-music-venues.pdf?sfvrsn=c16f7a38_5, consulté en anglais le 17 décembre 2021).
2. Hill A, Hawksford M, Rosenthal A, Gland G. Kick-drum signal acquisition, isolation, and reinforcement optimization in live sound. Audio Engineering Society convention paper 8357. 2011;13–16 (https://www.researchgate.net/publication/228410182_Kick-Drum_Signal_Acquisition_Isolation_and_Reinforcement_Optimization_in_Live_Sound, page consultée en anglais le 17 décembre 2021).

Organisation mondiale de la Santé

20 avenue Appia
1211 Genève 27
Suisse

Site web : www.who.int/initiatives/behealthy

Courriel : bhbm@who.int

