



Nuisances sonores aux postes de travail

suvaPro

Le travail en sécurité

Suva
Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents
Protection de la santé
Case postale, 6002 Lucerne

Renseignements:
Case postale, 1001 Lausanne
Tél. 021 310 80 40–42
Fax 021 310 80 49

Commandes:
www.suva.ch/waswo-f
Fax 041 419 59 17
Tél. 041 419 58 51

Nuisances sonores aux postes de travail

Auteur: Beat Staubli, secteur physique

Reproduction autorisée avec mention de la source.

1^{re} édition: août 1994

Edition revue et corrigée: mai 2006

3^e édition entièrement revue et corrigée: février 2007, de 3 000 à 6 000 exemplaires

Référence: 66058.f

De plus en plus de personnes travaillent en Suisse dans des bureaux. La principale gêne dont se plaignent ces personnes est le bruit. Il ressort d'enquêtes représentatives qu'une personne active sur quatre est gênée par des nuisances sonores. La présente brochure traite du bruit non dangereux pour l'ouïe qui peut néanmoins nuire à la santé. Elle indique ce qu'il faut faire pour éviter les nuisances sonores.

Table des matières

1	Introduction	6
2	Bases légales	7
2.1	Généralités	7
2.2	Lois sur le travail et l'assurance-accidents	7
2.3	Directives européennes et prescriptions suisses	8
2.4	EN ISO 11690	9
3	Perception du bruit	10
3.1	Anatomie et fonctionnement du système auditif humain	10
3.2	Niveau d'isosonie	11
3.3	Localisation spatiale des sons	11
3.3.1	Localisation directionnelle	11
3.3.2	Evaluation de l'éloignement	12
3.4	Effet de masque	12
3.5	Effet de masque temporel	12
3.6	Psychoacoustique	12
3.7	Grandeurs et unités psychoacoustiques	13
3.7.1	Sonie	13
3.7.2	Intensité des variations	13
3.7.3	Rugosité	13
3.7.4	Acuité	14
3.7.5	Composantes tonales	14
4	Gêne due au bruit	15
4.1	Gêne ou effet du bruit	15
4.2	Bruyance	16
4.3	Sensibilité au bruit	16
4.4	Evaluation de l'exposition au bruit au travail	17
4.5	Valeurs indicatives pour les nuisances sonores	17
4.5.1	Valeurs indicatives en fonction de l'activité	17
4.5.2	Valeurs indicatives pour les bruits de fond dans les locaux de travail	18
4.5.3	Immissions sonores à basse fréquence	18
4.5.4	Sécurité au travail, reconnaissance des signaux acoustiques	18

5	Nuisances sonores aux postes de travail	19
5.1	Bureaux	19
5.1.1	Nuisances sonores dans les bureaux	19
5.1.2	Bruit de fond artificiel	21
5.1.3	Aménagement acoustique des bureaux	21
5.2	Musique aux postes de travail	23
5.3	Utilisation de lecteurs de musique portatifs	24
5.4	Evaluation de l'exposition sonore aux postes de travail informatisés	25
6	Effets du bruit	27
6.1	Bruit et santé	27
6.2	Effets du bruit sur la santé	28
6.2.1	Troubles du sommeil	28
6.2.2	Effets sur le système végétatif	28
6.3	Effets sociaux du bruit	29
6.3.1	Problèmes de communication	29
6.3.2	Compréhension verbale et perception des signaux acoustiques	29
6.3.3	Rendement	30
7	Vivre avec le bruit	31
8	Conclusions	32
9	Bibliographie	33
	Annexe 1: grandeurs acoustiques et unités de mesure	35

1 Introduction

L'exposition à des bruits dépassant 85 dB(A) est considérée comme dangereuse pour l'ouïe et est à éviter. Les niveaux sonores inférieurs à cette limite peuvent être gênants. Les nuisances sonores sont des bruits dont les effets perturbent le bien-être psychosocial ou physique et créent un sentiment d'inconfort chez la personne concernée. Elles nuisent à la communication et à la concentration, voire à la santé.

Il n'existe pas de définition objective des nuisances sonores. Les mesures du bruit et les valeurs indicatives édictées n'indiquent que le niveau de gêne moyen. L'individu réagit de façon très subjective au bruit. La sensation de nuisance ne dépend pas uniquement de l'intensité sonore. De nombreux autres facteurs interviennent, notamment la nature de ce bruit et avant tout l'activité menée et l'attitude de la personne concernée face à la source de bruit. Il s'avère donc peu pertinent d'accumuler des données de mesure sans tenir compte des réactions des personnes concernées. En dernier ressort, c'est la perception individuelle qui prime pour déterminer si un bruit est gênant ou non. Dans la pratique, les grandeurs psycho-acoustiques ne se sont pas imposées et l'évaluation de l'exposition au bruit continue d'être mesurée en dB(A).

En dépit de la subjectivité de la perception du bruit, tous ou presque s'accordent sur les effets dangereux pour la santé des nuisances sonores. Le législateur en a tenu compte. Le Commentaire de l'Ordonnance 3 relative à la Loi sur le travail (hygiène) contient des valeurs indicatives pour l'exposition au bruit en fonction des activités.

Une personne sur quatre se déclare gênée par le bruit au travail

Il ressort d'une enquête représentative menée auprès de 1 003 personnes (Alexander M. Lorenz, 2000) que 25 % des personnes actives en Suisse se déclarent gênées par le bruit à leur poste de travail. Ce n'est pas un hasard si les bureaux sont le lieu principal de ces nuisances sonores, puisque plus de la moitié des personnes actives en Suisse travaillent dans un bureau. Cette proportion ne cesse d'ailleurs d'augmenter.

Les postes de travail dans des bureaux subissent très rapidement de profonds changements, en raison principalement des nouvelles technologies de l'information. L'amélioration de l'acoustique des bureaux requiert non seulement des connaissances en acoustique mais aussi en aménagement des bureaux.

La présente brochure traite uniquement du bruit non dangereux pour l'ouïe aux postes de travail, c'est-à-dire des nuisances sonores de moins de 85 dB(A). Elle renseigne sur les bases légales et physiques des nuisances sonores, la perception sonore ainsi que sur les divers effets des nuisances sonores.

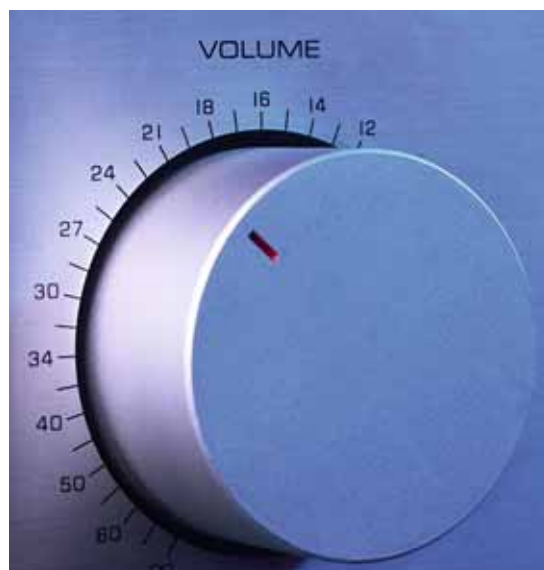


Figure 1: il est plus facile d'accepter les bruits sur lesquels on peut agir.

2 Bases légales

2.1 Généralités

Le bruit ne devrait pas nuire au bien-être, à la santé et à la sécurité du personnel. **Il faut donc éviter les bruits dangereux et limiter les nuisances sonores.** Cela n'est pas toujours facile en raison des multiples sources de bruit qui exigent chacune des concepts et des mesures de protection différents. En Suisse, c'est l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) qui, sur la base de la Loi sur la protection de l'environnement, s'occupe des émissions de bruit extérieur dangereuses et gênantes. La protection contre le bruit aux postes de travail est réglementée par la Loi sur le travail (LTr) et la Loi sur l'assurance-accidents (LAA).

2.2 Lois sur le travail et l'assurance-accidents

La protection contre le bruit aux postes de travail est réglementée par la Loi fédérale sur le travail dans l'industrie, l'artisanat et le commerce (Loi sur le travail, LTr) et par la Loi fédérale sur l'assurance-accidents (LAA). Alors que la LTr traite également de la gêne causée par le bruit au travail, la LAA se limite au bruit dangereux pour l'ouïe. L'organe d'exécution est la Suva. L'exécution de la Loi sur le travail incombe au secrétariat d'Etat à l'économie (SECO) et aux inspections cantonales du travail.

■ Loi sur le travail (LTr, du 13 mars 1964, état au 1^{er} août 2000)

L'article 6 de la LTr réglemente les obligations des employeurs et des travailleurs en matière de protection de la santé. L'article 2 de l'Ordonnance 3 relative à la LTr (hygiène) [OLT3] du 1^{er} février 2000 indique les exigences essentielles en la matière: «L'employeur est tenu de prendre toutes les mesures nécessaires afin d'assurer et d'améliorer la protection de la santé et de garantir la santé physique et psychique des travailleurs».

L'article 22 de l'OLT3 contient des prescriptions concrètes relatives à la protection contre le bruit:

- «¹ Le bruit et les vibrations doivent être évités ou combattus.
² Pour la protection des travailleurs, il importe en particulier:
- a) de prendre des mesures en matière de construction des bâtiments;
 - b) de prendre des mesures concernant les installations d'exploitation;
 - c) de procéder à l'isolation acoustique ou à l'isolement des sources de bruit;
 - d) de prendre des mesures concernant l'organisation du travail.»

Le Commentaire des ordonnances 3 et 4 relatives à la Loi sur le travail définit des valeurs indicatives de bruit spécifiques aux différentes activités, des exigences d'acoustique architecturale et des valeurs indicatives de bruit de fond (voir point 4.5). L'Ordonnance 3 s'applique aussi aux entreprises subordonnées à l'Ordonnance 4 (OLT4, construction et aménagement des entreprises soumises à la procédure d'approbation des plans).

■ Loi sur l'assurance-accidents (LAA du 20 mars 1981, état au 5 novembre 2002)

L'article 82 contient les prescriptions générales relatives à la prévention des accidents et maladies professionnels. Ces règles s'appliquent aussi à la prévention des lésions auditives dues au bruit au travail:

- «¹ L'employeur est tenu de prendre, pour prévenir les accidents et maladies professionnels, toutes les mesures dont l'expérience a démontré la nécessité, que l'état de la technique permet d'appliquer et qui sont adaptées aux conditions données.»

Des prescriptions concrètes relatives à la protection contre le bruit sont rassemblées dans l'article 34 de l'OPA (Ordonnance relative à la LAA):

- ¹ «Les bâtiments et parties de bâtiment doivent être aménagés de manière que le bruit ou les vibrations ne portent pas atteinte à la santé ou à la sécurité.
² Les équipements de travail doivent être conçus de telle façon que le bruit ou les vibrations ne portent pas atteinte à la santé ou à la sécurité.
³ Les procédés de travail et de production doivent être conçus et appliqués de telle sorte que le bruit ou les vibrations ne portent pas atteinte à la santé ou à la sécurité.»

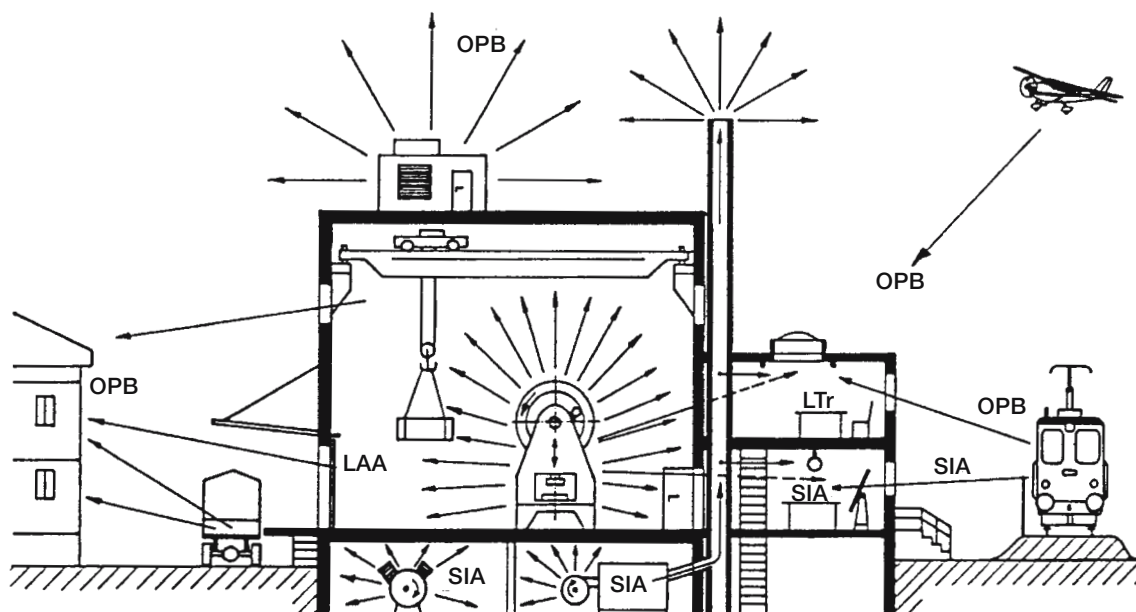


Figure 2: champs d'application des prescriptions en matière de bruit en Suisse.

