

S 31-600-1

# NORME FRANCAISE NF 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

E : acoustics - recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery - part 1 : noise control strategies

D : Akustik - Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten - Teil 1 : Allgemeine Grundlagen

**Norme française homologuée** par décision du Directeur Général de l'AFNOR le 20 décembre 1996 pour prendre effet le 20 janvier 1997.

**correspondance** La norme européenne EN ISO 11690-1:1996 a le statut d'une norme française. Elle reproduit intégralement la norme internationale ISO 11690-1:1996.

**Le présent document donne les stratégies à utiliser pour traiter les problèmes de bruit au niveau des lieux de travail existants et planifiés. Il inclut les stratégies à adopter à l'achat d'une nouvelle machine ou d'un nouvel équipement.**

**descripteurs Thésaurus International Technique** : acoustique, machine, bruit acoustique, bruit de machine, diminution du bruit, poste de travail, conception, conditions générales.

© AFNOR 1997

Membres de la commission de normalisation

Président : M JACQUES

Secrétariat : MME POTTEVIN - AFNOR

M ADOBES EDF-DER

MME ARNAUD SMAC ACIEROID SA

M ASSELINEAU ASSOCIES

MME AULETTA

- M CORLAY CETIM
- DECHY ANDRE BOET SA
- DELFOSSE CRAMIF
- FLEURY ACOUSTIQUE ET SERVICES

MLLE GALZIN AFNOR

- M GAMBA GAMBAETASSOCIES
- GUIGNOUARD BUREAU D'ETUDES LASA
- HERNOT LANGLOIS SOBRETI SA
- JACQUES INRS
- JAYAT CRAM NORD PICARDIE
- LATOUCHE THERMIBEL
- LE PAGE EUROGIP
- LECOCQ CIAL
- LOUIT MINISTERE DU TRAVAIL - DRT

MME LUBINEAU UNM

- M MAJUREL CRAM
- MONDOT ACOUPHEN SA
- NEUBERT CABINET NEUBERT
- RUTMAN BNTP
- SALZMANN KRIEG ET ZIVY INDUSTRIES
- ZULIANI BUREAU VERITAS

## Sommaire

Avant-propos national

Avant-propos

avant-propos

introduction

1 domaine d'application

2 références normatives

3 définitions

3.1 descripteurs généraux du bruit

3.1.1 niveau de pression acoustique

3.1.2 niveau de pression acoustique temporel moyen

3.1.3 poste de travail

3.2 descripteurs de l'émission sonore

3.2.1 émission sonore

3.2.2 niveau de puissance acoustique

3.2.3 niveau de pression acoustique d'émission

3.2.4 niveau de pression acoustique surfacique

3.2.5 valeur mesurée d'émission sonore

3.2.6 déclaration de l'émission sonore

3.2.7 incertitude

3.2.8 valeur d'émission sonore déclarée combinée

3.2.9 valeur d'émission sonore déclarée dissociée

3.3 bruit ambiant et exposition au bruit

3.3.1 bruit ambiant à un poste de travail

3.3.2 exposition d'une personne au bruit

3.3.3 descripteurs du bruit ambiant et de l'exposition au bruit

3.4 réduction du bruit

3.4.1 indice d'affaiblissement acoustique

3.4.2 coefficient d'absorption acoustique

3.4.3 surface d'absorption équivalente

3.4.4 perte d'insertion

3.4.5 réduction du niveau de pression acoustique au poste de travail

3.4.6 son direct

3.4.7 son réfléchi

3.4.8 conditions de champ diffus

3.4.9 conditions de champ non diffus

3.4.10 durée de réverbération

3.4.11 courbe de décroissance sonore spatiale

3.4.12 taux de décroissance spatiale du niveau de pression acoustique par doublement de la distance

3.4.13 amplification du niveau de pression acoustique

4 concepts de base relatifs à la réduction du bruit

4.1 stratégie de base en matière de réduction du bruit

4.2 concept de réduction du bruit

5 évaluation de la situation sur le plan du bruit

5.1 grandeurs décrivant l'émission sonore, le bruit ambiant et l'exposition sonore

5.1.1 grandeurs d'émission sonore [voir 3.2 et figure 1a) ]

5.1.2 grandeurs décrivant le bruit ambiant et l'exposition sonore [voir 3.3 , figures 1b), 1c) et 2]

5.2 description de la situation sur le plan du bruit

- 5.3 utilisation de fiches d'information sur le bruit et de cartes de bruit
- 6 parties concernées
- 7 comment aborder les problèmes de bruit sur les lieux de travail
  - 7.1 objectifs de la réduction du bruit
  - 7.2 principes de planification de la réduction du bruit sur les lieux de travail en projet ou existants
    - 7.2.1 généralités
    - 7.2.2 stade préliminaire de planification et de conception
    - 7.2.3 stade de planification et de conception
    - 7.2.4 stade de la mise en oeuvre
    - 7.2.5 stade de l'évaluation et de l'acceptation
  - 7.3 traitement des problèmes de bruit existants
- 8 que faire avant d'acheter une nouvelle machine
  - 8.1 questions que doit se poser un acheteur potentiel
  - 8.2 quelles informations demander aux fournisseurs potentiels
  - 8.3 valeurs déclarées et valeurs complémentaires d'émission sonore
  - 8.4 signification et utilisation des valeurs d'émission sonore
  - 8.5 exigences concernant les niveaux sonores ambiants
  - 8.6 vérification des niveaux d'émission sonore déclarés et/ou de bruit ambiant
  - 8.7 développements
- 9 la prévision du bruit en tant qu'outil de conception
- 10 programme à long terme de réduction du bruit
- Annexe A (informative) bibliographie
- Annexe ZA (normative) références normatives aux publications internationales avec leurs publications européennes correspondantes

## Avant-propos national

### Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article « Références normatives » et les normes françaises identiques est la suivante :

