

NORME INTERNATIONALE

ISO 1999

Deuxième édition
1990-01-15

Acoustique — Détermination de l'exposition au bruit en milieu professionnel et estimation du dommage auditif induit par le bruit

iTeh STANDARD PREVIEW

*Acoustics — Determination of occupational noise exposure and estimation of
noise-induced hearing impairment*
(standards.iteh.ai)

ISO 1999:1990

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/515cd798-ed1c-4190-99d4-
dabaa7b41d48/iso-1999-1990](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/515cd798-ed1c-4190-99d4-dabaa7b41d48/iso-1999-1990)



Numéro de référence
ISO 1999 : 1990 (F)

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 1999 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/515cd798-ed1c-4190-99d4-dabaa7b41d48/iso-1999-1990>

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 1999 : 1975), dont elle constitue une révision technique.

Les annexes A à F de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

© ISO 1990

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Introduction

La présente Norme internationale exprime, en termes statistiques, le rapport existant entre l'exposition au bruit et le «déplacement permanent du seuil occasionné par le bruit» (NIPTS) dans divers groupes d'âge. Elle fournit des méthodes d'estimation du dommage auditif causé par l'exposition au bruit dans des populations n'étant pas sujettes à des dommages auditifs autres que ceux provoqués par le bruit (exception faite des effets de l'âge) ou dans des populations non sélectionnées dont les capacités auditives ont été mesurées ou évaluées. (Le NIPTS est traité ici comme un terme additif indépendant d'autres composantes des niveaux liminaires d'audition. Normalement, ce terme est nul en l'absence d'exposition au bruit et présente, pour toute exposition donnée au bruit, une gamme de valeurs positives qui représentent la variabilité, dans une population, de la susceptibilité des individus au dommage provoqué par le bruit.)

Les personnes régulièrement exposées au bruit peuvent enregistrer des pertes d'audition plus ou moins graves et éprouver par conséquent des difficultés à comprendre la parole, à percevoir les signaux sonores quotidiens ou à apprécier la musique. Si l'on fait abstraction des explosions, des bruits impulsionnels intenses et des niveaux de bruit extrêmement élevés, il faut compter plusieurs mois, années ou décades d'exposition avant que le sujet ne souffre d'une perte d'audition permanente. Le NIPTS est généralement précédé d'un effet temporaire et réversible sur l'acuité auditive, qui porte le nom de «transfert temporaire du seuil» occasionné par le bruit (TTS). La gravité du TTS et sa récupération sont fonction du niveau et de la durée de l'exposition. Il n'est pas possible de distinguer avec précision, chez un individu, les changements du niveau liminaire d'audition provoqués par le bruit de ceux attribuables à d'autres facteurs, bien que, dans certains cas individuels douteux, les données de la présente Norme internationale pourraient fournir un moyen supplémentaire d'estimation des causes les plus probables dans un diagnostic audiolgique. Il est toutefois possible de distinguer les changements de la distribution statistique des niveaux liminaires d'audition au sein d'une grande population exposée à un bruit déterminé. On peut ainsi décrire grâce à des paramètres tels que le NIPTS moyen, le NIPTS médian, etc. des différences de niveau liminaire d'audition entre deux populations semblables sous tous les aspects pertinents, mais dont l'une a subi une exposition bien définie (généralement professionnelle) au bruit. La présente Norme internationale applique le terme «NIPTS» à des changements du déplacement permanent du seuil occasionné par le bruit de la distribution statistique au sein de groupes; il ne doit pas être utilisé pour des individus.

La présente Norme internationale peut servir à calculer les risques de handicap auditif permanent provoqué par l'exposition régulière au bruit en milieu professionnel ou provoqué par toute exposition quotidienne et répétitive au bruit. Dans certains pays, le handicap auditif provoqué par l'exposition au bruit en milieu professionnel peut entraîner des actions en justice au niveau de la responsabilité et des dommages. Il s'ensuit que l'importance du niveau liminaire d'audition pour les diverses fréquences, pour lequel on admet l'existence d'un handicap auditif («frontière»), ne dépend pas seulement du dommage lui-même, mais également des définitions et interprétations juridiques fondées sur des considérations d'ordre social et économique. En outre, la définition du handicap auditif dépend du niveau de compréhension de la parole désiré, du niveau moyen du bruit de fond et, en ce qui concerne l'importance relative des diverses fréquences, peut-être même de la langue utilisée. Par conséquent, la présente Norme internationale ne prescrit pas (contrairement à la première édition de l'ISO 1999) de formule particulière pour l'évaluation des risques de handicap, mais présente plutôt des

méthodes uniformes de prévision du dommage auditif permettant d'évaluer le handicap en fonction de la formule voulue ou prescrite dans un pays particulier. Les résultats obtenus par la présente Norme internationale peuvent également servir à évaluer les effets permanents du bruit sur la perception des signaux acoustiques quotidiens et l'appréciation de la musique ou encore à déterminer l'effet sur une fréquence particulière qui n'est pas nécessairement prescrite par une formule de handicap auditif.