OPB = Ordonnance sur la protection contre le bruit

SIA = Norme SIA 181 sur la protection contre le bruit dans le bâtiment

LAA = Loi sur l'assurance-accidents

LTr = Loi sur le travail

2.3 Directives européennes et prescriptions suisses

La directive européenne sur le bruit 2003/10/CE contient des prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus à des agents physiques. Cette directive a abrogé, le 15 février 2006, la directive 86/188/CEE du 12 mai 1986 concernant la protection des travailleurs contre les risques dus à l'exposition au bruit pendant le travail.

Les valeurs limites pour le bruit en vigueur en Suisse à partir du 1^{er} janvier 2007 divergent très faiblement des valeurs figurant dans la directive européenne 2003/10/CE: si le niveau d'exposition au bruit L_{EX} calculé pour une journée de travail de huit heures atteint ou dépasse 85 dB(A), il est nécessaire d'évaluer les risques auditifs et de prendre les mesures nécessaires.

Bruit impulsif

Si le niveau de pression acoustique de crête L_{Peak} dépasse 135 dB(C), il est nécessaire d'évaluer les risques auditifs sur la base du niveau d'exposition acoustique L_E en dB(A), additionné sur une heure et de prendre les mesures nécessaires:

$L_E < 120$ dB(A) → Mesures M1

$L_E \geq 120$ dB(A) mais $L_E < 125$ dB(A)
→ Mesures M2, droit à un examen de l'ouïe

$L_E \geq 125$ dB(A) → Mesures M2, examen de l'ouïe obligatoire

Valeurs	Mesures
niveau d'exposition quotidienne au bruit $L_{EX,8h} \geq 85$ dB(A) niveau d'exposition annuelle au bruit $L_{EX,2000h} < 85$ dB(A)	M1
niveau d'exposition annuelle au bruit $L_{EX,2000h} \geq 85$ dB(A)	M2, droit à un examen de l'ouïe
niveau d'exposition annuelle au bruit $L_{EX,2000h} \geq 88$ dB(A)	M2, examen de l'ouïe obligatoire

Tableau 1: valeurs limites pour le bruit en vigueur en Suisse à partir du 1^{er} janvier 2007.

Mesures de protection de l'ouïe

Les mesures de protection à prendre en raison de l'exposition au bruit au travail sont énumérées ci-après.

Mesures M1:

- élaborer un plan de protection contre le bruit, recenser les moyens de lutte antibruit
- informer le personnel sur le danger du bruit pour son ouïe et sur les conséquences des lésions auditives
- instruire le personnel sur les mesures de sécurité requises et leur mise en œuvre
- distribuer gratuitement des protecteurs d'ouïe appropriés
- recommander le port de protecteurs d'ouïe lors de travaux bruyants
- interdire les travaux bruyants pour les femmes enceintes.

Mesures M2 s'ajoutant aux mesures M1:

- prendre des mesures contre le bruit
- signaler les postes de travail, les appareils et les zones concernés au moyen du panneau «Protecteur d'ouïe obligatoire»
- imposer le port de protecteurs d'ouïe lors de travaux bruyants.

Dès que le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A dépasse 70 dB(A) aux postes de travail, la directive européenne 2006/42/CE (directive «Machines») **oblige** dans son point 1.7.4.2, depuis le 1^{er} janvier 1993, à mentionner dans la documentation technique l'émission sonore (niveau d'émission aux postes de travail ou niveau de puissance acoustique) de l'installation ou appareil technique en question.

Le client dispose ainsi d'une indication très utile pour comparer objectivement les différents produits. **Lorsqu'on achète des machines peu bruyantes, on n'a pas besoin d'investir a posteriori dans des mesures chères de réduction du bruit.**

2.4 EN ISO 11690

La norme EN ISO 11690 sur la pratique recommandée pour la conception de lieux de travail à bruit réduit contenant des machines décrit, outre la procédure générale de réduction du niveau sonore (émission, immission et exposition), diverses stratégies de réduction du bruit aux postes de travail existants ou planifiés. Elle s'applique à tous les lieux de travail et à toutes les sources de bruit dans le spectre audible pouvant se rencontrer dans des locaux de travail. Les activités humaines sont aussi concernées. D'une manière générale, le niveau sonore aux postes de travail doit être le plus faible possible techniquement afin de prévenir les atteintes à la santé. La norme européenne contient également des indications dont il faut tenir compte lors de l'achat d'une nouvelle installation ou machine.

Elle se compose de trois parties, la première sur les stratégies de réduction du bruit, la deuxième sur les moyens de réduction du bruit et la troisième sur la propagation du son et la prévision du bruit dans les locaux de travail.

3 Perception du bruit

3.1 Anatomie et fonctionnement du système auditif humain

L'oreille humaine est un organe sensoriel très sensible. Elle fonctionne comme un système de filtres ultrarapide, alinéaire, à traitement parallèle et équipé d'une résolution élevée tant en fréquence qu'en temps. Elle peut en effet distinguer des sons se succédant de deux millisecondes. **A un niveau de pression acoustique égal, elle perçoit les sons à large bande sensiblement plus forts que ceux à bande étroite. En outre, la sensibilité selon la fréquence dépend du niveau sonore.** Avec un faible niveau sonore, elle constitue un récepteur à bande étroite, et avec un niveau sonore élevé, un récepteur à bande large. Pour deux sons perçus subjectivement aussi forts, il peut exister une différence de niveaux sonores supérieure à 10 dB(A).

En effet, l'oreille humaine a la faculté particulière de pouvoir analyser les sons.

Analyse par le système auditif

Les ondes sonores émises sont captées par le pavillon de l'oreille et amplifiées dans le conduit auditif. Le tympan détecte les vibrations de l'air et les transmet à l'oreille interne par la chaîne des osselets. Là, elles sont interceptées par la cochlée, où se trouve l'organe de l'audition dont les cellules sensorielles ciliées réagissent aux vibrations sonores. Elles sont traduites en influx nerveux qui sont transmis au tronc cérébral via le nerf auditif. A ce niveau se situent les olives, structures au sein desquelles les voies auditives gauche et droite se croisent. La voie auditive mène au centre auditif situé dans le cortex cérébral où les influx nerveux sont finalement traités.

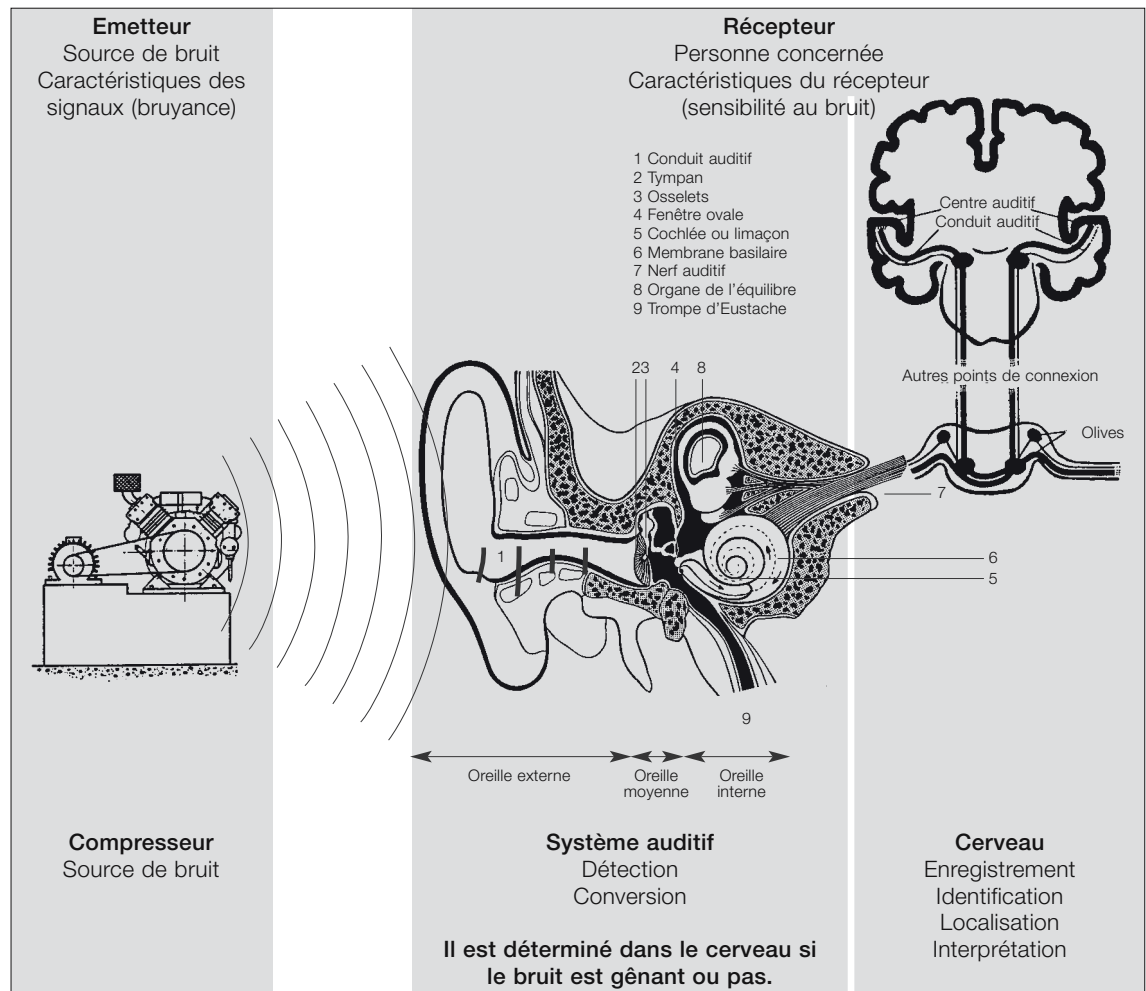


Figure 3: fonctionnement du système auditif humain.

Les impulsions nerveuses déclenchent des réactions spécifiques (bien-être, avertissement, gêne). Ces réactions (effets du bruit) dépendent des caractéristiques des sons (bruyance), de l'attitude de la personne concernée et des exigences de l'activité exposant au bruit (sensibilité au bruit). Le cerveau de cette personne enregistre le son en fonction de sa fréquence et de son intensité, analyse ses caractéristiques et les relie à d'autres facteurs. A la fin de ce processus de traitement, il est déterminé si le son est interprété comme **gênant** ou pas (voir figure 3).

3.2 Niveau d'isotonie

L'intensité subjective d'un son varie selon la pression acoustique et la fréquence de ce son: les basses fréquences sont jugées bien moins fortes que les fréquences élevées. La perception auditive est représentée le mieux sous forme de courbes d'intensité perçue identique (voir figure 4). Appelées isophones, ces courbes obtenues par moyenne statistique indiquent les niveau-fréquences perçus de même intensité. On constate que l'oreille est la plus sensible dans des fréquences de 1 à 4 kHz. En revanche, elle est beaucoup moins sensible aux fréquences plus élevées ou plus basses. Ainsi, le niveau acoustique d'un son pur de 20 Hz doit être au moins de 75 dB pour être audible. Lors du mesurage du son, on tient compte de cet effet au moyen d'un filtre normalisé de pondération A qui affaiblit les basses fréquences. Pour l'évaluation de l'exposition au bruit, le niveau de pression acoustique est toujours indiqué en dB(A).

Le seuil d'audition d'un son avec une fréquence de 1 000 Hz avoisine 0 dB. Ce son constitue le son de référence auquel se rapportent les valeurs des seuils auditif et de douleur. A niveau de pression acoustique égal, des sons de fréquences différentes sont perçus différemment. Le phone (ph) est l'unité de mesure de l'intensité perçue qui sert à exprimer le niveau d'isotonie (L_N). Le niveau d'isotonie est égal au niveau de pression acoustique, en décibels, d'un son pur de 1 000 Hz.