- ISO 3741 : NF EN 23741 (indice de classement : S 31-022)
- ISO 3742 : NF EN 23742 (indice de classement : S 31-023)
- ISO 3743-1 : NF EN ISO 3743-1 (indice de classement : S 31-024-1)
- ISO 3743-2 : NF EN ISO 3743-2 (indice de classement : S 31-024-2)
- ISO 3744 : NF EN ISO 3744 (indice de classement : S 31-025)
- ISO 4871 : NF EN ISO 4871 (indice de classement : S 31-075)
- ISO 9614-1 : NF EN ISO 9614-1 (indice de classement : S 31-100-1)
- ISO 9614-2 : NF EN ISO 9614-2 (indice de classement : S 31-100-2)
- ISO 11200 : NF EN ISO 11200 (indice de classement : S 31-500)
- ISO 11201 : NF EN ISO 11201 (indice de classement : S 31-501)
- ISO 11202 : NF EN ISO 11202 (indice de classement : S 31-502)
- ISO 11203 : NF EN ISO 11203 (indice de classement : S 31-503)
- ISO 11204 : NF EN ISO 11204 (indice de classement : S 31-504)
- ISO/TR 11688-1 : NF EN ISO 11688-1 (indice de classement : S 31-510-1)<sup>(1)</sup>
- ISO 11689 : NF EN ISO 11689 (indice de classement : S 31-520)
- ISO 11690-2 : NF EN ISO 11690-2 (indice de classement : S 31-600-2)
- CEI 651 : NF EN 60651 (indice de classement : S 31-009)
- CEI 804 : NF EN 60804 (indice de classement : S 31-109)

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article « Références normatives » et les normes françaises de même domaine d'application mais non identiques est la suivante :

- ISO 1996-1 : NF S 31-110
- ISO 1996-2 : NF S 31-110
- ISO 3740 : NF S 30-006
- ISO 3745 : NF S 31-026
- ISO 3746 : NF EN ISO 3746 (indice de classement : S 31-027)
- ISO 3747 : NF S 31-067

L'autre norme mentionnée à l'article « Références normatives » n'a pas de correspondance dans la collection des normes françaises : elle peut être obtenue auprès de l'AFNOR.

## NOTE

<sup>(1)</sup>En préparation.

## Avant-propos

Le texte de la norme internationale ISO 11690-1:1996 a été élaboré par le Comité Technique ISO/TC 43 « Acoustique » en collaboration avec le Comité Technique CEN/TC 211 « Acoustique » dont le secrétariat est tenu par le DS.

Cette norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement au plus tard en mai 1997, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en mai 1997.

Conformément au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

## Notice d'entérinement

Le texte de la norme internationale ISO 11690-1:1996 a été approuvé par le CEN comme norme européenne sans aucune modification.

NOTE : Les références normatives aux normes internationales sont mentionnées en annexe ZA (normative).

## **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 vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 11690-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, Acoustique, sous-comité SC 1, Bruit.

L'ISO 11690 comprend les parties suivantes, sous le titre général Acoustique - Pratique recommandée pour la conception de lieux de travail à bruit réduit contenant des machines :

- Partie 1 : Stratégie de réduction du bruit
- Partie 2 : Moyens de réduction du bruit
- Partie 3 : Propagation du son et prévision du bruit dans les locaux de travail

La partie 1 constitue le document central de cette série. Les parties 2 et 3 fournissent des informations techniques et explicatives additionnelles. Il est donc recommandé de commencer par la lecture de la partie 1.

L'annexe A de la présente partie de l'ISO 11690 est donnée uniquement à titre d'information.

## **introduction**

La plupart des Normes internationales existantes préparées au sein de l'ISO/TC 43/SC 1 spécifient des méthodes de mesure et/ou d'évaluation du bruit. L'objectif final de l'ISO 11690, toutefois, est la réduction du bruit.

Il existe un certain nombre de moyens de réduction du bruit. Néanmoins, dans un but d'efficacité, il convient de choisir le(s) moyen(s) de réduction du bruit le(s) plus approprié(s) à une situation donnée.

Il est important que des ingénieurs ou des techniciens non spécialisés en acoustique s'intègrent aux problèmes de bruit, et acquièrent des connaissances de base sur l'émission et la propagation du son, afin de comprendre les principes de base de la réduction du bruit.

Afin d'aider le développement de la réduction du bruit sur les lieux de travail, il est essentiel que l'information contenue dans ces recommandations pratiques soit diffusée par des Normes internationales.

Afin de diminuer les risques dus au bruit sur les lieux de travail, les différents pays ont promulgué leurs propres législations nationales. En général, ces législations exigent la mise en oeuvre de moyens de réduction du bruit permettant d'obtenir les niveaux d'émission sonore, de bruit ambiant et d'exposition sonore les plus bas possible, en tenant compte :

- des moyens techniques disponibles connus ;
- de l'état actuel du progrès technique ;
- du traitement du bruit à la source ;
- de la planification, l'obtention et l'installation de machines et d'équipements par des moyens appropriés.

La présente partie de l'ISO 11690, ainsi que les deux autres parties de cette série, esquissent les procédures à prendre en compte dans la lutte contre le bruit sur les lieux de travail, tant à l'intérieur des locaux de travail qu'à l'air libre. Ces recommandations pratiques donnent, en termes relativement simples, les informations de base nécessaires à toutes les parties concernées par la réduction du bruit sur les lieux de travail et par la conception de lieux de travail moins bruyants pour promouvoir la compréhension des exigences désirées en matière de réduction du bruit.

Le but de la série de normes ISO 11690 est de combler la lacune qui existe entre la littérature existante consacrée à la réduction du bruit et la mise en oeuvre pratique de moyens de réduction du bruit. En principe, cette série s'applique à tous les lieux de travail. sa fonction principale étant de :

- fournir des informations brèves et simples sur un ensemble d'aspects de la réduction du bruit sur les lieux de travail ;
- tenir lieu de guide facilitant la compréhension des exigences contenues dans les normes, directives, manuels scolaires, manuels techniques, rapports et autres documents techniques

spécialisés ;

- fournir une aide aux décideurs dans leur tâche d'évaluation des différents moyens disponibles.