Étant donné que la perte d'audition induite par le bruit n'est pas seulement provoquée par l'exposition au bruit en milieu professionnel, mais par l'exposition totale de la population au bruit, il peut être important de tenir compte de l'exposition des individus à des bruits autres que ceux du milieu professionnel (par exemple, sur le chemin du travail, à la maison et durant les loisirs). La présente Norme internationale ne permettra de prédire l'apparition d'un dommage auditif provoqué par l'exposition au bruit en milieu professionnel que si les autres expositions sont négligeables par rapport à celle-ci. Sinon, il faudra l'utiliser pour calculer le dommage auditif prévu à partir de l'exposition quotidienne totale et combinée (en milieux professionnel et non professionnel) au bruit. Il sera alors possible d'évaluer le dommage auditif provoqué par la seule exposition au bruit en milieu professionnel, si on le souhaite.

Le choix du niveau d'exposition maximale tolérable ou admissible au bruit, les exigences de protection, ainsi que le choix de formules particulières à des fins d'évaluation du risque de handicap ou de l'indemnisation doivent tenir compte de facteurs éthiques, sociaux, économiques et politiques qui ne relèvent pas de la normalisation internationale. Chaque pays diffère dans son interprétation de ces facteurs qui, par conséquent, ne sont pas pris en compte dans l'objet de la présente Norme internationale. Pour ces raisons, la présente Norme internationale ne constitue pas par elle-même un guide complet d'estimation du risque et des exigences de protection, et pour sa mise en pratique, elle doit être complétée par des normes ou codes nationaux, délimitant les facteurs que la présente Norme internationale laisse ouverts.

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 1999:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/515cd798-ed1c-4190-99d4-dabaa7b41d48/iso-1999-1990>

Acoustique — Détermination de l'exposition au bruit en milieu professionnel et estimation du dommage auditif induit par le bruit

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode pour calculer le déplacement permanent du seuil occasionné par le bruit, qui peut être prévu, pour les niveaux liminaires d'audition, dans des populations adultes à la suite de l'exposition à des bruits de divers niveaux et durées. Elle fournit la base du calcul du handicap auditif selon diverses formules, lorsque le niveau liminaire d'audition, mesuré aux fréquences audiométriques usuelles ou à des combinaisons de ces fréquences, dépasse une certaine valeur.

NOTE 1 — La présente Norme internationale ne prescrit pas les fréquences particulières, les combinaisons de fréquences ou les combinaisons pondérées devant être employées pour évaluer le handicap auditif, tout comme elle ne prescrit pas le niveau liminaire d'audition (« frontière ») au-delà duquel il existe un handicap auditif. La sélection quantitative de ces paramètres est laissée à la discrétion de l'utilisateur. Tous les niveaux de pression acoustique spécifiés dans la présente Norme internationale ne prennent pas en compte l'effet de protecteurs contre le bruit qui réduiraient les niveaux réels d'exposition de l'oreille.

La mesure de l'exposition au bruit d'une population soumise au risque est l'exposition sonore pondérée A (moyenne temporelle de la pression acoustique quadratique), $E_{A,T}$, et le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A correspondant, $L_{Aeq,T}$, pendant une journée de travail moyenne (que l'on admet égale à 8 h) pour un nombre donné d'années d'exposition. La présente Norme internationale s'applique à des bruits de fréquence audible (inférieure à environ 10 kHz) de caractère stable, intermittent, fluctuant, irrégulier ou impulsionnel. L'utilisation de la présente Norme internationale pour des pressions acoustiques instantanées dépassant 200 Pa (140 dB par rapport à 20 μ Pa) et pour des pressions acoustiques plus élevées constitue une extrapolation.

Pour évaluer le dommage auditif provoqué par l'exposition au bruit, on donne des formules pour le calcul du NIPTS à des fréquences audiométriques comprises entre 0,5 kHz et 6 kHz, pour une exposition sonore pondérée A quotidienne de 8 h de 364 Pa²·s à $1,15 \times 10^5$ Pa²·s (niveaux de pression acoustique continus équivalents pondérés A, pour une journée nominale de travail de 8 h, compris entre 75 dB et 100 dB), et des expositions d'une durée de 0 à 40 ans. L'extrapolation à des niveaux supérieurs n'est pas étayée par des données quantitatives. La valeur médiane du NIPTS, ainsi que la distribution statistique en dessous et au-dessus de la valeur médiane obtenue entre le 0,05^e et le 0,95^e fractile sont spécifiées. Les données de NIPTS sont identiques pour les populations masculine et féminine.

NOTES

2 Bien que les données de NIPTS soient obtenues à partir de données considérées comme issues principalement de populations exposées au bruit en milieu professionnel, elles peuvent être utilisées avec précaution pour évaluer les effets d'expositions en milieu non professionnel et combinées. (La durée de la journée de travail devrait être précisée.)

3 La méthode de prévision présentée s'appuie surtout sur des données se rapportant essentiellement à un bruit stable non tonal à bande large. L'application de la base de données à des bruits tonaux ou impulsionnels/de chocs représente la meilleure extrapolation possible. Certains utilisateurs peuvent toutefois juger qu'un bruit tonal ou impulsionnel/de chocs est à peu près aussi nocif qu'un bruit stable non tonal d'un niveau d'environ 5 dB supérieur.