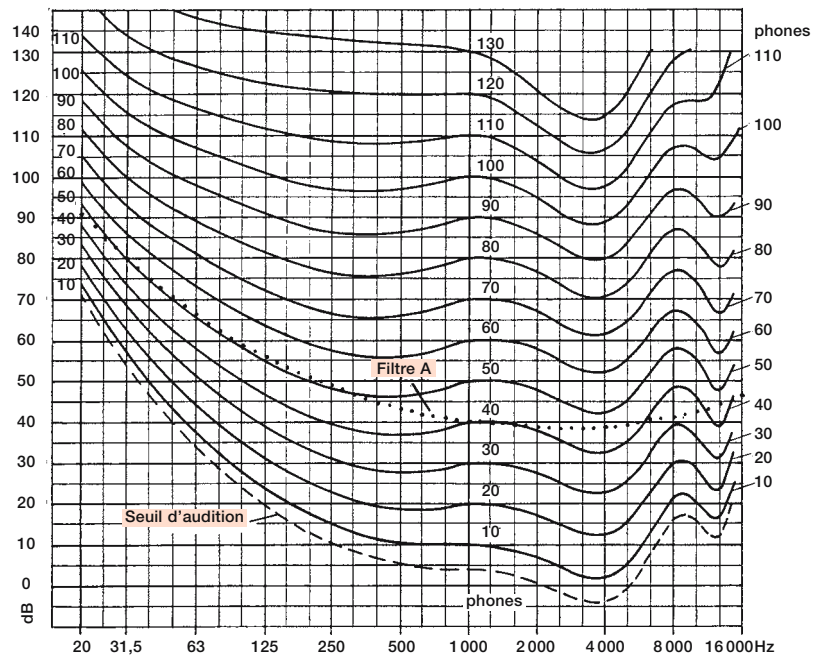


Figure 4: liens entre la fréquence du son, le niveau de pression acoustique et le niveau d'isotonie en phones.

3.3 Localisation spatiale des sons

3.3.1 Localisation directionnelle

L'oreille humaine est capable de localiser spatialement une source de bruit grâce au traitement interaural des signaux (perception séparée et traitement centralisé des diverses informations) d'écarts temporels et d'intensité différents entre l'oreille droite et gauche. Cette **localisation directionnelle** se fonde, d'une part, sur l'écart très minime entre le moment où l'onde sonore atteint l'oreille la plus proche puis l'autre oreille et, d'autre part, sur les différences très faibles aussi entre les intensités effectives du son frappant les deux oreilles. Ces différences varient selon les fréquences et sont influencées par les caractéristiques directionnelles du pavillon de l'oreille, notamment sur le plan vertical. Les sons avec des **fréquences élevées sont faciles à localiser, contrairement à ceux avec des fréquences inférieures à 150 Hz.**

3.3.2 Evaluation de l'éloignement

L'oreille humaine évalue en général avec difficulté l'éloignement d'une source sonore. Elle peut cependant localiser spontanément certains sons connus. Comme l'affaiblissement des signaux acoustiques dépend de la fréquence, le spectre est modifié en fonction de la distance, ce qui permet de déduire l'éloignement à partir de la modification du son. Tout événement sonore semble s'assourdir de plus en plus avec l'augmentation de la distance, car les fréquences assez élevées sont davantage affaiblies avec des distances plus grandes (exemple: coup de tonnerre). Dans un local, lorsque la réverbération est bien plus forte que le son direct, on se trouve en général assez loin de la source sonore.

3.4 Effet de masque

L'effet de masque se fonde sur l'excitation de la membrane basilaire dans l'oreille interne. Un son masquant fait vibrer cette membrane non seulement au point attribué à sa fréquence mais aussi de chaque côté de celui-ci. Si un second bruit de fréquence voisine est produit au même moment, il doit exciter plus fortement le point attribué à sa fréquence que le premier bruit masquant pour être audible.

La disparition totale ou partielle de la perception d'un son en présence d'un second son est appelée **effet de masque**. Cet effet dépend des niveaux de pression acoustique et des spectres des sons masquant et masqué. En cas d'élévation momentanée de son niveau, un signal sonore masqué peut redevenir subitement audible. La limite pour l'inaudibilité d'un son masqué est très nette et peut être déterminée avec précision: l'effet de masque de sons haute fréquence par des sons basse fréquence est bien plus marqué que l'inverse. Les sons masqués ne modifient pas la perception de l'intensité sonore. L'effet de masque est utilisé pour le codage des données (réduction des données, par exemple MP3).

3.5 Effet de masque temporel

L'effet de masque temporel est le masquage momentané d'un son dans l'oreille qui consiste à rendre inaudibles des sons faibles succédant à des sons forts. Pour simplifier, après la disparition d'un son, il faut entre 10 et 100 millisecondes pour que l'oreille recouvre toute sa sensibilité. Ce temps varie selon la fréquence et surtout la durée du son. Si cette dernière est courte, le laps de temps d'insensibilité sonore est court. Il est plus bref avec les fréquences élevées qu'avec des fréquences basses.

3.6 Psychoacoustique

La psychoacoustique est l'étude des sensations auditives. Elle fait partie de la psychophysique qui est une branche de la psychologie. Elle analyse et classe les **sensations auditives** et élabore des descriptifs permettant de représenter subjectivement les grandeurs de la sensation auditive produite par les signaux sonores (p. ex. intensité sonore, intensité des variations, acuité). Elle établit un lien entre ces grandeurs subjectives et les grandeurs physiques connues (niveau, fréquence, durée) pour un même signal sonore. L'objectif visé est d'identifier et de quantifier le lien entre les paramètres physiques et les sensations.

3.7 Grandeurs et unités psychoacoustiques

3.7.1 Sonie

En raison de la conversion et du traitement des stimuli acoustiques dans l'oreille et le cerveau, l'intensité sonore perçue ne dépend pas uniquement du niveau de pression acoustique. Un son dont le niveau d'isotonie est doublé (soit une augmentation de 6 dB) n'est pas perçu comme deux fois plus fort. Avec la création de la grandeur de **sonie (N)**, exprimée en **sones** (sonare signifie en latin résonner), on a pu établir un **lien linéaire** avec l'intensité perçue. La base de l'échelle de sonie est un sone pour un son de 40 dB. Chaque augmentation de 10 dB fait doubler la sonie. Un son de 1 kHz de 50 dB équivaut donc à 2 sones.

Mesurer la sonie présente l'avantage de rassembler en une seule et même grandeur les principales caractéristiques de l'ouïe:

- l'échelle des fréquences est redécoupée autrement pour devenir l'échelle Barks (bandes de fréquences);
- les propriétés de masquage de l'ouïe pour les sons voisins ou dans des tiers d'octave voisins sont prises en compte;
- le niveau d'isotonie L_N augmente, avec un niveau constant en dB(A), en fonction de la largeur de la bande Δf ;
- le lien entre l'effet de masque temporel et la durée du son masquant est pris en compte (uniquement avec un analyseur de niveau en temps réel).

La sonie de deux signaux est égale à la somme arithmétique des deux sonies.

La méthode de mesure de la sonie permet d'obtenir dans certains cas une meilleure concordance entre la valeur calculée et la perception subjective qu'avec le niveau de pression acoustique en dB(A). Elle est cependant peu utilisée, n'ayant pas réussi à s'imposer face à l'unité de mesure décibel.

3.7.2 Intensité des variations

Des variations périodiques des grandeurs d'amplitude et de fréquences des sons sont perçues différemment selon la fréquence de modulation. Jusqu'à cinq variations par seconde, l'ouïe est capable de suivre avec précision les fluctuations d'amplitude et de hauteurs de tons (tonie) et de percevoir les différences d'intensité sonore et de tonies. Au-delà de cinq variations par seconde, l'ouïe rencontre davantage de difficultés, car elle perçoit des stimuli auditifs jusqu'à environ 200 ms. Elle peut percevoir une variation jusqu'à des fréquences de modulation de quelque 20 Hz. L'**intensité de variation F** est une grandeur des modifications d'intensité sonore. Elle est indiquée en **vacils** (vacillare signifie en latin osciller) et est maximale à 4 Hz. Elle dépend du niveau sonore, du degré de modulation et de la fréquence de modulation. Les variations dans le temps du son sont très fréquentes et influencent fortement la gêne ressentie quand elles sont fortes. Les sons produits par les presses automatiques et les engins de battage avec un marteau Diesel en sont des exemples types.

3.7.3 Rugosité

Lorsque la fréquence de modulation dépasse 20 Hz, la sensation de variation est perçue comme rugueuse. La rugosité apparaît avec des signaux sonores avec une structure temporelle prononcée en raison des modulations de fréquence et d'amplitude. Elle est nettement perceptible en particulier avec des fréquences de modulation entre 20 et 250 Hz. A cause de sa résolution temporelle limitée, l'oreille n'est pas capable de suivre des variations sonores encore plus rapides. La rugosité est influencée, outre par la fréquence de modulation, par la différence de niveaux sonores. Elle est maximale avec une fréquence de modulation d'environ 70 Hz. La **rugosité R** est indiquée en **aspers** (asper signifie en latin âpre). Des exemples types de ces sons sont par exemple les r roulés, les sons produits par les moteurs Diesel et les imprimantes à aiguille. Cette notion est mise en pratique principalement pour surveiller l'état et la qualité des machines et installations.

3.7.4 Acuité

Un son est perçu comme aigu et désagréable quand il est formé principalement de composantes spectrales à fréquence élevée. L'acuité est un élément bien plus important dans la perception du timbre que la structure spectrale fine d'un son. Elle est déterminée par l'enveloppe spectrale du son. Elle amoindrit le caractère agréable d'un son et augmente la gêne produite. L'**acuité S** est indiquée en **acums** (acum signifie en latin aigu). En raison de ses composantes spectrales de haute fréquence, le bruit blanc est plus aigu que le bruit rose (voir figure 5). De tels sons à acuité élevée sont produits par exemple par les fraises dentaires, les cuves à ultrasons et les scies circulaires à bois. Pour l'analyse des bruits sur le plan auditif, il est important de noter que l'acuité des sons peut être diminuée par l'ajout de composantes spectrales de basse fréquence. Bien que cela augmente souvent la sonie, ce son modifié est souvent préféré, car il est moins aigu.

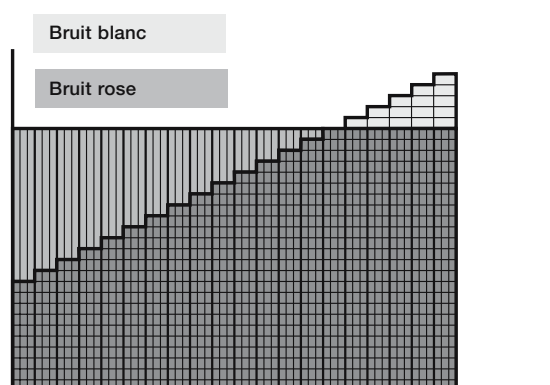


Figure 5: bruits rose et blanc.

3.7.5 Composantes tonales

Lorsqu'une composante tonale est facilement identifiable dans un bruit, elle attire automatiquement l'attention. Si cette composante n'est pas souhaitée, elle gênera davantage qu'un bruit de même intensité. De nombreux signaux sonores d'avertissement dans la vie quotidienne possèdent sciemment des composantes tonales très prononcées. La tonie des sons (hauteur perçue) peut être quantifiée sur une échelle allant du grave à l'aigu. Quant à la **netteté** de la perception auditive de la tonie (**contenu tonal AdT**), on peut la quantifier en pourcentage. Différents sons peuvent avoir une tonie similaire mais une netteté de la tonie différente. La tonie la plus nette est produite par un son pur (sinusoïdal). Lorsqu'une composante tonale est masquée partiellement par un bruit ou avoisine le seuil d'audition, la netteté de la tonie est plus faible. Par exemple, les sons à 10 dB au-dessus du seuil d'audition ont une netteté de la tonie divisée environ par deux. La netteté maximale de la tonie est obtenue lorsque les sons se situent à plus de 20 dB au-dessus de ce seuil. Le contenu tonal est important pour l'analyse du bruit par l'ouïe. En effet, les bruits avec un contenu tonal nettement perceptible apparaissent souvent particulièrement gênants, car ils détournent l'attention et distraient. **Pour simplifier, on peut dire qu'une composante tonale est marquée quand on peut la reproduire par un sifflement ou par le chant.**

4 Gêne due au bruit

4.1 Gêne ou effet du bruit

Chaque individu réagit différemment face au bruit et davantage selon la nature du bruit que selon son intensité. Les caractéristiques physiques du bruit (durée, fréquence, évolution dans le temps, composition spectrale, caractère impulsif) ne suffisent pas pour évaluer la gêne induite par le bruit. L'impression de gêne résulte en fait de l'interaction du bruit avec certaines activités et l'état ou les caractéristiques des personnes. Qu'un bruit soit perçu comme gênant ou non est toujours fonction du type d'activité (par exemple tâche intellectuelle ou travail routinier), de l'attitude face au bruit et à sa source ainsi que des prédispositions biologiques et psychiques des personnes concernées.