La série de normes ISO 11690 est destinée au personnel d'usine, aux agents chargés de l'hygiène et de la sécurité, aux ingénieurs et techniciens, aux chefs d'entreprise, au personnel des bureaux d'étude et services achat, aux architectes et aux fournisseurs d'installations, de machines et d'équipements. Cependant, il faut être conscient que la seule application des recommandations données dans la série de normes ISO 11690 ne suffit pas pour réaliser un lieu de travail sûr.

Les effets du bruit sur la santé, le bien-être et l'activité humaine sont nombreux. En fournissant des recommandations en matière de stratégies et de moyens de réduction du bruit, la série de normes ISO 11690 a pour objectif la réduction de l'impact du bruit sur les êtres humains dans leur vie professionnelle. L'évaluation de l'impact du bruit sur les êtres humains est traitée dans d'autres documents.

### **1 domaine d'application**

La présente partie de l'ISO 11690 présente les stratégies à mettre en oeuvre pour traiter les problèmes de bruit sur les lieux de travail existants ou en projet, en s'appuyant sur des concepts de base liés à la réduction du bruit (réduction du bruit, émission sonore, bruit ambiant et exposition sonore). Elle s'applique à tous les types de lieux de travail et de sources de bruit rencontrées sur les lieux de travail, activités humaines comprises.

Elle inclut les stratégies importantes à adopter à l'achat d'une nouvelle machine ou d'un nouvel équipement.

La présente partie de l'ISO 11690 ne traite que des sons audibles.

### **2 références normatives**

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite dans le texte, constituent des dispositions valables pour cette partie de l'ISO 11690. 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 partie de l'ISO 11690 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 de Normes internationales en vigueur à un moment donné.

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 1999:1990, Acoustique - Détermination de l'exposition au bruit en milieu professionnel et estimation du dommage auditif induit par le bruit.

ISO 3740:1980, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Guide pour l'utilisation des normes fondamentales et pour la préparation des codes d'essais relatifs au bruit.

ISO 3741:1988, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Méthodes de laboratoire en salles réverbérantes pour les sources à large bande.

ISO 3742:1988, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Méthodes de laboratoire en salles réverbérantes pour les sources émettant des bruits à composantes tonales et à bande étroite.

ISO 3743-1:1994, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Méthodes d'expertise en champ réverbéré applicables aux petites sources transportables - Partie 1 : Méthode par comparaison en salle d'essai à parois dures.

ISO 3743-2:1994, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Méthodes d'expertise en champ réverbéré applicables aux petites sources transportables - Partie 2 : Méthodes en salle d'essai réverbérante spéciale.

ISO 3744:1994, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique - Méthodes d'expertise dans des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant.

ISO 3745:1977, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Méthodes de laboratoire pour les salles anéchoïque et semi-anéchoïque.

ISO 3746:1995, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique - Méthode de contrôle employant une surface de mesure enveloppante au dessus d'un plan réfléchissant.

ISO 3747:1987, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Méthode de contrôle faisant appel à une sources sonore de référence.

ISO 4871:1996, Acoustique - Déclaration et vérification des valeurs d'émission sonore des machines et équipements.

ISO 9614-1:1993, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Partie 1 : Mesurages par points.

ISO 9614-2:1996, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Partie 2 : Mesurage par balayage.

ISO 11200:1995, Acoustique - Bruit émis par les machines et équipement - Guide d'utilisation des normes de base pour la détermination des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail et en d'autres positions spécifiées.

ISO 11201:1995, Acoustique - Bruit émis par les machines et équipements - Mesurage des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail et en d'autres positions spécifiées - Méthode d'expertise dans des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant.

ISO 11202:1995, Acoustique - Bruit émis par les machines et équipements - Mesurage des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail en d'autres positions spécifiées - Méthode de contrôle in situ.

ISO 11203:1995, Acoustique - Bruit émis par les machines et équipements - Détermination des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail et en d'autres positions spécifiées à partir du niveau de puissance acoustique.

ISO 11204:1995, Acoustique - Bruit émis par les machines et équipements - Mesurage des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail et en d'autres positions spécifiées - Méthode nécessitant des corrections d'environnement.

ISO 11688-1:1995, Acoustique - Pratique ,recommandée pour la conception de machines et d'équipements à bruit réduit - Partie 1 : Planification.

ISO 11689:1996, Acoustique - Procédure de comparaison des données d'émission sonore des machines et équipements.

ISO 11690-2:1996 , Acoustique - Pratique recommandée pour la conception de lieux de travail à bruit réduit contenant des machines - Partie 2 : Moyens de réduction du bruit.

CEI 651:1979, Sonomètres.

CEI 804:1985, Sonomètres intégrateurs-moyenneurs.

### 3 définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 11690. les définitions suivantes s'appliquent.

#### 3.1 descripteurs généraux du bruit

##### 3.1.1 niveau de pression acoustique

$L_p$  : Dix fois le logarithme décimal du rapport du carré de la pression acoustique,  $p$  (en pascals), au carré de la pression acoustique de référence ( $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ ) .

$$L_p = 10 \lg \left( \frac{p^2}{p_0^2} \right) \text{ dB}$$

Le niveau de pression acoustique constitue la grandeur principale pour décrire le bruit en un point donné ; il est exprimé en décibels et doit être mesuré au moyen d'un sonomètre normalisé (voir CEI 651).

La pondération en fréquence (A ou C) ou la largeur de la bande de fréquence et la pondération temporelle [S (lente), F (rapide), I (impulsif) ou peak (maximal)] utilisées doivent être indiquées.

**NOTES** : 1 Par exemple, le niveau de pression acoustique pondéré C avec la pondération temporelle « peak » est  $L_{pC,peak}$  .

: 2 La notation  $L_p$  est utilisée, que le niveau de pression acoustique se réfère à l'émission (voir 3.2) , au bruit ambiant ou à l'exposition (voir 3.3) .