Pour calculer les niveaux liminaires d'audition et les risques d'acquisition d'un dommage ou d'un handicap auditif résultant de l'exposition au bruit, il faut connaître le seuil d'audition d'une population d'âge comparable non exposée au bruit. Puisque l'on peut utiliser divers critères de sélection de la population, la présente Norme internationale offre deux possibilités représentées par deux bases de données différentes :

- a) une population otologiquement normale, c'est-à-dire une population « très bien sélectionnée » (voir ISO 7029);
- b) toute autre population que l'utilisateur de la Norme internationale a jugé appropriée et a donc choisie.

NOTE 4 — Toutes les données et méthodes dans le cadre de cette Norme internationale s'appuient sur une simplification volontaire des données expérimentales où la durée de l'exposition sonore quotidienne n'a pas dépassé 12 h. Les approximations utilisées limitent donc la validité au domaine précisé des variables, des quantiles, des niveaux d'exposition sonore et des intervalles de fréquences.

La présente Norme internationale s'appuie sur des données statistiques et ne doit donc pas être utilisée pour prévoir ou évaluer le dommage auditif ou le handicap auditif des individus.

On trouvera à l'annexe A la méthode utilisée pour calculer les niveaux liminaires d'audition liés à l'âge dans une population otologiquement normale (« très bien sélectionnée ») selon l'ISO 7029.

L'annexe B fournit un exemple de la deuxième base de données associée à la méthode de calcul des niveaux liminaires d'audition d'une population sélectionnée, caractéristique d'une société industrialisée.

On trouvera à l'annexe C un exemple de sélection de valeurs de niveaux liminaires d'audition d'une population donnée non sélectionnée qui, avec les méthodes de la présente Norme internationale, présente à peu près le même risque de handicap auditif que celui prévu dans la première édition de l'ISO 1999.

L'annexe D fournit un exemple d'évaluation des risques auditifs à l'aide de la présente Norme internationale.

On trouvera à l'annexe E des tableaux présentant des exemples de NIPTS calculé en fonction de la durée de l'exposition (10, 20, 30 et 40 ans) et de l'exposition sonore pondérée A quotidienne ($3,64 \times 10^3$, $1,15 \times 10^4$, $3,64 \times 10^4$ et $1,15 \times 10^5$ Pa²·s, soit des niveaux de pression acoustique continus équivalents pondérés A pour une journée nominale de travail de 8 h de 85, 90, 95 et 100 dB pour six fréquences (0,5, 1, 2, 3, 4 et 6 kHz) et 3 fractiles (0,1, 0,5 et 0,9).

Une bibliographie est donnée dans l'annexe F.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur cette Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 389 : 1985, *Acoustique — Zéro normal de référence pour l'étalonnage des audiomètres à sons purs.*

ISO 1683 : 1983, *Acoustique — Grandeurs normales de référence pour les niveaux acoustiques.*

ISO 1996-1 : 1982, *Acoustique — Caractérisation et mesurage du bruit de l'environnement — Partie 1 : Grandeurs et méthodes fondamentales.*

ISO 1996-2 : 1987, *Acoustique — Caractérisation et mesurage du bruit de l'environnement — Partie 2 : Saisie des données pertinentes pour l'utilisation des sols.*

ISO 2204 : 1979, *Acoustique — Guide pour la rédaction des Normes internationales sur le mesurage du bruit aérien et évaluation de ses effets sur l'homme.*

ISO 7029 : 1984, *Acoustique — Seuil normal d'audition par conduction aérienne en fonction de l'âge et du sexe pour les personnes otologiquement normales.*

CEI 651 : 1979, *Sonomètres.*

CEI 804 : 1985, *Sonomètres intégrateurs-moyenneurs.*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 niveau de pression acoustique, L_p : Niveau, en décibels, donné par l'équation suivante:

$$L_p = 10 \lg (p/p_0)^2$$

où p est la pression acoustique, en pascals. La pression acoustique de référence, p_0 , est égale à 20 µPa, conformément à l'ISO 1683.

3.2 niveau de pression acoustique pondéré A, L_{pA} : Niveau de pression acoustique, en décibels, déterminé avec la pondération fréquentielle A (voir CEI 651), donné par l'équation suivante:

$$L_{pA} = 10 \lg (p_A/p_0)^2$$

où p_A est la pression acoustique pondérée A, en pascals.

3.3 exposition sonore pondérée A, $E_{A,T}$: Intégrale temporelle de la valeur quadratique de la pression acoustique pondérée A, sur un intervalle de temps spécifié, T , ou d'un événement, exprimée en pascals carrés secondes (Pa²·s). L'exposition sonore pondérée A est donnée par l'équation suivante:

$$E_{A,T} = \int_{t_1}^{t_2} p_A^2(t) dt$$

où $p_A(t)$ est la pression acoustique instantanée pondérée A du signal sonore intégré sur un intervalle de temps, T , entre les instants t_1 et t_2 .

L'intervalle de temps, T , mesuré en secondes, est habituellement choisi de façon à couvrir une journée complète d'exposition professionnelle au bruit (ordinairement 8 h, soit 28 800 s) ou un intervalle plus long qui doit être spécifié, par exemple, une semaine de travail.