La gêne ou l'effet du bruit dépend à la fois de la **bruyance** et de la **sensibilité au bruit**. La bruyance est une notion objective liée uniquement aux caractéristiques du signal sonore. Elle ne varie pas en fonction de la perception individuelle, contrairement à la sensibilité au bruit, qui est subjective.

Tous les bruits ne sont pas gênants. En général, les bruits produits par la nature, tels que le bruissement des feuilles ou le murmure d'une fontaine, nous semblent agréables. Ceux masquant des bruits désagréables et créant une sensation de bien-être sont considérés comme apaisants. Nombreux sont les bruits et les situations jugés déplaisants et perturbants.

La gêne augmente lorsque le bruit:

- a un niveau sonore bien plus élevé que le bruit de fond,
- est prononcé (en raison de ses composantes spectrales et de son caractère impulsif),
- n'appartient pas du tout à son environnement,
- semble évitable (par exemple robinet qui goutte),
- est relié à un événement désagréable (fraise du dentiste par exemple).



Figure 6: la musique ne fait pas toujours le bonheur de tous.

La gêne induite varie selon:

- la nature du bruit (par exemple bruit d'origine naturelle ou humaine),
- le moment (par exemple au travail ou durant les loisirs),
- la localisation de la source.

En général, un bruit peut être perçu comme gênant dès 30 dB(A). Avec des sons faibles, la gêne provient principalement de l'événement désagréable auquel on le lie (charge affective du bruit). Pour les sons forts, elle est plutôt imputable à l'intensité sonore.

4.2 Bruyance

La bruyance d'un événement sonore est déterminée par le **rapport signal/bruit**, à savoir la différence entre le niveau sonore dudit événement et le bruit de fond. Les événements sonores dont le rapport signal/bruit dépasse 10 dB(A) sont jugés très perturbants. Il est donc primordial de limiter ce rapport à moins de 10 dB(A) pour les sources de bruits permanentes (ventilateurs, transformateurs, etc.).

Les paramètres objectifs de la perception auditive sont évalués au moyen de mesurages du bruit. Il faut tenir compte non seulement du niveau de pression acoustique pondéré A mais aussi de la composition spectrale et de la structure temporelle du son.

■ Intensité perçue (niveau de pression acoustique)

Le niveau de pression acoustique, exprimé en dB(A), donne une idée de l'intensité sonore perçue. **Plus le niveau sonore est élevé, plus un bruit est perturbant.**

■ Composition spectrale

Les fréquences perturbent davantage lorsqu'elles sont hautes (bruits aigus, par exemple bruit d'une scie circulaire). Les composantes tonales marquées gênent beaucoup, parce qu'elles attirent l'attention des personnes présentes. **Les bruits les plus déplaisants sont ceux avec un niveau maximal compris entre 3 et 4 kHz.**

■ Structure temporelle

Les bruits impulsifs ou intermittents gênent davantage que ceux continus. Avec une moyenne du niveau sonore, on ne dispose plus des variations dans le temps. Il est donc

important de connaître également la bande du niveau sonore ($L_{Min}-L_{Max}$) et l'ampleur des variations (indication des variations de l'intensité sonore). **Les variations sonores très amples sont très désagréables.**

■ Durée de l'exposition

La durée de l'exposition est indiquée au moyen du mesurage du niveau d'exposition au bruit L_{Ex} . **Plus le bruit dure, plus il est gênant.**

4.3 Sensibilité au bruit

La sensibilité au bruit varie fortement en fonction de l'**activité**, de l'**environnement psychosocial** et de l'**attitude** de la personne exposée au bruit. Les différences sont très marquées. Les paramètres subjectifs de la sensibilité au bruit ne peuvent être décrits que par des moyens statistiques. Il est quasiment impossible de les convertir en grandeurs objectives. Une attitude négative face au bruit peut accentuer certaines réactions physiologiques (modification de la tension artérielle, troubles du sommeil, etc.). Les principaux facteurs influençant la sensibilité au bruit se classent en deux groupes:

■ attitude de la personne exposée:

la sensibilité au bruit peut varier selon les individus et selon les moments et la situation chez une même personne. Elle dépend fortement de la charge affective du bruit et/ou de l'origine du bruit, des expériences passées de la personne concernée avec ce bruit ainsi que de l'accoutumance à l'environnement bruyant subi. **On est généralement moins gêné par le bruit que l'on fait soi-même que par le bruit des autres;**

■ état psychophysique momentané de la personne exposée:

l'état psychophysique (par exemple maladie, fatigue, nervosité, céphalée, soucis, capacité auditive) influe fortement sur la gêne induite par le bruit. **Les personnes fatiguées et malades sont davantage gênées par le bruit que les personnes reposées et en bonne santé.**

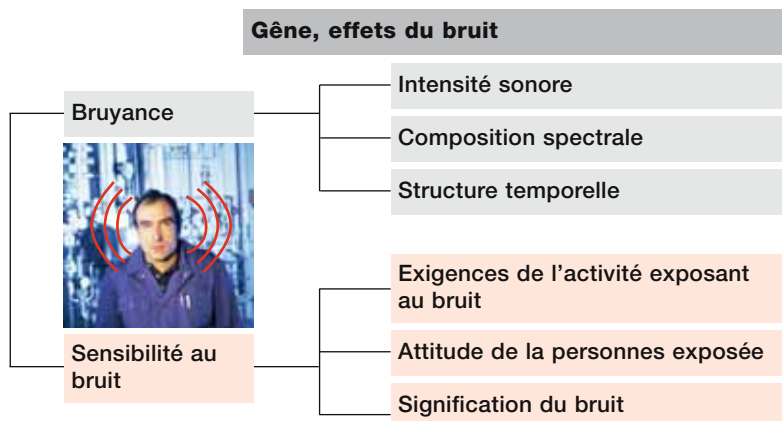


Figure 7: facteurs influençant la sensibilité au bruit.

4.4 Evaluation de l'exposition au bruit au travail

Pour évaluer l'exposition au bruit à un poste de travail, il est nécessaire de déterminer les immissions caractéristiques à ce poste. Il s'agit de bruits représentatifs en raison de leur fréquence d'occurrence, de leur nature et de leur source. L'importance des nuisances sonores dépend du type de la source sonore, des conditions de propagation dans le local et de l'exposition des personnes concernées. La gêne ressentie varie selon les activités et leur complexité. C'est la raison pour laquelle des valeurs indicatives pour l'exposition au bruit ont été définies en fonction des activités. Des exigences acoustiques ont été formulées pour les locaux de travail. Malgré le respect des valeurs indicatives figurant au point 4.5.1, il arrive que des personnes soient encore gênées par le bruit.

4.5 Valeurs indicatives pour les nuisances sonores

4.5.1 Valeurs indicatives en fonction de l'activité

Les valeurs indicatives figurant dans le tableau 2 sont les niveaux d'exposition au bruit L_{EX} . Elles rassemblent toutes les immissions sonores aux postes de travail, à l'exception des bruits provenant de la communication entre personnes (conversations, sonneries téléphoniques, signaux acoustiques, etc.), en tenant compte de la durée d'exposition. Lorsque les exigences minimales ne peuvent pas être satisfaites par des mesures de réduction du bruit à des coûts supportables,

les personnes exposées à des niveaux sonores supérieurs à 80 dB(A) doivent avoir à leur disposition des protecteurs d'ouïe appropriés. Les exigences accrues s'entendent comme les objectifs de réduction du bruit à atteindre. Elles se fondent sur des obligations légales spécifiant que le niveau sonore doit être réduit au minimum en tenant compte des progrès techniques et des circonstances particulières.

Le Commentaire de l'Ordonnance 3 relative à la Loi sur le travail contient des valeurs indicatives (voir tableau 2) pour les trois groupes d'activités suivants:

- groupe 1:
activités manuelles de routine nécessitant une attention temporaire ou peu élevée.
Exemples: travail simple sur machines; travail de fabrication sur machines, appareils ou installations; travaux de services et d'entretien;
- groupe 2:
activités intellectuelles répétitives nécessitant une concentration particulière, temporaire ou continue. Exemples: gestion, saisie de données, travail sur ordinateur, vente, service à la clientèle;
- groupe 3:
activités nécessitant une concentration particulière et de la créativité.
Exemples: travail scientifique, développement de programmes, rédaction, traduction, travail en salles radio.

Activité	Niveau d'exposition au bruit L_{EX} en dB(A)	
	Exigences normales	Exigences accrues
Groupe 1 Activités industrielles et artisanales	< 85	≤ 75
Groupe 2 Travaux de bureau et activités comparables de production ou tâches de surveillance	≤ 65	≤ 55
Groupe 3 Activités essentiellement intellectuelles, exigeant une grande concentration	≤ 50	≤ 40
Exigences normales: valeurs indicatives à respecter de manière générale dans la plupart des cas.		
Exigences accrues: valeurs indicatives pour les objectifs. En même temps, ce sont les valeurs à atteindre pour les activités présentant des exigences supérieures en matière de rendement et de qualité du travail ou nécessitant une attention particulièrement soutenue, etc.		

Tableau 2: valeurs indicatives en fonction de l'activité.

Local	Niveau d'exposition au bruit L_{EX} en dB(A)	
	Exigences normales	Exigences accrues
Petit bureau (≤ 3 personnes)	40	35
Bureau moyen	40	35
Salles de réunion et de conférence	40	35
Bureau paysager	45	40
Bureau équipé de plusieurs machines	45	40
Local d'ordinateurs	50	45
Bureau d'atelier	60	55
Salle de commande	60	55
Cabine de commande	70	65
Laboratoire	50	45
Local de pause ou de permanence	60	55
Local de repos ou d'infirmerie	40	35
Cantine	55	50
Salle d'opération	40	35
Salle de cours	40	35
Appartement de service (la nuit)	35	30

Tableau 3: valeurs indicatives pour le bruit de fond au travail.

4.5.2 Valeurs indicatives pour les bruits de fond dans les locaux de travail

Le Commentaire de l'Ordonnance 3 relative à la Loi sur le travail contient également des valeurs indicatives pour le bruit de fond au travail (voir tableau 3). Le bruit de fond (bruits étrangers) est constitué de tous les bruits provenant des installations techniques (p. ex. ventilations, compresseurs, chauffage) et de l'extérieur (ateliers dans le voisinage, circulation).

4.5.3 Immissions sonores à basse fréquence

L'évaluation des immissions sonores à basse fréquence gênantes ne peut se faire telle quelle avec les procédés de mesure et d'évaluation classiques, notamment en ce qui concerne le lieu de mesure et la pondération des fréquences. La norme DIN 45680 indique un procédé de mesure et d'évaluation pour ces **immissions sonores à basse fréquence** dans les bâtiments pour la transmission des bruits aériens et solidiens. Cette norme complète les procédés de mesure et d'évaluation du bruit et vise à permettre l'évaluation des immissions sonores à basse fréquence en vue de la réduction des **nuisances sonores importantes**.

Pour cette norme, le son est de basse fréquence lorsque la plus grande partie de son énergie est inférieure à 90 Hz. C'est en général le cas lorsque la différence de niveau de pression acoustique $L_C - L_A$ est supérieure à 20 dB (pondération C ou A). Lorsque cette condition est remplie, il est nécessaire d'effectuer une analyse par tiers d'octaves. Le bruit contient un son pur très marqué lorsque la différence entre L_{Terzeq} dans un tiers d'octave et le niveau correspondant dans les deux tiers d'octaves voisins est **supérieure à 5 dB**.

4.5.4 Sécurité au travail, reconnaissance des signaux acoustiques

Lorsque le bruit perturbe la perception des signaux acoustiques et des appels d'urgence ou avertissant d'un danger et qu'il en découle un risque élevé d'accidents, il convient de réduire ce bruit, selon l'état de la technique, à un niveau garantissant la reconnaissance de ces signaux. Si cela n'est pas possible, il faut renforcer les émetteurs de signaux (voir normes ISO 7731 et DIN 33404-3).