### 3.1.2 niveau de pression acoustique temporel moyen

$L_{p_{eq,T}}$  : Niveau de pression acoustique d'un bruit stable continu qui, sur une durée de mesure  $T$ , aurait la même pression quadratique moyenne que le bruit, variable dans le temps, considéré. C'est le niveau de la pression acoustique quadratique moyenne dans un intervalle de temps. Il est exprimé en décibels .

$$L_{p_{eq,T}} = 10 \lg \left[ \frac{1}{T} \int_0^T 10^{0,1 L_p(t)} dt \right] \text{ dB}$$

Le niveau de pression acoustique temporel moyen constitue la grandeur principale pour évaluer le bruit ambiant aux postes de travail et l'exposition des personnes. Il est alors appelé « niveau de pression acoustique continu équivalent ».

**NOTES :** 3 Quand on considère le bruit ambiant ou l'exposition, les termes correctifs d'impulsivité et de tonalité,  $DL_I$  et  $DL_T$ , en décibels, peuvent être utilisés pour tenir compte de l'influence de composantes impulsionnelles et de sons purs ( $L_{p_{Aeq,T}} + DL_I + DL_T$ ) (voir ISO 1996-1, ISO 1996-2 et ISO 1999).

: 4 L'indice « eq,T » est souvent omis étant donné que dans tous les cas considérés dans la présente partie de l'ISO 11690, la pression acoustique est moyennée sur un certain intervalle de temps de mesure (voir CEI 804).

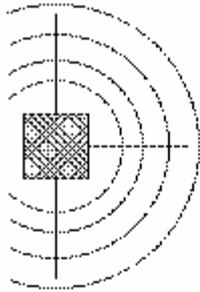
### 3.1.3 poste de travail

Endroit situé à proximité d'une machine pouvant être occupé par l'opérateur, ou endroit où une tâche est exécutée.

## 3.2 descripteurs de l'émission sonore

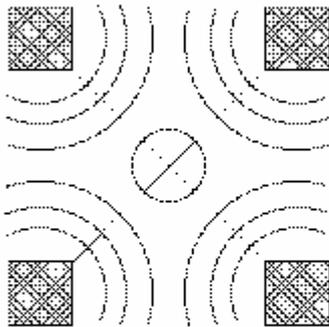
### 3.2.1 émission sonore

Bruit aérien rayonné dans l'environnement par une source définie (machine ou équipement). [Voir figure 1 a.)]



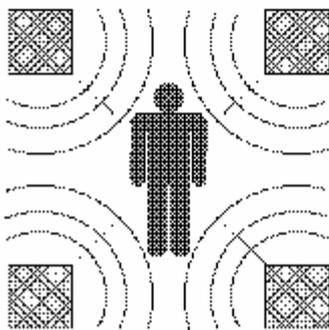
a) Emission sonore  
(rayonnement sonore  
d'une machine) :

- liée à la machine ;
- relative à des conditions de fonctionnement spécifiques ;
- indépendante de l'environnement.



b) Bruit ambiant :  
(impact des ondes sonores  
sur le poste de travail) :

- liée au poste de travail ;
- relative à l'activité réelle ;
- fonction du temps ;
- contribution de toutes les sources sonores.



c) Exposition sonore :  
(impact des ondes sonores  
sur les êtres humains) :

- liée à une personne ;
- (à un ou plusieurs postes de travail ou dont le poste est zéro) (voir figure 2) ;
- relative à l'activité réelle ;
- fonction du temps d'exposition ;
- contribution de toutes les sources sonores.

Figure 1 Illustration de la différence entre émission sonore, bruit ambiant et exposition sonore (voir aussi figure 2)

### 3.2.2 niveau de puissance acoustique

$L_w$  : Dix fois le logarithme décimal du rapport de la puissance acoustique,  $P$  (en watts), rayonnée par la source sonore en essai à la puissance acoustique de référence ( $P_0 = 1 \text{ pW}$ ).

Il est exprimé en décibels. C'est un descripteur de l'émission d'une source sonore (voir les séries ISO 3740 et ISO 9614). La pondération en fréquence ou la largeur de la bande de fréquence utilisée doit être indiquée.

**NOTE 5 :** Par exemple, le niveau de puissance acoustique pondéré A est  $L_{WA}$ .

### 3.2.3 niveau de pression acoustique d'émission

$L_p$  : Niveau de pression acoustique causé par une source sonore en essai au poste de travail ou à tout autre emplacement spécifié. Il est exprimé en décibels. C'est un descripteur supplémentaire de l'émission d'une source sonore (voir ISO 11200 à 11204).

La pondération en fréquence et/ou la pondération temporelle ou la largeur de la bande de fréquence utilisée doivent être indiquées.

**NOTES :** 6 Par exemple, le niveau de pression acoustique d'émission maximal pondéré C est  $L_{pc,peak}$ .

: 7 Le niveau de pression acoustique d'émission pondéré A est souvent moyenné sur une durée de fonctionnement d'une source sonore ; il est noté  $L_{pA}$ .

### 3.2.4 niveau de pression acoustique surfacique

$L_{pA,d}$  : Niveau de pression acoustique pondéré A moyenné sur une base énergétique sur une surface de mesurage située à une distance d de la source sonore (voir ISO 3744). Quand  $d = 1$  m, il est couramment noté  $L_{pA,1m}$ .

### 3.2.5 valeur mesurée d'émission sonore

L : Une quelconque des grandeurs suivantes : niveau de puissance acoustique pondéré A, niveau de pression acoustique d'émission temporel moyen pondéré A ou encore de pression acoustique d'émission maximal pondéré C, déterminée à partir de mesurages. Les valeurs mesurées peuvent provenir soit d'une seule machine, soit d'un moyennage sur un certain nombre de machines. Elles sont exprimées en décibels et ne sont pas arrondies.

### 3.2.6 déclaration de l'émission sonore

L'information sur le bruit émis par la machine, donnée par le constructeur ou le fournisseur dans des documents techniques ou tout autre document, relative aux valeurs d'émission sonore. La déclaration de l'émission sonore peut prendre la forme soit d'une valeur déclarée combinée, soit d'une valeur déclarée dissociée.

### 3.2.7 incertitude

K : La valeur de l'incertitude de mesure associée à une valeur mesurée d'émission sonore.