NOTES

1 Le niveau d'exposition sonore, $L_{EA,T}$, en décibels, est

$$L_{EA,T} = 10 \lg (E_{A,T}/E_0)$$

avec $E_0 = 4 \times 10^{-10}$ Pa²·s, conformément à l'ISO 1996-1 et la CEI 804.

2 Le niveau d'exposition au bruit normalisé pour une journée nominale de travail de 8 h, $L_{EX,8h}$, est obtenu avec $E_0 = 1,15 \times 10^{-5}$ Pa²·s et il est de 44,5 dB inférieur à $L_{EA,T}$ (voir 3.6).

3.4 exposition sonore pondérée A quotidienne, $E_{A,D}$: Exposition sonore pondérée A totale reçue pendant une journée de 24 h, exprimée en pascals carrés secondes (Pa²·s).

NOTE — Si l'on veut prendre en compte une exposition sonore significative non professionnelle, on obtient la valeur globale de l'exposition sonore pondérée A en additionnant la composante professionnelle et la composante correspondant à l'exposition non professionnelle. Voir l'introduction.

3.5 niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, $L_{Aeq,T}$: Niveau, en décibels, donné par l'équation suivante :

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

où $t_2 - t_1$ est l'intervalle de temps T sur lequel la moyenne est établie, commençant à t_1 et finissant à t_2 .

NOTES

- 1 L'intervalle de temps $t_2 - t_1$, utilisé pour mesurer directement ou calculer $L_{Aeq,T}$, devrait être choisi de façon à donner des résultats représentatifs de la durée totale.
- 2 Dans le cas d'un bruit stable de niveau constant, la valeur numérique de L_{Aeq} est égale à celle de L_{pA} .

3.6 niveau d'exposition au bruit normalisé pour une journée nominale de travail de 8 h, $L_{EX,8h}$: Niveau, en décibels, donné par l'équation

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,T_e} + 10 \lg(T_e/T_0)$$

où

T_e est la durée effective de la journée de travail;

T_0 est la durée de référence (= 8 h).

Si la durée effective de la journée de travail n'excède pas 8 h, $L_{EX,8h}$ est numériquement égal à $L_{Aeq,8h}$.

NOTES

- 1 Le niveau d'exposition au bruit normalisé pour une journée de travail de 8 h, $L_{EX,8h}$, en décibels, peut être calculé à partir de l'exposition sonore pondérée A, E_{A,T_e} , en pascals carrés secondes, en utilisant la formule suivante :

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \frac{E_{A,T_e}}{1,15 \times 10^{-5}}$$

Des valeurs sélectionnées de l'exposition sonore avec les valeurs correspondantes des niveaux d'exposition au bruit normalisés pour une journée nominale de travail de 8 h sont données au tableau 1 à titre d'exemple.

- 2 Si l'on veut moyenner les expositions sur n jours, par exemple si l'on considère les niveaux d'exposition au bruit normalisés pour une journée nominale de travail de 8 h pour des expositions hebdomadaires, la valeur moyenne de $L_{EX,8h}$, en décibels, sur l'intervalle de temps total peut être déterminée à partir des valeurs de $(L_{EX,8h})_i$ correspondant à chaque journée, par la formule suivante :

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left[\frac{1}{k} \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{EX,8h})_i} \right]$$

La valeur de k est choisie conformément à l'objet du processus de moyennage: elle doit être égale à n si l'on désire obtenir une valeur moyenne; elle sera un chiffre conventionnel fixé, si l'exposition doit être normalisée pour un nombre nominal de journées (par exemple, avec $k = 5$ on obtiendra un niveau d'exposition quotidienne au bruit normalisé pour une semaine nominale de 5 journées de travail de 8 h chacune).

Tableau 1 — Expositions sonores pondérées A et niveaux d'exposition au bruit normalisés pour une journée nominale de travail de 8 h

E_{A,T_e} Pa ² ·s	$L_{EX,8h}$ dB
$0,364 \times 10^3$	75
$0,458 \times 10^3$	76
$0,576 \times 10^3$	77
$0,726 \times 10^3$	78
$0,913 \times 10^3$	79
$1,15 \times 10^3$	80
$1,45 \times 10^3$	81
$1,82 \times 10^3$	82
$2,29 \times 10^3$	83
$2,89 \times 10^3$	84
$3,64 \times 10^3$	85
$4,58 \times 10^3$	86
$5,76 \times 10^3$	87
$7,26 \times 10^3$	88
$9,13 \times 10^3$	89
$11,5 \times 10^3$	90
$14,5 \times 10^3$	91
$18,2 \times 10^3$	92
$22,9 \times 10^3$	93
$28,9 \times 10^3$	94
$36,4 \times 10^3$	95
$45,8 \times 10^3$	96
$57,6 \times 10^3$	97
$72,6 \times 10^3$	98
$91,3 \times 10^3$	99
115×10^3	100

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.7 dommage auditif : Dégradation ou déviation invalidante du seuil d'audition.

NOTE — Un dommage est habituellement entendu comme étant soit structurel, soit fonctionnel. Dans le cadre de la présente Norme internationale on considère uniquement la dégradation fonctionnelle.