5 Nuisances sonores aux postes de travail

5.1 Bureaux

5.1.1 Nuisances sonores dans les bureaux

En dépit de la tendance actuelle à remplacer la communication verbale par celle par voie électronique, la communication verbale directe ou par téléphone reste très importante. Il est donc recommandé pour la planification des bureaux et l'organisation du travail de regrouper, dans des bureaux partagés ou paysagers, les personnes travaillant directement ensemble. Cette organisation avantageuse en matière d'efficacité du travail permet en général de réduire la gêne induite par le bruit. Les conversations sur des sujets communs aux personnes à proximité sont moins perturbantes.



Figure 8: le bruit est la première source de gêne dans les bureaux.

Les expériences passées avec le bruit au travail sont un facteur important pour la perception des nuisances sonores dans les bureaux. Les personnes qui ont l'impression d'avoir été exposées davantage au bruit à un poste précédent se sentent moins gênées par le bruit



Figure 9: il faut faire attention à ne pas faire trop de bruit.

que les personnes ayant travaillé à un poste qui leur semblait peu bruyant. Il est très difficile de déterminer la part exacte des appréciations et comparaisons subjectives ainsi que des souhaits dans cette sensation auditive. Le lien que l'on possède avec la personne à l'origine du bruit influence aussi nettement cette sensation. Le bruit apparaît en fait davantage gênant lorsqu'il est produit par des personnes que l'on n'apprécie pas. De même, on est en général moins gêné par le bruit que l'on fait soi-même que par le bruit des autres (le bruit comme preuve de sa propre activité et efficacité?).

Les réactions témoignent également du caractère subjectif de la perception du bruit comme gêne. En effet, les personnes réagissant activement à des nuisances sonores (par exemple en fermant la porte d'accès au bureau voisin), sont nettement moins perturbées par le bruit que celles subissant passivement les nuisances sonores.

Le bruit de fond fatigue et rend nerveux. Il nuit à la concentration et au rendement. Il peut s'agir par exemple du bruit des ventilateurs et des chauffages, des sonneries de téléphone, des machines de bureau, des conversations, des pas dans les couloirs et des bruits venant de la circulation routière et des chantiers avoisinant.

Les sources de ce bruit de fond peuvent être divisées en quatre groupes:

■ **activités humaines:**

les conversations téléphoniques, notamment celles via haut-parleurs, gênent le plus dans les bureaux. Les déplacements et les conversations sont également des facteurs importants de gêne;

■ **machines de bureau:**

bien que les machines de bureau soient de moins en moins bruyantes, le niveau sonore dans les bureaux a peu diminué. Ce fait s'explique par la forte augmentation du nombre de ces machines, dont certaines (imprimantes et ordinateurs par exemple) sont devenues incontournables dans les bureaux au cours des vingt dernières années;

■ **installations dans le bâtiment:**

de multiples installations dans les bâtiments sont bruyantes, telles que ventilateurs, chauffages, climatiseurs, installations sanitaires et ascenseurs. Certains bruits émis par des systèmes de ventilation gênent de nombreuses personnes. Nous considérons cependant souvent ces nuisances sonores comme inévitables et nous ne les remarquons qu'une fois qu'elles ont disparu, en constatant la différence;

■ **sources sonores externes:**

on entend souvent dans les bureaux des bruits extérieurs, provenant par exemple de la circulation routière, ferroviaire ou aérienne voisine, d'usines ou de chantiers. Les plus fréquents sont imputables à la circulation routière. L'insonorisation repose principalement sur des mesures techniques au niveau des cloisons et des fenêtres et des possibles ouvertures servant à la ventilation.

Perception individuelle des bruits

Six facteurs interviennent dans la perception et la réaction individuelles au bruit:

■ **signification (implicite):**

la signification donnée par un individu à un bruit influe grandement sur sa perception. C'est pourquoi des conversations liées à la tâche effectuée sur le moment sont jugées très gênantes. La charge affective du bruit joue aussi un rôle. Certains bruits indiquent la survenue prochaine d'un événement désagréable ou rappellent des événements passés;

■ **maîtrise de la source sonore:**

les bruits dont nous pouvons maîtriser le niveau sonore (par exemple en éteignant sa source ou en baissant son niveau sonore) perturbent moins que ceux sur lesquels nous ne pouvons intervenir;

■ **prévisibilité:**

les bruits attendus perturbent moins que ceux inattendus;

■ **source:**

on est moins gêné par le bruit que l'on fait soi-même que par le bruit des autres;

■ **nécessité:**

on supporte davantage le bruit inévitable que celui qui paraît superflu;

■ **attitude face au bruit:**

les bruits induits par les ordinateurs et les imprimantes gênent moins quand on préfère écrire à l'ordinateur qu'à la main.

Effets du bruit sur l'exécution de tâches intellectuelles

Des enquêtes menées dans des bureaux ont montré que le bruit provenant de conversations, de machines de bureau et de la ventilation nuisait à l'exécution des tâches intellectuelles. Le bruit fatigue, rend nerveux et réduit le rendement, notamment lors de l'exécution de tâches mobilisant la mémoire à court terme. Les effets négatifs du bruit sont visibles principalement dans les trois domaines suivants:

■ rendement:

il a été souvent observé qu'une meilleure acoustique agissait positivement sur l'ambiance au travail, d'où une augmentation du rendement. Cette tendance est d'autant plus marquée que la tâche à effectuer est difficile et exigeante;

■ mémorisation:

le bruit peut nuire à la mémorisation. Les conversations en bruit de fond perturbent le travail de la mémoire. Les capacités de concentration diminuent avec l'augmentation du niveau sonore;

■ état physique et psychologique;

des études comparatives du rendement avec une bonne et mauvaise acoustique ne sont pas toujours très concluantes. La raison en est que nous avons tendance à compenser l'effet éventuellement perturbateur du bruit par une plus grande concentration. Ces efforts se traduisent ultérieurement souvent par de la fatigue, un épuisement physique et de la mauvaise humeur; et donc par une baisse des capacités de concentration et de la qualité du travail.

5.1.2 Bruit de fond artificiel

En raison des nombreuses plaintes concernant le bruit dans les bureaux, les acousticiens cherchent des moyens pour réduire le niveau sonore. L'utilisation de matériaux et d'écrans absorbant les sons permet d'avoir un bruit de fond dans les bureaux individuels et paysagers compris entre 30 et 40 dB(A). Il existe ainsi une grande différence entre les immissions sonores induites par les conversations et les machines de bureau et le bruit de fond. C'est cette différence qui entraîne souvent ces plaintes au sujet du bruit.

De nombreux acousticiens tentent donc d'éliminer la gêne produite par les conversations entre plusieurs personnes et une différence trop marquée entre les crêtes sonores et le bruit de fond au moyen du bruit de fond uniforme et plutôt neutre d'une climatisation ou d'un bruit artificiel de large bande par haut-parleurs. On obtient ainsi un bruit de fond de 40 à 45 dB(A).

On recommande dans les couloirs (pour des raisons de confidentialité) un bruit de fond de 40 à 50 dB(A) afin de couvrir le bruit provenant des bureaux.

5.1.3 Aménagement acoustique des bureaux

■ Petits bureaux

Les petits bureaux offrent de bonnes conditions pour se concentrer et travailler au calme. En outre, ils répondent au désir fréquent d'avoir un endroit à soi pour travailler. En général, ces bureaux sont placés les uns derrière les autres le long d'une façade, avec un couloir central au milieu.



Figure 10: les petits bureaux sont occupés par une seule personne ou un petit nombre de personnes.

Ils exigent cependant une grande surface globale, favorisent les structures hiérarchisées et entravent souvent la communication entre les travailleurs. Dans les petits bureaux, la réverbération devrait être faible pour favoriser la **compréhension verbale** et le **confort acoustique**. Cela est rarement le cas avec un mobilier classique sans l'ajout de surfaces absorbant le son. L'installation d'un plafond absorbant améliore la compréhension verbale et le confort acoustique.



Figure 11: les bureaux paysagers sont des grands espaces où travaillent plusieurs personnes.

■ Bureaux paysagers

Les bureaux paysagers sont des grands espaces où travaillent plusieurs personnes. Chaque poste de travail n'est pas séparé par des cloisons fixes mais bien souvent uniquement délimité par des cloisons de séparation et des plantes.

Les avantages des bureaux paysagers sont une communication simplifiée, des structures hiérarchiques plus souples et un traitement plus équitable.

A l'inverse, ils gênent la concentration et augmentent le nombre de facteurs perturbants. La ventilation est souvent réglée en fonction des besoins du plus grand nombre et non individuels.

Il est primordial que les bureaux paysagers offrent un bon confort acoustique (voir figure 11) et limitent au maximum les perturbations sonores. Il faut un équilibre acoustique entre le bruit de fond moyen et les crêtes sonores. Le bruit de fond ne doit donc pas être trop faible. Sa valeur optimale est de 45 dB(A). Il est possible d'obtenir cette valeur par exemple au moyen de la climatisation existante. La séparation des postes de travail peu bruyants de ceux très bruyants en respectant des distances assez grandes et le cloisonnement des postes de travail est très importante. Lorsque

cela est possible, le plafond, les murs et les cloisons de séparation doivent absorber le bruit de sorte que le **coefficient moyen d'absorption** soit compris **entre 0,3 et 0,35**. Une décroissance du niveau sonore supérieure à 5 dB par doublement de la distance ne peut être obtenue qu'avec l'utilisation combinée d'un plafond et de parois acoustiques. Malgré ces mesures, il est presque impossible de discuter de façon confidentielle dans un bureau paysager.

■ Salles de réunion, de conférence et de cours

Les salles servant aux réunions, aux conférences ou aux cours par exemple doivent offrir une excellente acoustique pour garantir la transmission des messages verbaux. Il faut donc veiller tout particulièrement à la qualité de l'acoustique de ces locaux (voir aussi norme DIN 18041).

■ Bureaux de groupe

Lors de la subdivision de bureaux paysagers, il arrive que des postes de travail soient regroupés. Les équipes ou groupes de travail apprécient d'être rassemblés dans un bureau informel, car cela améliore la collaboration. Les points forts de ce type de bureaux sont le renforcement de la communication et la bonne ambiance régnant entre les membres de l'équipe. C'est pourquoi ils sont très fréquents dans le secteur des médias.

L'exigence essentielle de tels bureaux est la souplesse de la structure. Elle est idéalement

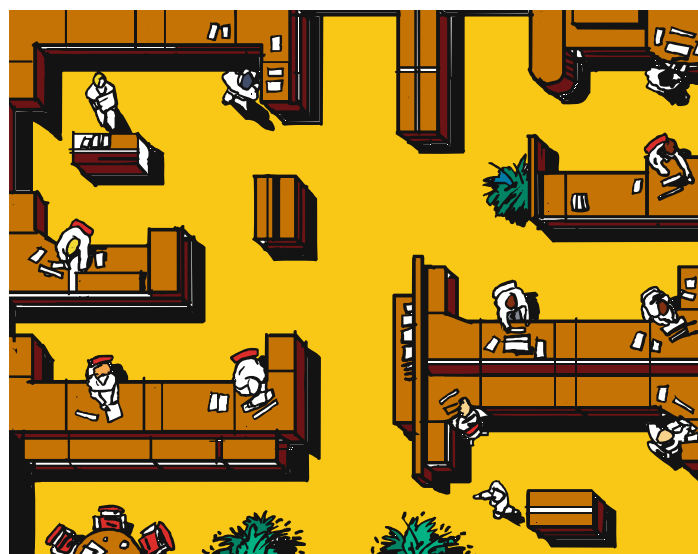


Figure 12: bureaux de groupe avec des cloisons et des parois de séparation hautes.

de six personnes environ, qui doivent pouvoir s'entretenir spontanément entre elles tout en pouvant travailler et se concentrer dans un environnement peu perturbant visuellement et acoustiquement. Il doit être bien clair pour tous les occupants d'un tel bureau quand une ou plusieurs personnes désire(nt) ne pas être dérangée(s) dans son/leur travail. Un autre avantage de ce type de bureau est la rapidité offerte pour passer de la concentration à la communication, et vice-versa.

■ Bureaux combinés

Les bureaux combinés, comme leur nom l'indique, combinent les structures du bureau paysager et du petit bureau.

Dans ce type de bureau, il y a un local par personne, en général équipé d'une porte vitrée et d'une cloison de séparation en verre. A côté de ces bureaux individuels, on trouve un grand espace commun. Cet espace contient les installations communes telles que salle de réunion, archives, casiers et machines de bureau.

Les avantages des bureaux combinés sont la communication simplifiée, la répartition visible du personnel, l'emplacement pratique des machines de bureau communes. En outre, chacun peut décider s'il désire travailler seul au calme ou avec d'autres personnes dans la zone commune. Un des inconvénients peut être l'utilisation pas toujours optimale de la zone commune.