### 3.2.8 valeur d'émission sonore déclarée combinée

$L_d$  : La somme d'une valeur mesurée d'émission sonore et de l'incertitude associée, arrondie au décibel entier le plus proche :

$$L_d = L + K$$

### 3.2.9 valeur d'émission sonore déclarée dissociée

L et K : Une valeur mesurée d'émission sonore, L, et l'incertitude associée, K, chacune d'elles arrondie au décibel entier le plus proche.

## 3.3 bruit ambiant et exposition au bruit

### 3.3.1 bruit ambiant à un poste de travail

Tous les bruits qui arrivent, pendant une durée donnée T, en un point de mesurage (poste de travail), dans la situation réelle, qu'il y ait ou non un travailleur présent en ce point. Sont inclus les bruits provenant de la machine et d'autres sources de bruit ainsi que les bruits réfléchis par le plafond, les murs et les obstacles présents. [Voir figure 1b).]

**NOTE 8** : T peut représenter la durée d'un mesurage, d'un cycle de fonctionnement d'une machine, d'un processus, le temps pendant lequel un travailleur est généralement présent au niveau ou à proximité du point de mesurage, ou la durée de la journée de travail.

### 3.3.2 exposition d'une personne au bruit

Tous les bruits qui parviennent aux oreilles d'une personne dans la situation réelle pendant une durée donnée T. [Voir figure 1c) et figure 2 .]

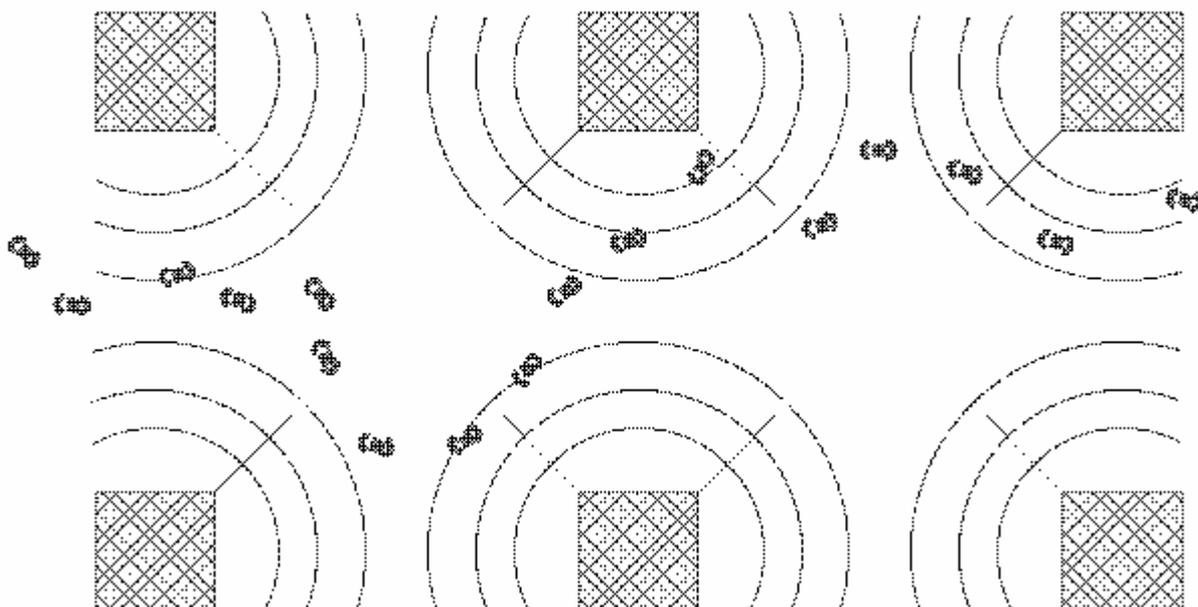


Figure 2 Illustration de l'exposition au bruit d'une personne dont le poste de travail est mobile

### 3.3.3 descripteurs du bruit ambiant et de l'exposition au bruit

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A normalisé sur une journée de travail nominale,  $L_{pAeq,T0}$ , en décibels.

$$L_{pAeq,T0} = L_{pAeq,Te} + 10 \lg(T_e/T_0) \text{ dB}$$

où  $T_0$  est la durée de référence (par exemple 8 h) et  $T_e$  la durée de la journée de travail. Le bruit ambiant est mesuré au niveau du poste de travail. L'exposition est mesurée à l'oreille de la personne.

$L_{pAeq,T0}$  peut résulter de la sommation énergétique des niveaux de bruit ambiant ou d'exposition,  $L_{pAeq,Ti}$ , mesurés sur des durées individuelles  $T_i$ , avec  $\sum T_i = T_e$ .

Dans certains pays, on utilise un niveau d'évaluation acoustique  $L_{pAr}$  exprimé comme suit :

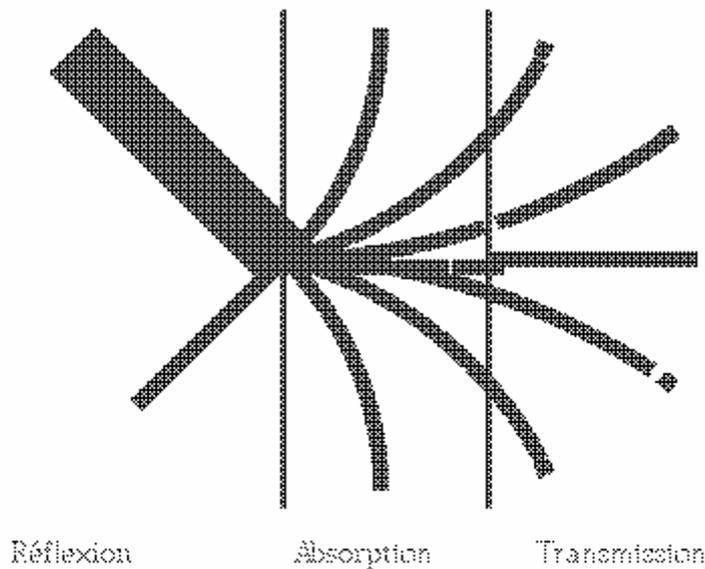
$$L_{pAr} = L_{pAeq,T0} + DL_I + DL_T \text{ dB}$$

où  $DL_I$  et  $DL_T$  décrivent les composantes impulsives et tonales.