3.8 handicap auditif : Conséquences néfastes qui découlent d'un dommage auditif affectant l'efficacité personnelle d'un individu dans la vie quotidienne, exprimées généralement en terme de compréhension de la parole en milieu peu bruyant. Le handicap auditif est représenté numériquement par une combinaison des niveaux liminaires d'audition, comme décrit en 6.2.

3.9 frontière : Niveau liminaire d'audition au-dessus duquel on admet l'existence d'un handicap auditif (ou d'une invalidité).

3.10 risque de handicap auditif : Fractile d'une population subissant un handicap auditif (voir 6.3).

3.10.1 risque de handicap auditif provoqué par le bruit : Différence entre le risque de handicap auditif dans une population exposée au bruit, et le risque de handicap auditif dans une population qui n'est pas exposée au bruit, mais qui est équivalente sur tous les autres plans à la population exposée.

3.11 niveau liminaire d'audition lié à l'âge et au bruit (HTLAN), H' : Seuil d'audition permanent, en décibels, d'une population [défini comme niveau liminaire d'audition (HTL) dans l'ISO 389].

Cette valeur est une combinaison des composantes liées au bruit (NIPTS, voir 3.12) et à l'âge (HTLA, voir 3.13), comme défini en 5.1.

3.12 déplacement permanent du seuil occasionné par le bruit (NIPTS), N : Déplacement permanent, réel ou potentiel, en décibels, du seuil d'audition que l'on attribue à la seule exposition au bruit, en l'absence d'autres causes.

3.13 niveau liminaire d'audition lié à l'âge (HTLA), H : Seuil d'audition, en décibels, que l'on observe uniquement associé à l'âge, sans aucune influence de l'exposition au bruit.

Le HTLA ne peut être observé directement qu'en l'absence d'autres causes de dommage auditif telles que, par exemple, conditions pathologiques ou exposition au bruit.

3.14 bruit impulsionnel : Bien qu'un bruit impulsionnel puisse être défini de différentes façons (voir ISO 2204 et ISO 1996-2), dans le cadre de la présente Norme internationale, tout bruit industriel non stable, habituellement désigné comme bruit d'impact ou bruit impulsif doit être compris dans la mesure de l'exposition sonore (voir les notes de l'article 1).

4 Description et mesurage de l'exposition au bruit

4.1 Généralités

Pour estimer le dommage auditif et le risque de handicap auditif provoqués par l'exposition au bruit, l'exposition sonore pondérée A moyenne, $E_{A,8h}$ et/ou le niveau d'exposition au bruit normalisé pour une journée nominale de travail de 8 h, $L_{EX,8h}$, doivent être soit mesurés directement avec des sonomètres intégrateurs ou avec des appareils de mesure de l'exposition sonore, soit calculés à partir de mesures de pression acoustique et de la durée d'exposition. Ces mesurages peuvent être effectués avec des appareils soit fixes, soit portés par l'individu.

L'emplacement des points de mesure, ainsi que la durée des mesurages doivent être choisis de manière à représenter l'exposition au bruit subie par la population soumise au risque, pendant une journée typique.

4.2 Appareillage

4.2.1 Généralités

Pour mesurer directement les niveaux de pression acoustique continus équivalents pondérés A , on doit utiliser un sonomètre intégrateur-moyen conforme au moins aux spécifications de la classe 2 de la CEI 804.

Dans l'attente d'une Norme internationale traitant des appareils de mesure de l'exposition sonore, des appareils adéquats peuvent être utilisés à condition qu'ils respectent les exigences minimales suivantes :

- la pondération fréquentielle de l'appareil de mesure doit être conforme à la CEI 651;

- la pression acoustique quadratique pondérée A doit être intégrée sur des intervalles de temps adéquats, pour l'indication de l'exposition sonore pondérée A , $E_{A,T}$ et du niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A , $L_{Aeq,T}$;

- on doit veiller tout particulièrement à ce que la gamme dynamique soit suffisamment étendue pour les applications considérées et à ce que le bruit électrique inhérent et la capacité de surcharge de l'appareil soient adéquats.

4.2.2 Enregistrement des données

Si l'une des étapes essentielles de la méthode de mesure consiste à enregistrer les données sur bande, il faut tenir compte dans l'analyse des données des erreurs potentielles dues aux processus d'enregistrement et de lecture.

4.2.3 Étalonnage et calibrage

Tout le matériel doit être étalonné et la configuration d'étalonnage et de calibrage doit être conforme aux spécifications du fabricant.

NOTE — Les autorités responsables de l'utilisation des mesures peuvent prescrire un réétalonnage général des appareils à certains intervalles de temps (par exemple tous les ans).

L'utilisateur doit procéder à un contrôle des appareils sur le lieu de mesure au moins avant et après chaque série de mesurages. Il faut effectuer également un calibrage électrique des amplificateurs, des enregistreurs et des indicateurs, ainsi qu'un contrôle acoustique de la sensibilité du microphone et/ou de l'ensemble de la chaîne de mesure.

4.3 Emplacement du microphone

Le mesurage de la pression acoustique pour la détermination de l'exposition sonore pondérée A et/ou du niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A doit être effectué avec le microphone placé à (aux) position(s) normalement occupé(s) par la tête de l'individu, en l'absence de ce dernier.