La possibilité de profiter d'un bureau individuel et d'une zone commune et donc de travailler à la fois seul et à plusieurs favorise davantage la cohésion du groupe ou de l'équipe que les autres formes de bureau.

■ Revêtement des sols

Le coefficient d'absorption des revêtements des sols dans les bureaux influence très faiblement le niveau sonore. Le principal avantage d'un revêtement de sol textile par rapport à un sol dur réside en sa grande capacité à amortir par exemple les bruits de pas et du déplacement des chaises et à augmenter l'amortissement des bruits de choc. Il est donc recommandé, pour des raisons d'acoustique, d'installer dans les couloirs des tapis ou des moquettes.

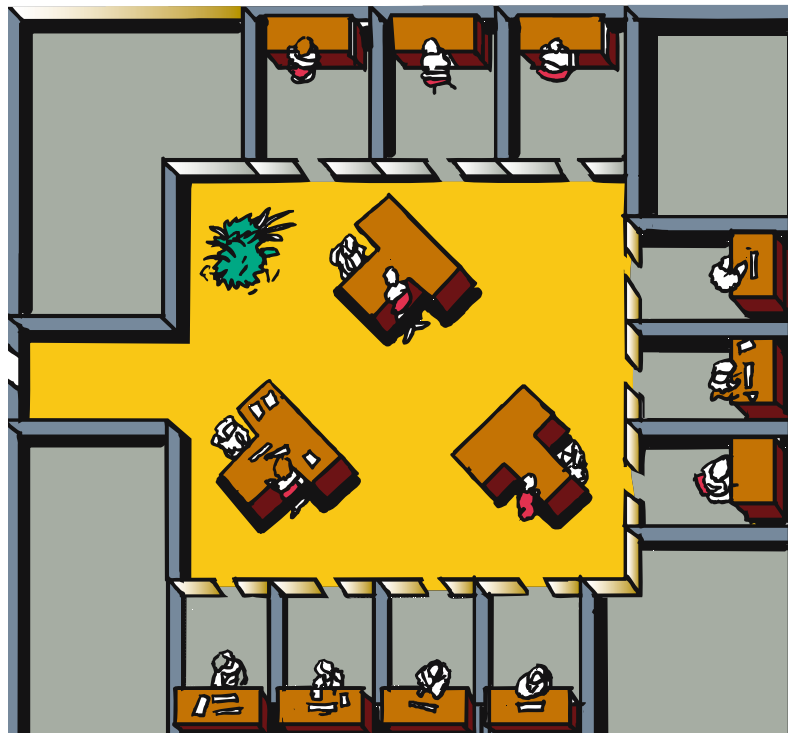


Figure 13: les bureaux combinés mélangent les structures des petits bureaux et des bureaux paysagers.

5.2 Musique aux postes de travail

Certaines personnes aiment travailler avec un fond musical, car cela crée une ambiance de travail agréable (pour ces personnes ainsi que leurs visiteurs) et forme une barrière acoustique protégeant des perturbations induites par les bruits extérieurs et les conversations.

Des concepteurs de programmes musicaux spéciaux promettent une ambiance de travail agréable et une augmentation de la productivité. La musique serait une aide efficace pour l'exécution d'activités ennuyeuses et routinières et pour lutter contre la fatigue.

De nombreux chefs d'entreprise soutiennent l'aspiration de leur personnel à travailler dans une ambiance agréable, d'autant plus lorsque cela améliore la productivité. Ils se posent aussi certaines questions: la musique ne va-t-elle pas gêner? Ou nuire à la concentration? La musique ne détourne-t-elle pas l'attention et donc ne nuit-elle pas à la qualité du travail?

Dans la pratique, on utilise fréquemment un fond musical composé par des entreprises spécialisées. Il s'agit d'un mélange de morceaux musicaux légers, de classiques, etc. uniquement instrumentaux. Certains instruments sont utilisés dans un ordre précis et

les morceaux semblent de pas avoir de fin ou de début et s'enchaîner sans rupture. Les sons très aigus et très graves sont enlevés et les variations d'intensité sonore sont limitées au minimum. **La musique servant de bruit de fond doit être très discrète et être perçue sans y faire attention.**

La musique est-elle recommandée aux postes de travail?

Toute activité s'accompagne de sollicitations et d'exigences physiques et psychologiques différentes. Selon sa nature, elle déclenche des réactions physiques et psychiques diverses et sollicite des parties du cerveau et du corps distinctes. Les tâches très simples, monotones et peu exigeantes sur le plan de la réflexion, de la concentration et de l'initiative sont peu voire pas du tout stimulantes. On se sent fatigué, pas très concentré et peu productif. A l'inverse, des tâches intellectuelles demandant beaucoup de concentration et de réflexion sont énergisantes: on se sent éveillé, attentif et en forme.

Les stimuli auditifs (par exemple la musique) dynamisent. Ainsi, la musique peut accroître la concentration, l'attention et la productivité lors d'activités monotones. En revanche, elle est inutile lors d'activités stimulantes par nature, voire même contre-productive lorsque la personne concernée transfère son attention sur la musique plutôt que sur la tâche à effectuer. **Lors de tâches très exigeantes sur le plan intellectuel, la musique est plutôt perçue comme une gêne et nuit à la productivité. En revanche, elle est stimulante lors de tâches routinières.**

Lors de l'installation d'un système de sonorisation, il faut en tenir compte pour la détermination du niveau d'évaluation aux postes de travail. Cela signifie que l'intensité sonore doit être réglée de sorte à respecter la valeur limite indicative aux postes de travail correspondante (50, 65 ou 85 dB(A), voir tableau 2 au point 4.5.1).

5.3 Utilisation de lecteurs de musique portatifs

L'utilisation de lecteurs de musique portatifs (lecteur de CD, MP3, etc.) avec un casque d'écoute ou des écouteurs s'est fortement développée ces dernières années. De nombreuses entreprises se demandent si elles doivent interdire ou autoriser ces appareils au travail.

Quels sont les risques liés à l'utilisation de lecteurs de musique portatifs?

- La musique écoutée au moyen d'écouteurs peut empêcher d'entendre des sons, des signaux ou appels importants pour la sécurité.
- Pour être audible, elle doit être réglée à un niveau au moins égal au niveau sonore du bruit de fond tel qu'il est perçu par l'oreille (le cas échéant amoindri par les protecteurs d'ouïe; les écouteurs ou les casques d'écoute ordinaires sont toutefois inefficaces en matière d'isolation acoustique). Il peut en résulter des expositions au bruit pouvant s'avérer dangereuses sur le long terme (niveau de pression acoustique continu supérieur à 85 dB(A)).

Exigences en matière de sécurité au travail

Il existe deux exigences en matière de sécurité au travail concernant la musique:

- la musique ne doit pas mettre en danger les personnes utilisant des lecteurs de musique portatifs et les tiers (p. ex. conducteurs);
- la musique s'ajoutant au bruit de fond ne doit pas être dangereuse pour l'ouïe. L'intensité sonore des écouteurs ne devrait pas dépasser 80 dB(A) et jamais atteindre 85 dB(A).

5.4 Evaluation de l'exposition sonore aux postes de travail informatisés

Les valeurs indicatives selon les activités figurant dans le Commentaire de l'Ordonnance 3 relative à la Loi sur le travail (voir tableau 2 au point 4.5.1) ont montré leurs limites dans la pratique en matière d'exposition au bruit aux postes de travail informatisés. Certes, le respect de ces valeurs garantit la sécurité au travail et la protection de la santé du personnel, mais aucune ambiance acoustique de travail optimale. Les brochures Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse n° 123 et 124 de la Deutsche Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (organisation fédérale allemande pour la protection au travail et de médecine du travail) proposent trois critères pour évaluer l'exposition sonore aux postes informatisés. Il est nécessaire de connaître au préalable les exigences applicables à ces postes avant de pouvoir évaluer l'exposition au bruit ou y planifier des conditions acoustiques optimales.

Lors de l'exécution de tâches exigeant de la concentration à un poste informatisé, les bruits non produits directement par la personne occupant ce poste sont jugés gênants. Ne font partie des bruits produits directement que la voix de cette personne et de ses interlocuteurs, le bruit du clavier de cette personne et les signaux acoustiques (p. ex. sonnerie du téléphone). Avec des niveaux sonores similaires, un bruit dont la source semble uniforme et non identifiable apparaît moins gênant qu'un bruit semblant appartenir au bruit de fond d'une source en raison de sa pondération temporelle, de son spectre de fréquence ou de l'intervalle du signal. La possibilité d'identifier un bruit et donc la gêne qui en résulte est particulièrement importante dans le cas

de conversations, même compréhensibles qu'en partie.

Critères pour l'évaluation de l'exposition au bruit aux postes de travail informatisés

■ Critère 1

Le niveau sonore provenant d'une source sonore unique et identifiable ne devrait pas dépasser le niveau sonore provenant de toutes les autres sources de plus de **4 dB(A)**. Dans le cas contraire, les conditions acoustiques du poste de travail sont jugées «défavorables».

■ Critère 2

Les conversations venant d'autres secteurs de travail et de l'extérieur ne devraient pas être compréhensibles. Pour ce faire, le niveau sonore des bruits de conversation venant de l'extérieur doit être inférieur au minimum de **5 dB(A)** au bruit de fond dans les bureaux individuels et au minimum de **3 dB(A)** dans les bureaux partagés par plusieurs personnes. Dans le cas contraire, les conditions acoustiques du poste de travail sont jugées «défavorables».

■ Critère 3

Le niveau sonore de l'ensemble de toutes les sources sonores doit être réduit au minimum lorsque la personne concernée ne travaille pas. La conclusion de l'évaluation figure dans le tableau 4 ci-après.

Evaluation de l'exposition au bruit au poste de travail	Conditions acoustiques du poste de travail
jusqu'à 30 dB(A)	optimales
entre 30 dB(A) et 40 dB(A)	très bonnes
entre 40 dB(A) et 45 dB(A)	bonnes
entre 45 dB(A) et 50 dB(A)	acceptables dans l'industrie
entre 50 dB(A) et 55 dB(A)	défavorables, mais encore autorisées
plus de 55 dB(A)	exposition au bruit trop élevée

Tableau 4: évaluation de l'exposition au bruit aux postes de travail informatisés.

Ces trois critères s'appliquent à tous les postes de travail informatisés dans des bureaux, qu'ils soient paysagers, partagés, individuels ou combinés. Lorsque les critères 1 à 3 conduisent à une estimation différente, c'est la moins bonne qui prime pour évaluer le poste de travail.

Dans les bureaux individuels sans grande exposition aux bruits de l'extérieur, un niveau sonore avoisinant 30 dB(A) est normal. Dans les bureaux partagés ou paysagers, le niveau sonore est, selon l'aménagement et le mobilier, jugé bon entre 40 et 45 dB(A) et acceptable entre 45 et 50 dB(A).

Exemples

Dans un bureau individuel avec un niveau sonore inférieur à 30 dB(A), l'utilisation d'un ordinateur placé sur une table peut par exemple faire monter ce niveau à 40 dB(A) s'il marche au ralenti et à 46 dB(A) lors de l'accès au disque dur. Bien que d'après le critère 3, ce bureau propose de bonnes conditions acoustiques, ces conditions sont défavorables en raison du critère 1. En effet, le bruit d'un ordinateur est particulièrement gênant lorsqu'il entraîne une augmentation du bruit de fond existant de 10 dB.

Dans un bureau paysager avec un niveau sonore entre 45 et 55 dB(A), le bruit de fond général est réduit grâce à l'installation de plafonds et de revêtements de sols absorbant les sons et à la réduction des bruits induits par la ventilation de 5 à 10 dB(A). Selon uniquement le critère 3, les conditions acoustiques du bureau sont bonnes. Il convient toujours de vérifier si cette évaluation reste pertinente avec les critères 1 et 2. Si les conversations de personnes d'autres secteurs de travail demeurent compréhensibles en raison du bruit de fond assez faible obtenu, les conditions acoustiques de ce bureau sont défavorables en raison du critère 2. Dans ce cas, il est nécessaire de prendre d'autres mesures de réduction du bruit.

En principe, le tableau 2 ne contient aucune valeur limite fixe, mais uniquement des indications pour l'évaluation. Dans la pratique, il convient donc de toujours vérifier si des mesures supplémentaires de correction acoustique permettent une meilleure évaluation. Dans les centres d'appels téléphoniques avec de nombreuses personnes travaillant très près les uns des autres, le niveau sonore gêne certainement davantage que dans un bureau paysager où la surface de travail par personne est nettement plus grande.