### 3.4 réduction du bruit

#### 3.4.1 indice d'affaiblissement acoustique

R : Un descripteur de la perte par transmission définie comme 10 fois le logarithme décimal du rapport de la puissance acoustique incidente sur l'élément en essai à la puissance acoustique transmise à travers cet élément. (Voir figure 3.) Il est exprimé en décibels et dépend de la fréquence.



NOTE - Une partie du son incident sur une cloison ou une paroi est réfléchi, une partie est transformée en chaleur (c'est-à-dire absorbée), et une partie traverse la paroi (c'est-à-dire est transmise). L'isolement acoustique de la paroi détermine le pourcentage du son incident qui est transmis.

Figure 3 Illustration de la réflexion, l'absorption et la transmission du son par une paroi

**NOTE 9 :** Des méthodes de détermination de l'isolement des murs, des portes, des plafonds et des fenêtres sont décrites dans les parties 1 à 3 de l'ISO 717 (indices uniques d'évaluation).

### 3.4.2 coefficient d'absorption acoustique

$\alpha$  : Fraction d'énergie acoustique absorbée lorsque les ondes sonores frappent une surface. Il dépend de la fréquence.

**NOTE 10 :** Un indice unique d'évaluation est fourni dans l'ISO 11654.

### 3.4.3 surface d'absorption équivalente

A : Surface, en mètres carrés, obtenue en sommant les produits  $\alpha_i S_i$  :

$$A = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots = \alpha(\text{barre})S$$

où

$\alpha_i$  est le coefficient d'absorption d'une surface partielle,  $S_i$ , de la surface d'une salle ;

S est la surface totale de la salle ( $= \sum S_i$ ) ;

$\alpha(\text{barre})$  est le coefficient d'absorption moyen de la salle.

### 3.4.4 perte d'insertion

$D_i$  : Variation du niveau de puissance acoustique ou du niveau de pression acoustique d'émission consécutive à l'application à une source sonore d'un dispositif de réduction du bruit.  $D_i$  dépend de la fréquence et est exprimé en décibels. La perte d'insertion pondérée A est toujours liée à une source donnée.

**NOTE 11 :** La perte d'insertion est utilisée pour évaluer les performances acoustiques des encoffrements (voir ISO 11546-1 et ISO 11546-2), des écrans (voir ISO 10053 et ISO 11821) et des silencieux (voir ISO 7235, ISO 11691 et ISO 11820).

### 3.4.5 réduction du niveau de pression acoustique au poste de travail

Résultat de la mise en oeuvre d'un ensemble de moyens de réduction du bruit décrit par la différence des niveaux de bruit ambiant.

**NOTE 12 :** Par exemple,  $L_{pAeq,8h,1} - L_{pAeq,8h,2}$ , où l'indice 1 signifie avant et l'indice 2 après la mise en oeuvre des moyens techniques de réduction du bruit.

### 3.4.6 son direct

Son qui se propage directement de la source vers le point d'observation. Aucune réflexion du son n'est impliquée. Le son direct n'est donc pas influencé par les caractéristiques de la salle dans laquelle la source est placée.

### 3.4.7 son réfléchi

Son en un point quelconque d'une salle, résultant des réflexions sur les surfaces et l'encombrement de la salle. Il ne comprend pas le son direct.

### 3.4.8 conditions de champ diffus

Propagation du son dans des salles ou dans des zones de salles où le son est réfléchi par toutes les parois du local et par son encombrement, si souvent et avec une uniformité telle que le niveau de pression acoustique du son réfléchi est le même en tout point de la salle.

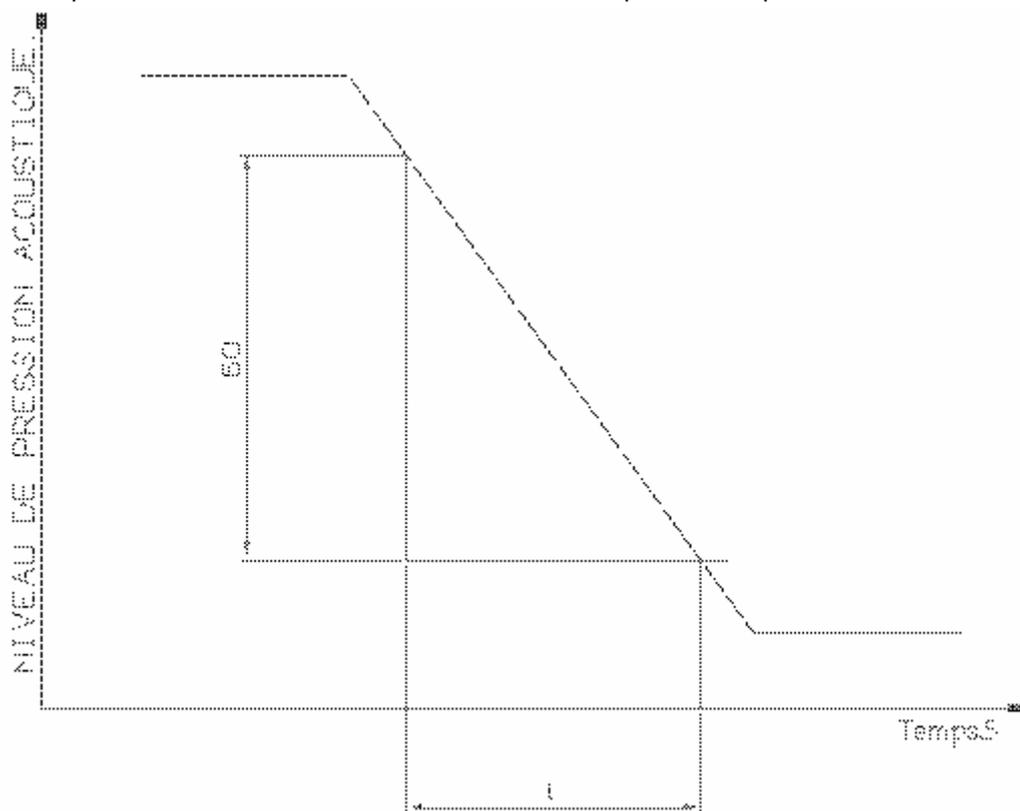
### 3.4.9 conditions de champ non diffus

Propagation du son dans des salles ou dans des zones de salles non uniforme dans toutes les directions. Ceci est le cas si

- le rapport de deux dimensions quelconques sur les trois est supérieur à trois, ou
- si l'absorption des parois de la salle est distribuée de façon non uniforme (par exemple salle à murs durs et plafond absorbant), ou
- si l'absorption est élevée.