Si l'individu doit nécessairement être présent ou s'il doit se déplacer, le microphone devrait être placé à $0,10 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$ en face de l'entrée du conduit auditif externe de l'oreille soumise à la valeur la plus élevée d'exposition sonore pondérée A ou de niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A .

Les positions exactes auxquelles les mesurages ont été effectués doivent être fournies.

4.4 Mesure

4.4.1 Généralités

On doit consigner les détails pertinents relatifs aux appareils de mesure, à la méthode de mesure et aux conditions existant pendant les mesures, et les conserver pour consultation ultérieure. Le compte rendu des mesures doit contenir une estimation des incertitudes de mesure tenant compte de facteurs tels que

- les appareils de mesure;
- l'emplacement du microphone;

- le nombre de mesures;
- la durée du bruit et la variation de la source de bruit.

4.4.2 Exposition quotidienne au bruit de long terme

On doit déterminer l'exposition sonore quotidienne pondérée A ou le niveau d'exposition au bruit conformément à 4.4.3, 4.4.4 ou 4.4.5 en faisant porter l'étude sur un nombre suffisant de jours et sur les individus concernés, afin de déterminer l'exposition moyenne au bruit au cours des années ou décennies considérées, avec une incertitude globale appropriée au problème de bruit particulier.

Pour un individu ou un groupe d'individus, le niveau d'exposition moyenne au bruit pendant le nombre total de jours doit être calculé conformément à 3.6, en utilisant le tableau 1.

Lorsque le bruit diffère d'un jour à l'autre, la présente Norme internationale s'applique essentiellement lorsque le niveau quotidien de pression acoustique continu équivalent pondéré A du plus mauvais jour ne dépasse pas de plus de 10 dB la moyenne, établie sur une plus longue période de temps (inférieure à un an), du niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A.

NOTE — En cas d'exposition au bruit trop irrégulière pour pouvoir appliquer la présente Norme internationale, il est recommandé d'effectuer des contrôles audiométriques.

4.4.3 Mesurage direct de l'exposition quotidienne au bruit

La détermination directe de l'exposition quotidienne au bruit doit être effectuée à l'aide d'appareils qui fournissent une indication de l'exposition sonore pondérée A ou du niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A. Ces appareils enregistrent les fluctuations du bruit provoquées par des sources de bruit variant dans le temps ou par les déplacements de l'individu d'une place à l'autre. Les fluctuations peuvent couvrir des variations étendues de niveau et/ou présenter des irrégularités temporelles. Elles peuvent également comporter des bruits de nature impulsionnelle.

4.4.4 Mesurage indirect de l'exposition quotidienne au bruit

4.4.4.1 Généralités

Pour la détermination indirecte de l'exposition au bruit, on doit mesurer les niveaux de pression acoustique à l'aide d'un sonomètre ou d'un appareil enregistreur équivalent. La durée de l'exposition à chaque intervalle de niveau nettement identifiable doit être mesurée séparément.

NOTE — Il est préférable d'utiliser des sonomètres intégrateurs. Si l'on emploie des sonomètres conventionnels, il est recommandé d'appliquer la caractéristique temporelle F (rapide); la pondération temporelle I (impulsion) est déconseillée.

L'exposition sonore pondérée A et le niveau d'exposition au bruit normalisé pour une journée nominale de travail de 8 h doivent alors être déterminés, conformément aux procédures énoncées en 4.4.4.3. Cette méthode s'applique également aux prévisions théoriques.

4.4.4.2 Exposition à des bruits stables

Si le bruit est tel que les fluctuations de niveau sont faibles (voir la note) durant tout l'intervalle de détermination du niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, la moyenne arithmétique du niveau de pression acoustique indiqué est numériquement égale au niveau de pression acoustique continu équivalent.

NOTE — On peut admettre que le bruit est stable si l'écart total des niveaux indiqués de pression acoustique se situe à l'intérieur d'un intervalle de 5 dB avec la caractéristique temporelle S (lente).

4.4.4.3 Exposition à des bruits stables à variations échelonnées de niveau

Si le bruit est stable, mais se produit à certains niveaux nettement identifiables, on doit mesurer chaque niveau conformément à 4.4.4.2, en même temps que la durée correspondante des divers paliers de niveaux. L'exposition sonore totale pondérée A, $E_{A,T}$, doit être calculée, en pascals carrés secondes (Pa²·s), à l'aide de l'équation suivante :

$$E_{A,T} = \sum_{i=1}^n p_0^2 [T_i \times 10^{0,1L_{Aeq,T_i}}]$$

où L_{Aeq,T_i} est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A au cours de l'intervalle de temps T_i ;

n est le nombre total de niveaux nettement identifiables. Le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, $L_{Aeq,T}$, en décibels, doit être calculé à partir de $E_{A,T}$ ou à l'aide de l'équation suivante :

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (T_i \times 10^{0,1L_{Aeq,T_i}}) \right]$$

où

L_{Aeq,T_i} est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, en décibels, moyenné sur l'intervalle de temps T_i ;

$$T = \sum_{i=1}^n T_i$$

Le niveau d'exposition au bruit est alors déterminé conformément à 3.6.