6 Effets du bruit

6.1 Bruit et santé

Un environnement bruyant a un effet négatif sur l'attention, le temps de réaction et les capacités intellectuelles. Le corps humain réagit de façon défensive face au bruit: il consomme davantage d'énergie et le rythme cardiaque augmente. Des hormones de stress sont produites, ce qui affaiblit le système immunitaire. Des études récentes soulignent l'augmentation du risque d'infarctus par le bruit. **Se protéger du bruit permet d'être en meilleure santé et de travailler plus efficacement.**

Les périodes de récupération importantes pour la santé ont lieu pendant le sommeil nocturne, durant la journée au cours des pauses et des interruptions du rythme de travail ainsi que pendant les loisirs.

Lorsque le bruit stimule le système nerveux végétatif pendant les heures de travail, les loisirs, la nuit et trouble le sommeil, l'équilibre entre efforts et récupération est affecté. Le bruit devient un facteur de fatigue chronique avec de nombreuses conséquences négatives: inconfort, baisse de rendement et augmentation du risque de tomber malade.

Les effets du bruit sur l'être humain sont très divers (voir figure 14) et peuvent être amplifiés en se combinant à d'autres effets. Ils se classent dans deux grandes catégories:

- effets sur l'audition (effets auditifs), p. ex. lésions auditives dues au bruit;
- effets sur l'ensemble de l'organisme (effets extra-auditifs), influences sur les organes et les systèmes d'organes.

En matière de médecine du travail, il est essentiel de distinguer les expositions sonores dangereuses pour l'ouïe des nuisances sonores (dont certaines sont difficiles à évaluer objectivement), appelées **effets extra-auditifs**. Ces derniers touchent le système nerveux central (troubles du sommeil, etc.), le psychisme (rendement, concentration, irritabilité, agressivité, etc.) et le système végétatif

(tension, circulation, rythme cardiaque, troubles de la digestion, métabolisme, stress, etc.).

Selon la définition de l'Organisation mondiale de la santé, la santé est un état de bien-être physique, psychique et social.

Sur la base de cette définition, les atteintes à la santé dues au bruit ne se limitent pas aux lésions auditives mais comprennent aussi les troubles du sommeil et de récupération et les gênes répétitives induites par des nuisances sonores intolérables.

Lors de l'évaluation des atteintes à la santé, le bruit ne constitue qu'un facteur parmi d'autres. Il est donc nécessaire de vérifier les causes favorisant et/ou entraînant l'apparition de maladies. Le bruit est un facteur **essentiel** dans certains cas, **secondaire** voire mineur dans d'autres cas. Le plus souvent, le bruit est cependant un facteur de risque, aussi important que le sont par exemple l'alimentation incorrecte ou le tabagisme, dans l'apparition de maladies.

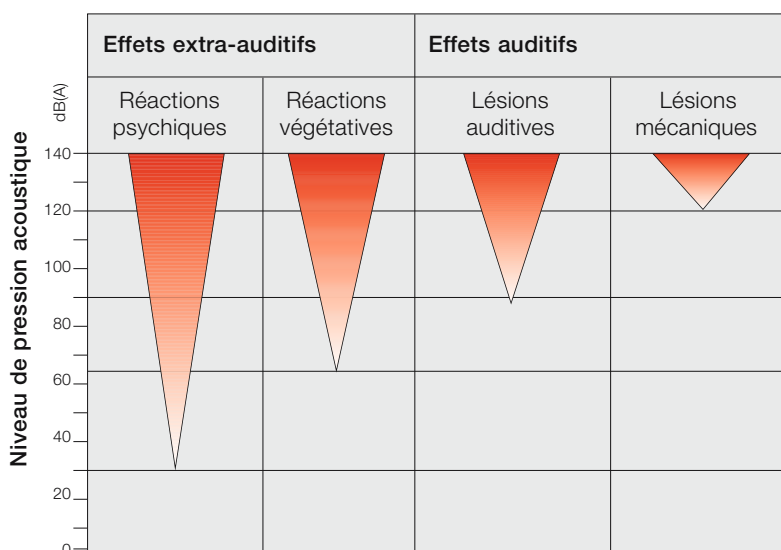


Figure 14: effets auditifs et extra-auditifs.

6.2 Effets du bruit sur la santé

6.2.1 Troubles du sommeil

Les troubles du sommeil sont une conséquence fréquente du bruit. Durant le sommeil, le cerveau humain analyse les impressions et les émotions récentes tout en surveillant le milieu ambiant (l'oreille, en tant qu'organe d'alerte type, reste en éveil aussi pendant le sommeil). Le bruit est donc aussi analysé la nuit, ce qui influence la qualité du sommeil. Le réveil n'est pas dû à un niveau sonore particulier mais aux informations transmises par le bruit. Ce fait est facile à vérifier : à des niveaux sonores similaires, le sommeil est moins troublé quand on dort près d'une voie ferrée qu'à proximité d'une grande avenue, alors qu'on enregistre des niveaux sonores maximaux supérieurs le long d'une voie ferrée. Il est également plus facile de se rendormir. Il faut souligner qu'aucune personne endormie ne peut s'habituer complètement au bruit. Les troubles du sommeil ne rendent pas seulement nerveux et irritable à la longue. **Un sommeil plus court ou interrompu fréquemment est aussi moins récupérateur, rend moins performant et diminue le bien-être**, ce qui se constate dès le lever. On peut donc en déduire, même si cela est difficile à prouver, que les troubles du sommeil sont mauvais pour la santé. Les exigences minimales en matière de bruit dans une chambre à coucher sont de 35 dB(A) le jour et de 30 dB(A) la nuit. De nombreuses études portant sur les effets du bruit sur la qualité et la durée du sommeil ont montré qu'un environnement bruyant pouvait notamment entraîner :

- un raccourcissement important de la durée totale du sommeil,
- une diminution du sommeil profond,
- un allongement du temps de veille et des phases du sommeil léger,
- une augmentation des réveils,
- un allongement du temps d'endormissement.

6.2.2 Effets sur le système végétatif

Des études physiologiques ont montré que l'exposition au bruit pouvait notamment entraîner :

- une augmentation de la tension artérielle,
- une accélération du rythme cardiaque,
- un rétrécissement des vaisseaux sanguins,
- une augmentation du métabolisme,
- des troubles de la digestion,
- une augmentation des contractions musculaires,
- la dilatation des pupilles,
- du stress.

Tous ces effets sont des signaux d'alerte de l'organisme déclenchés par une augmentation de l'état d'excitation du système nerveux végétatif. Ils apparaissent dès un niveau acoustique d'évaluation **inférieur à 85 dB(A)** comme processus de régulation de l'équilibre physiologique humain. Il est très difficile de diagnostiquer les conséquences sur le système nerveux végétatif (facteurs trop nombreux et pas assez strictement quantifiables). Il est donc primordial de prendre des mesures de prévention.

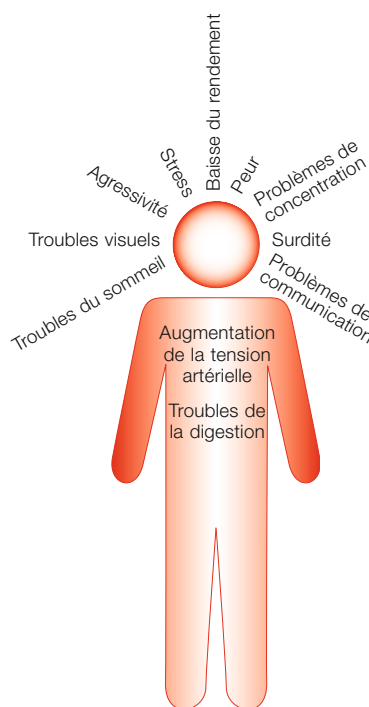


Figure 15: effets du bruit sur l'être humain.

6.3 Effets sociaux du bruit

6.3.1 Problèmes de communication

Les problèmes de compréhension rencontrés lors de conversations directes ou téléphoniques proviennent essentiellement du masquage des sons de la voix par un bruit de fond, c'est-à-dire qu'ils ne ressortent que partiellement du bruit de fond et sont donc difficiles à comprendre. Dans ce cas, les personnes en train de parler élèvent la voix et on leur demande souvent de répéter ce qui vient d'être dit. Lorsque cela n'est pas possible (par exemple information fournie par la télévision ou la radio), l'information est perdue. On classe ces effets parmi les **problèmes de communication**.

Les principaux supports acoustiques de la parole sont les voyelles. Moins d'un son sur deux articulé est vraiment entendu distinctement par des tiers. **La qualité de l'écoute et de la compréhension de messages verbaux dépend fortement des capacités du cerveau à compléter logiquement les sons mal entendus.** Il s'agit le plus fréquemment de compléter logiquement des phrases, un peu moins souvent des mots isolés et encore plus rarement des syllabes dénuées de sens.

Effort vocal	$L_{S,A1m}$
parler très fort	78
parler fort	72
parler avec animation	66
parler normalement	60
parler de manière détendue	54

Tableau 5: niveau moyen de pression acoustique L_{eq} à 1 m de distance selon la manière de parler (volume) [selon Lazarus].

Au quotidien, la voix humaine se mélange souvent à d'autres bruits, ce qui gêne sa compréhension. Distinguer les sons humains parmi le bruit ambiant ne suffit pas. La compréhension de messages verbaux dépend:

- du niveau sonore de la voix (voir tableau 5);
- de la distance entre la personne qui parle et celle qui l'écoute;
- du contact visuel entre ces personnes;
- de l'efficacité des signaux verbaux (clarté de la prononciation, manière de parler (volume), vitesse);
- composante spectrale et niveau sonore du bruit parasite, caractéristiques acoustiques du lieu;
- capacité auditive des personnes écoutant;
- familiarité des personnes écoutant avec le contenu linguistique de la conversation (langue maternelle, langue étrangère);
- capacité des personnes écoutant à compléter logiquement les éléments linguistiques mal compris.

Lors de l'utilisation d'un système de transmission électroacoustique, certains paramètres acoustiques (tels que l'amplification, la courbe de réponse, le bruit parasite et la distorsion) influencent aussi la qualité de la communication.

6.3.2 Compréhension verbale et perception des signaux acoustiques

Un niveau sonore élevé peut perturber voire rendre impossible toute communication verbale (conversations, consignes, avertissements), comme le montre la figure 16.

Un niveau sonore élevé peut avoir les conséquences suivantes:

- lorsque les bruits d'une machine sont masqués par d'autres bruits, ils ne sont pas audibles par l'opérateur;
- les bruits avertissant d'un danger (par exemple bruit de véhicule) ne sont pas perçus à temps;
- il faut utiliser des systèmes d'alerte spécifiques pour que les signaux acoustiques d'alerte soient perçus même dans un milieu bruyant.

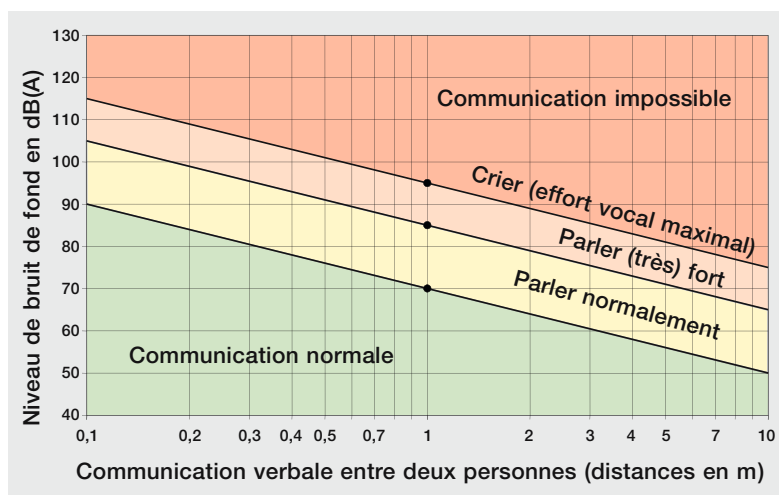


Figure 16: compréhension verbale dans un environnement bruyant.

Lorsque la communication verbale est perturbée par le bruit ou des capacités auditives amoindries des personnes écoutant, la personne qui parle a tendance à modifier sa façon de parler: prononciation plus soignée, allongement des syllabes et ralentissement du débit. Elle **élève automatiquement la voix**, pour pouvoir aussi mieux s'entendre. Les limites de ces mesures sont physiques (portée de la voix) et sociales, puisque le rapprochement de la personne qui parle et sa façon de parler minimaliste peuvent déconcerter les personnes qui l'écoutent. De telles communications se limitent au strict minimum. De nombreux psychologues du travail constatent que la **capacité à communiquer** des personnes travaillant pendant des années à des postes bruyants est réduite. Il s'agit pourtant d'une des capacités principales de l'être humain.