### 3.4.10 durée de réverbération

T : Temps, en secondes, qu'il faut au niveau de pression acoustique dans une salle (initialement à l'état stationnaire) pour diminuer de 60 dB après l'arrêt de la source (voir figure 4) . La durée de réverbération dépend de la fréquence. Elle est utile pour décrire les propriétés acoustiques des salles à champ sonore diffus ; le volume de la salle doit être pris en compte.



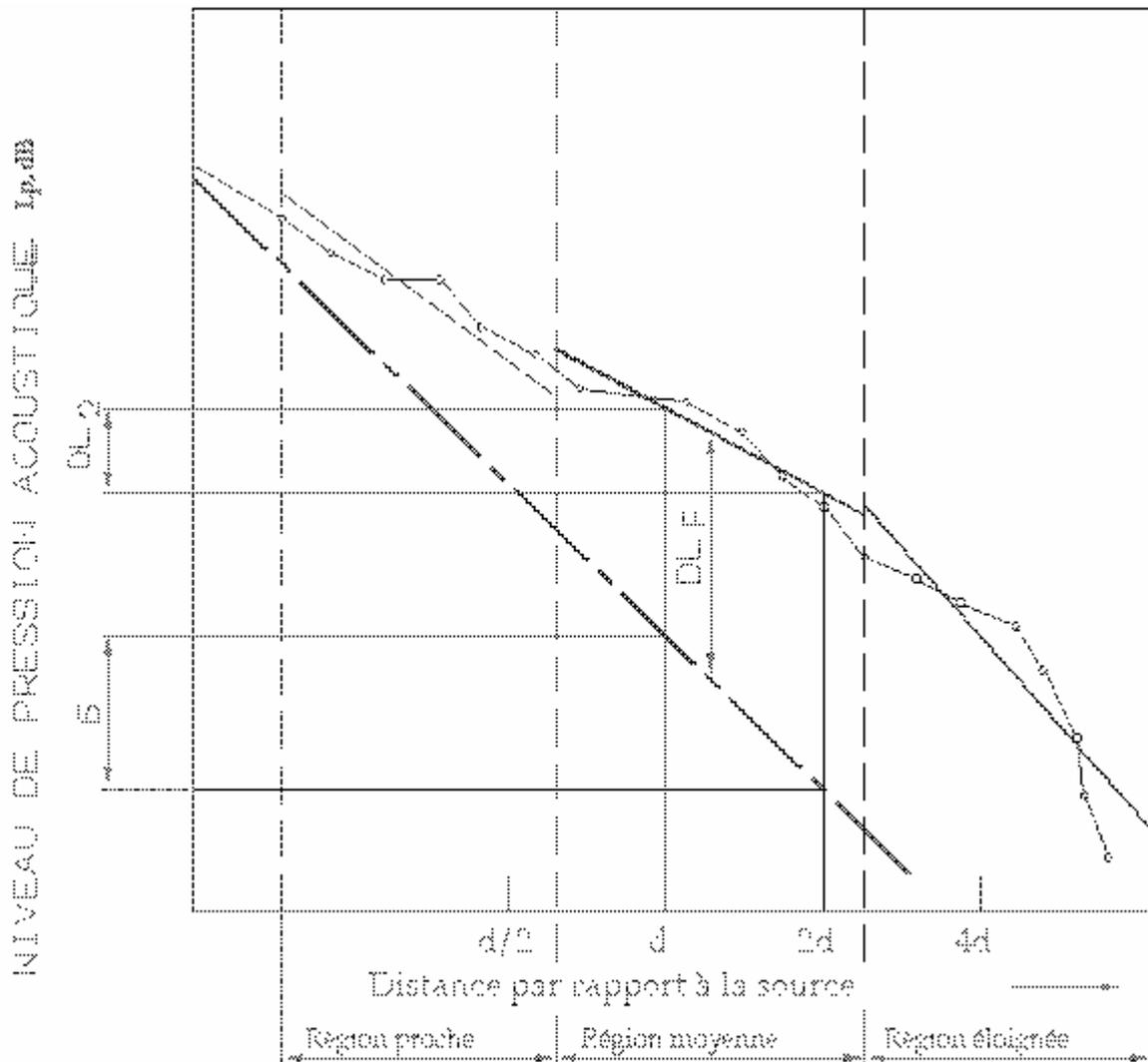
NOTE - T est la durée de réverbération

Figure 4 Signature temporelle idéalisée du niveau de pression acoustique après l'arrêt de la source sonore

### 3.4.11 courbe de décroissance sonore spatiale

Courbe qui montre la décroissance du niveau de pression acoustique dû à une source sonore de référence, quand la distance entre celle-ci et le point de réception augmente. Ces courbes dépendent de la fréquence et caractérisent les propriétés acoustiques des salles. Dans certains cas, plusieurs courbes de décroissance sonore spatiale sont nécessaires pour caractériser une salle.

A partir de cette courbe, et pour un domaine donné de distances à partir de la source, on définit deux grandeurs principales (voir figure 5) :



#### Légende

- Coube de décroissance sonore spatiale
- Absence de réflexions (champ libre)

Figure 5 Exemple montrant : (i) les courbes de décroissance sonore spatiale pour une salle et en champ libre ; (ii) les trois domaines de distance ; (iii) la détermination du taux de décroissance spatiale ( $DL_2$ ) ; et (iv) l'amplification ( $DL_f$ ) du niveau de pression acoustique

- le taux de décroissance spatiale par doublement de la distance ( $DL_2$ ), et
- l'amplification du niveau de pression acoustique ( $DL_f$ ).