4.4.5 Mesurage de l'exposition quotidienne au bruit par échantillonnage et en utilisant la distribution statistique

4.4.5.1 Généralités

En utilisant plusieurs échantillons prélevés à des instants différents, l'écart avec le résultat obtenu par la méthode directe dépend du nombre d'échantillons indépendants. On doit donc

choisir la durée de prélèvement d'échantillons et la fréquence d'échantillonnage de façon à fournir une estimation suffisamment précise du niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A.

4.4.5.2 Méthode par échantillonnage

L'indication d'un sonomètre conventionnel se lit pendant la durée du mesurage T_{mes} soit visuellement, soit automatiquement à des intervalles d'échantillonnage Δt [fréquence d'échantillonnage $(1/\Delta t)$]. Le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, $L_{Aeq, T_{mes}}$, se calcule, en décibels, à l'aide de l'équation suivante :

$$L_{Aeq, T_{mes}} = 10 \lg \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (10^{0,1 L_{pAi}}) \right]$$

où

L_{pAi} est le niveau de pression acoustique pondéré A correspondant à l'échantillon i , en décibels;

n est le nombre d'échantillons collectés pendant T_{mes} . Les intervalles de temps peuvent être soit constants, soit à variations aléatoires.

4.4.5.3 Utilisation de la distribution statistique

L'indication d'un sonomètre conventionnel avec la caractéristique temporelle F (rapide) se lit pendant la durée du mesurage T_{mes} soit visuellement, soit automatiquement à des intervalles d'échantillonnage Δt . Les valeurs mesurées L_{pAi} doivent être groupées en classes de largeur de 5; 2,5; 1 dB ou moins.

NOTE — Les largeurs de classe ne devraient pas être supérieures à environ un cinquième de l'étendue des niveaux de pression acoustique.

Le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, $L_{Aeq, T_{mes}}$, en décibels, doit être calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$L_{Aeq, T_{mes}} = 10 \lg \left[\frac{1}{n} \sum_{j=1}^M (n_j \times 10^{0,1 L_{pAj}}) \right]$$

où

L_{pAj} est le niveau central de la classe j , en décibels;

M est le nombre total de classes;

n_j est le nombre d'échantillons dans la classe j ;

n est égal à $\frac{T_{mes}}{\Delta t}$ et au nombre total d'échantillons.

5 Prédiction des effets du bruit sur le seuil d'audition

5.1 Niveau liminaire d'audition d'une population exposée au bruit

Le niveau liminaire d'audition, en décibels, lié à l'âge et au bruit (HTLAN), H' , d'une population exposée au bruit est calculé, dans le cadre de la présente Norme internationale, à l'aide de la formule empirique suivante :

$$H' = H + N - \frac{HN}{120}$$

où

H est le niveau liminaire d'audition, en décibels, lié à l'âge (HTLA);

N est le déplacement permanent potentiel ou réel du seuil occasionné par le bruit (NIPTS), en décibels.

L'équation ne s'applique qu'aux fractiles correspondants de H' , H et N .

NOTE — La relation additive est une approximation des phénomènes biologiques et est jugée suffisamment précise dans le cadre de la présente Norme internationale. Il est fréquent de désigner le terme $(N - \frac{HN}{120})$ sous le nom de NIPTS réel.

Le terme $\frac{HN}{120}$ ne contribue significativement au résultat que lorsque

$H + N$ est supérieur à environ 40 dB.

5.2 Bases de données pour les niveaux liminaires liés à l'âge (HTLA)

L'audition en fonction de l'âge d'une population non exposée au bruit dépend du degré d'inclusion fortuite de facteurs autres que le vieillissement naturel; les maladies, l'absorption de médicaments ototoxiques et l'exposition non identifiée à des bruits d'origine professionnelle ou non professionnelle peuvent modifier le niveau liminaire d'audition lié à l'âge. Diverses approches d'élimination de ces facteurs ont été utilisées et le choix de la base de données la plus appropriée dépend du but de l'application (voir 5.2.3). La présente Norme internationale permet l'emploi de deux bases de données (bases de données A et B) pour le niveau liminaire d'audition lié à l'âge en 5.1. La base de données A est entièrement déterminée, tandis que la base de données B est laissée à la discrétion de l'utilisateur. Un exemple de base de données B est donné.

5.2.1 Base de données A

La base de données A dérive de personnes otologiquement normales, c'est-à-dire dont l'état de santé est normal, qui n'ont aucun signe ni symptôme de maladie de l'oreille, n'ont pas de cérumen obstruant les conduits auditifs externes et qui n'ont pas été exposées indûment au bruit. Les distributions statistiques des seuils de ces populations « très bien sélectionnées » ont été normalisées séparément pour des populations masculines et féminines dans l'ISO 7029. Les équations à utiliser pour le calcul de la base de données A sont celles décrites au chapitre A.1. Un tableau de valeurs sélectionnées est donné au chapitre A.2.

5.2.2 Base de données B

Il est recommandé de prendre, pour la base de données B, un ensemble de données portant sur une population témoin, non exposée professionnellement au bruit, du pays considéré.

Il faut normalement disposer d'une base de données sur le niveau liminaire d'audition lié à l'âge distincte pour les hommes et les femmes, à moins qu'on ne puisse montrer qu'il n'existe pas de différences importantes à cet égard entre les sexes. Il est essentiel que l'échantillon soit suffisamment grand pour permettre le calcul d'une distribution statistique valide.