6.3.3 Rendement

Etre exposé au bruit modifie peu les capacités physiques. En revanche, il est plus difficile de penser et de réfléchir dans un environnement bruyant. Pour pouvoir mieux comprendre l'effet du bruit sur les capacités intellectuelles, il est nécessaire de se remémorer le fonctionnement de base du cerveau pour traiter les impressions extérieures. Les signaux provenant des organes sensoriels (l'ouïe ou la vue, par exemple) sont analysés dans des parties distinctes du cerveau. Une grande partie du cortex n'est pas affectée à des organes sensoriels particuliers, mais peut remplir des tâches très diverses. Lorsqu'un son est produit, le cerveau tente de décoder les signaux

entrant et de les traiter. Cela nécessite de mobiliser une grande partie du cerveau, partie indisponible pour d'autres tâches. Les bruits informatifs (bribes de paroles, par exemple) mobilisent notamment beaucoup de zones cérébrales.

Le rendement ne diminue pas dès l'apparition du bruit, car suffisamment de zones cérébrales restent disponibles. En outre, les personnes concernées s'efforcent de se concentrer uniquement sur l'essentiel. L'effort psychique que cela demande est très élevé. **Le bruit peut être épuisant.** C'est pourquoi, il n'est pas rare que les personnes exposées au bruit n'effectuent que le travail urgent et attendent d'être au calme pour faire ce qui reste.

On peut résumer les effets négatifs du bruit sur le rendement comme suit:

- perturbation de l'exécution des tâches complexes, demandant de l'adresse et/ou le traitement d'informations;
- ralentissement du processus d'apprentissage de certains savoir-faire;
- diminution des facultés intellectuelles en raison d'un bruit fort, discontinu ou inattendu (diverses études l'attestent).



Figure 17: le bruit peut être épuisant.

7 Vivre avec le bruit

Ces derniers temps, la recherche sur les effets du bruit s'est intéressée à certaines théories de la psychologie relatives au stress et à sa maîtrise. Selon ces théories, le stress apparaît lorsqu'un individu s'aperçoit qu'il n'est pas en mesure de réagir de façon appropriée à une menace ou à un défi. En matière de bruit, cela signifie que connaître des moyens de lutte contre le bruit ou au contraire n'en connaître aucun influe fortement sur les effets des nuisances sonores. Une situation bruyante a donc des effets sur le long et court terme très divers selon que les personnes concernées ont ou non l'impression de pouvoir agir sur le bruit. Certes, au quotidien, peu de personnes concernées partent du principe que les individus bruyants, les autorités ou même elles-mêmes peuvent faire quelque chose contre le bruit à sa source. Il existe pourtant de grandes différences dans la façon d'évaluer par ces personnes leur marge de manœuvre pour réduire les effets du bruit sur elles. Certaines pensent contrer le bruit en fermant les fenêtres, en se retirant dans une pièce moins bruyante, en se bouchant les oreilles, en faisant «abstraction» du bruit ou en positivant leur expérience. D'autres, par contre, trouvent ces efforts inutiles.

D'aucuns craignent aussi de devenir irritables, voire agressifs, à cause du bruit, ce qui atteste une surcharge émotionnelle difficilement contrôlable. Ils constatent qu'ils sont excités, perturbés et gênés par le bruit. Ils sont exaspérés par ce bruit auquel ils sont exposés et qu'ils ne peuvent maîtriser.

Lors de la prise de mesures de lutte contre le bruit, il est très important de tenir compte du fait que **tant que les personnes exposées à des nuisances sonores au travail ont l'impression que leur entreprise s'efforce de réduire les immissions sonores, elles sont moins sensibles au bruit que les personnes se sentant sans défense face au bruit, car elles espèrent une amélioration.** Des discussions entre les personnes faisant du bruit et les personnes qui y sont exposées

permettent d'améliorer le climat de travail. Parfois, faire preuve de bonne volonté (s'engager à faire moins de bruit) a davantage d'effets qu'une réduction du niveau sonore de quelques décibels.

Il est à noter qu'une disparition totale du bruit n'est pas souhaitable, car le silence absolu peut s'avérer pesant.

8 Conclusions

Les sons sont sources d'informations ainsi que d'émotions. Cependant, quand ils ont une intensité, un rythme, une fréquence ou une signification qui surmène(nt) la capacité ou l'aptitude d'une personne à les traiter, des modifications de l'état psychique et physique, dangereuses pour la santé, apparaissent. L'effet principal des nuisances sonores sur l'être humain est l'augmentation de son excitation et donc une diminution de sa capacité à se détendre: cette excitation prolongée perturbe et finit par entraîner une tension continue et une fatigue psychique même avec des moments de repos assez longs.

Le bruit est tout d'abord un **problème d'hygiène**, à savoir ici être et rester en bonne santé et prévenir les troubles de la santé et les maladies de toute nature.

La limite entre bruit gênant et bruit dangereux pour l'ouïe varie, car les effets du bruit ne cessent d'augmenter avec une exposition plus importante et différent d'un individu à l'autre. Comme points de référence pour l'apparition d'effets nocifs pour la santé, il existe les valeurs suivantes (voir tableau 6):

Niveaux de pression acoustique	Effets du bruit
75 dB(A)	Effets sur le système végétatif et l'état psychique
60 dB(A)	Valeur seuil du réveil
55 dB(A)	Problèmes de communication
40 dB(A)	Modifications de la qualité du sommeil

Tableau 6: effets du bruit en fonction de certains niveaux de pression acoustique.

Un bruit n'est perçu comme une nuisance sonore qu'après avoir été **évalué et estimé** ainsi par la personne concernée. Il est donc important, outre des grandeurs objectives, de tenir compte d'éléments subjectifs relatifs à la perception individuelle. L'évaluation d'une nuisance sonore nécessite donc une **prise en compte de l'ensemble de la situation**. Il faut éviter de collecter une grande quantité de mesures et de négliger le facteur humain.

Recourir au niveau de pression acoustique pondéré A, à l'utilisation facile, présente de nombreux avantages pour évaluer un niveau sonore. Le résultat obtenu ne reflète cependant qu'une partie de la situation.

Le Commentaire de l'Ordonnance 3 relative à la Loi sur le travail (hygiène) contient des **valeurs indicatives pour l'exposition au bruit** en dB(A), définies en fonction du niveau d'exigence des activités exposant au bruit. Elles devraient permettre de réduire les expositions et les atteintes à la santé induites par le bruit à un niveau raisonnable. Grâce à ces valeurs, les organes d'exécution disposent d'un outil d'évaluation objectif des plaintes et d'action pour exiger d'éventuelles mesures techniques. Les valeurs indicatives aident à limiter le bruit au travail, sans toutefois l'exclure totalement. Décisive en la matière reste l'appréciation individuelle des personnes concernées. Lorsqu'on est gêné par le bruit, que ce soit à 30 ou 70 dB(A), cela agit négativement sur le plan psychologique. La personne concernée se sent obligée de réagir (par exemple en essayant de lutter contre le bruit, en modifiant son attitude vis-à-vis du bruit). Il existe des valeurs limites du bruit permettant de résoudre les problèmes d'une majorité de personnes, selon le niveau d'exposition, mais rarement dans tous les cas.

Le bruit rend moins efficace, qu'il soit émis par des appareils ou des collègues de travail. Appliquer des mesures de réduction du bruit ou aménager les postes de travail de sorte à éviter tout bruit gênant des autres postes de travail, sont un excellent moyen d'accroître la productivité.

9 Bibliographie

■ Bibliographie générale

Akustik und das moderne Büro
Ecophon AB 1998

Klangalltag - Alltagsklang
Alexander M. Lorenz 2000

Bruit dangereux pour l'ouïe aux postes de travail, publication Suva, réf. 44057.f

La protection individuelle de l'ouïe, publication Suva, réf. 66096.f

Lutte contre le bruit dans l'industrie. Un aperçu pour les professionnels, publication Suva, réf. 66076.f

Des enceintes pour lutter contre le bruit, publication Suva, réf. 66026.f

Valeurs acoustiques limites et indicatives, publication Suva, réf. 86048.f

Acoustique des locaux industriels. Informations pour projeteurs, architectes et ingénieurs, publication Suva, réf. 66008.f

■ Législation, directives et normes

LPE

Loi fédérale sur la protection de l'environnement du 7 octobre 1983, état au 23 août 2005

OPB

Ordonnance sur la protection contre le bruit du 15 décembre 1986, état au 5 octobre 2004

LAA

Loi fédérale sur l'assurance-accidents du 20 mars 1981, état au 6 décembre 2005

OPA

Ordonnance sur la prévention des accidents et des maladies professionnelles du 19 décembre 1984, état au 24 décembre 2004

LTr

Loi fédérale sur le travail dans l'industrie, l'artisanat et le commerce (Loi sur le travail) du 13 mars 1964, état au 13 août 2002

OLT 3

Ordonnance 3 relative à la Loi sur le travail du 18 août 1993 (hygiène), état au 1^{er} février 2000

OLT 4

Ordonnance 4 relative à la Loi sur le travail du 18 août 1993 (construction et aménagement des entreprises soumises à la procédure d'approbation des plans), état au 4 juin 2002

«Recommandation relative à l'acoustique des salles de classe et autres locaux destinés à la parole» de la Société suisse d'acoustique (SSA), état au 11 mars 2004

2006/42/CE

Directive européenne «Machines»

DIN 45631, Ausgabe: 1991-03

Berechnung des Lautstärkepegels und der Lautheit aus dem Geräuschspektrum; Verfahren nach E. Zwicker

EN ISO 7779, novembre 2001-07

Acoustique – Mesurage du bruit aérien émis par les équipements liés aux technologies de l'information et aux télécommunications

DIN 45645-1, Ausgabe: 1996-07

Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen – Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft

DIN 45645-2, Ausgabe: 1997-07

Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen – Teil 2: Geräuschimmissionen am Arbeitsplatz

DIN 45680, Ausgabe: 1997-03

Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft

DIN 45680 Beiblatt 1, Ausgabe: 1997-03
Messung und Bewertung tieffrequenter
Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft –
Hinweise zur Beurteilung bei gewerblichen
Anlagen

■ Effets du bruit

EN ISO 11690-1, janvier 1997
Acoustique - Pratique recommandée pour la
conception de lieux de travail à bruit réduit
contenant des machines – Partie 1: stratégies
de réduction du bruit

EN ISO 11690-2, janvier 1997
Acoustique – Pratique recommandée pour la
conception de lieux de travail à bruit réduit
contenant des machines – Partie 2: moyens
de réduction du bruit

EN ISO 11690-3, juin 1999
Acoustique – Pratique recommandée pour la
conception de locaux de travail à bruit réduit
contenant des machines – Partie 3: propaga-
tion du son et prévision du bruit dans les
locaux de travail.

EN 29295, février 1992
Acoustique – Mesurage du bruit à haute
fréquence émis par les matériels informatiques
et de bureau

SIA 181
Protection contre le bruit dans le bâtiment
2006

ISO 532, juillet 1975
Acoustique. Méthode de calcul du niveau
d'isophonie

EN ISO 9921, octobre 2003
Ergonomie – Evaluation de la communication
parlée

Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 123
Bildschirmarbeit – Lärminderung in kleinen
Büros

Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 124
Bildschirmarbeit – Lärminderung in
Mehrpersonenbüros

Annexe 1

Grandeurs acoustiques et unités de mesure

Symboles	Grandeurs	Unités
L, L_p	Niveau de pression acoustique	dB
L_{AF}	Niveau de pression acoustique pondéré A avec constante de temps Fast	dB
L_{eq}	Niveau de pression acoustique continu équivalent	dB
L_{EX}	Niveau d'exposition au bruit	dB
L_{peak}	Niveau de pression acoustique de crête	dB
L_{max}	Niveau de pression acoustique maximal	dB
L_r	Niveau d'évaluation	dB
f	Fréquence	Hz
T_r	Durée d'évaluation	h
N	Sonie	sone
N'	Sonie spécifique	sone
N_G	Sonie calculée	sone
N_{GD}	Sonie calculée dans champ diffus	sone
N_{GF}	Sonie calculée dans champ libre	sone
L_N	Niveau d'isosonie	phone
L_{NG}	Niveau d'isosonie calculé	phone
L_{NGD}	Niveau d'isosonie calculé dans champ diffus	phone
L_{NGF}	Niveau d'isosonie calculé dans champ libre	phone
f_g	Fréquence limite	Hz
R	Rugosité	asper
S	Acuité	acum
F	Intensité de variation	vacil
AdT	Composantes tonales	%
z	Tonie (groupe de fréquences)	Bark