Par conséquent, l'utilisateur de la présente Norme internationale doit compiler la base de données en se fondant sur les critères de sélection qu'il juge appropriés. Par exemple, le niveau liminaire d'audition moyen lié à l'âge des deux oreilles ou celui de la meilleure oreille seule peut servir de fondement à la base de données B.

NOTE 1 — Il est précisé que, dans la pratique, l'exactitude de la prévision du niveau liminaire d'audition d'une population exposée au bruit dépendra largement de celle de la base de données choisie pour le niveau liminaire d'audition lié à l'âge. Les techniques de mesure audiométrique agissant sur la mesure du seuil, il convient d'utiliser, pour établir une base de données spécifique, la même technique de mesure qui pourrait servir à déterminer ou vérifier les niveaux du seuil d'audition de la population exposée au bruit.

On trouvera à l'annexe B un exemple de la base de données B pour une population non sélectionnée (hommes et femmes). Cet exemple est considéré comme représentatif de la base de données B d'un pays industrialisé.

NOTE 2 — Les données présentées aux annexes A et B sont tirées de populations de pays européens et nord-américains. Ces populations peuvent ou non être jugées représentatives des populations d'autres zones géographiques. Même s'il n'existe aucune différence sur le plan du vieillissement naturel entre les diverses populations ethniques, il peut néanmoins y avoir des différences entre les modes de vie, l'exposition au bruit non professionnelle, l'incidence de maladies et l'absorption de médicaments ototoxiques.

5.2.3 Choix d'une base de données

Pour savoir laquelle des bases de données A ou B est plus appropriée (ou si l'exemple numérique choisi pour la base B à l'annexe B est adéquat), il faut considérer la question posée. Par exemple, si l'on entend estimer le montant de l'indemnité qui pourrait être versée à une population de travailleurs exposés au bruit, et si la réparation ne tient pas compte des irrégularités otologiques ni de l'exposition au bruit en milieu non professionnel, il est certain que des populations non filtrées constitueront les bases de données les plus appropriées.

NOTE — Une illustration spéciale d'une base partielle de données B est donnée à l'annexe C. Elle présente des données sélectionnées de niveaux liminaires d'audition liés à l'âge (HTLA) qui, lorsqu'elles sont utilisées avec les méthodes de la présente Norme internationale, fournissent à peu près la même estimation des risques de handicap auditif que celle fournie par la première édition de l'ISO 1999. Ces données ne sont présentées que pour faciliter le passage aux données plus exactes dans la présente Norme internationale (deuxième édition).

5.3 Calcul du déplacement permanent du seuil occasionné par le bruit, N

5.3.1 Calcul de $N_{0,50}$

Les valeurs médianes du déplacement permanent du seuil occasionné par le bruit (NIPTS) potentiel devant être utilisées en 5.1 dépendent de la fréquence audiométrique, de la durée d'exposition, du rapport Θ/Θ_0 et du niveau d'exposition au bruit normalisé pour une journée nominale de travail de 8 h, $L_{EX, 8h}$ (voir 3.6), moyenné sur la durée d'exposition Θ . Pour des durées d'exposition de 10 à 40 années, les valeurs médianes du NIPTS potentiel, $N_{0,50}$, sont données, en décibels, pour les deux sexes, par l'équation suivante :

$$N_{0,50} = [u + v \lg (\Theta/\Theta_0)] (L_{EX, 8h} - L_0)^2$$

où

L_0 est un niveau limite de pression acoustique défini en fonction de la fréquence dans le tableau 2;

Θ est la durée de l'exposition, exprimée en années.

Θ_0 est une année;

u et v sont donnés en fonction de la fréquence dans le tableau 2.

L'équation s'applique pour $L_{EX, 8h}$ supérieur à L_0 . Si $L_{EX, 8h}$ est inférieur à L_0 , il doit être supposé égal à L_0 , de sorte que $N_{0,50}$ soit égal à zéro.

Pour les expositions d'une durée inférieure à 10 ans, on doit extrapoler N à partir de la valeur de $N_{0,50}$ pour 10 ans, à l'aide de l'équation suivante :

$$N_{0,50; \Theta < 10} = \frac{\lg (\Theta + 1)}{\lg (11)} N_{0,50; \Theta = 10}$$

Tableau 2 — Valeurs de u , v et L_0 utilisées pour déterminer le NIPTS pour la valeur médiane de la population, $N_{0,50}$

Fréquence Hz	u	v	L_0 dB
500	-0,033	0,110	93
1 000	-0,020	0,070	89
2 000	-0,045	0,066	80
3 000	+0,012	0,037	77
4 000	+0,025	0,025	75
6 000	+0,019	0,024	77

5.3.2 Distribution statistique de N

L'approximation de la distribution statistique de N dans le cadre de la présente Norme internationale s'effectue à l'aide de deux moitiés différentes de deux distributions normales (gaussiennes). La moitié supérieure, pour les fractiles où l'audition est pire que la médiane, se trouve au-dessus de la valeur médiane $N_{0,50}$ et est caractérisée par le paramètre d_u . La moitié inférieure