Trois domaines de distance sont normalement intéressants : les régions proche, moyenne et éloignée. Les deux grandeurs  $DL_2$  et  $DL_f$  sont utiles pour évaluer la qualité acoustique d'une salle.

### 3.4.12 taux de décroissance spatiale du niveau de pression acoustique par doublement de la

## **distance**

DL<sub>2</sub> : Valeur, en décibels, de la diminution du niveau de pression acoustique dans un domaine de distances donné, lorsque la distance à la source double. (Voir figure 5.)

### **3.4.13 amplification du niveau de pression acoustique**

DL<sub>f</sub> : Valeur moyenne, en décibels, de la différence, sur un domaine de distance donné, entre la courbe de décroissance sonore spatiale du local et la courbe de décroissance sonore spatiale en champ libre (6dB par doublement de la distance). (Voir figure 5) .

## **4 concepts de base relatifs à la réduction du bruit**

### **4.1 stratégie de base en matière de réduction du bruit**

Une réduction efficace du bruit ne peut être obtenue qu'en traitant le problème de manière systématique.

On trouvera ci-après une série d'étapes qu'il convient de franchir lors de l'élaboration d'une stratégie de réduction du bruit et de la mise en place de mesures de réduction du bruit pour des lieux de travail en projet ou existants.

- a) Définir les objectifs et établir les critères.
- b) Procéder à l'évaluation du bruit en identifiant :
  - les zones concernées,
  - le bruit ambiant aux postes de travail,
  - l'apport des différentes sources sonores au bruit ambiant aux postes de travail,
  - l'exposition des personnes,
  - l'émission des sources pour les classer.
- c) Examiner des moyens de réduction du bruit tels que :
  - la réduction du bruit à la source,
  - la réduction du bruit au cours de sa propagation sur le lieu de travail,
  - la réduction du bruit au niveau des postes de travail.
- d) Formuler un programme de réduction du bruit.
- e) Mettre en oeuvre les moyens appropriés.
- f) Vérifier la réduction du bruit obtenue.

### **4.2 concept de réduction du bruit**

La réduction du bruit peut être conduite par l'utilisation de différentes mesures techniques (voir ISO 11690-2) et il peut y avoir plusieurs moyens de résoudre un problème de bruit. Ces moyens consistent dans la réduction du bruit à la source (par exemple machines, procédés de fabrication), la réduction du bruit par une meilleure atténuation du son pendant sa propagation (par exemple en utilisant des encoffrements, des écrans, des revêtements absorbants), la réduction du bruit à certains emplacements spécifiques (par exemple en utilisant des cabines).

Les moyens techniques de réduction du bruit mis en oeuvre devraient tenir compte de l'état des connaissances techniques en matière de réduction du bruit. Pour cela, il est nécessaire de comparer et de déterminer l'efficacité de ces moyens. Des grandeurs acoustiques sont utilisées à cette fin. Elles permettent de décrire les caractéristiques acoustiques des sources sonores et la réduction du bruit sur les lieux de travail obtenue, notamment aux postes de travail, lorsque les sources sonores sont en fonctionnement et que des moyens de réduction du bruit ont été appliqués.

La figure 6 illustre le relation entre la réglementation, les normes et l'utilisation de grandeurs acoustiques pour évaluer les moyens de réduction du bruit offerts par le marché.

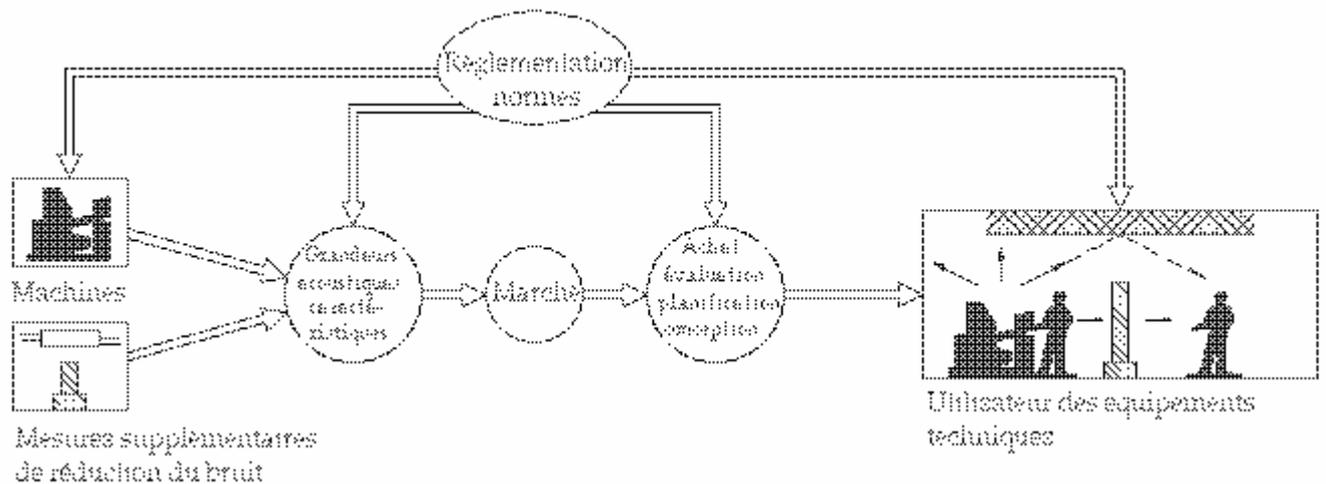


Figure 6 Facteurs influençant la réduction du bruit

Si les niveaux sonores ambiants et les niveaux d'exposition sonore sont faibles, les effets éventuels du bruit sur l'homme sont faibles aussi. Ces effets comportent des risques pour la santé et la sécurité, par exemple la détérioration de la capacité auditive, le stress, la perturbation de la communication orale et de la reconnaissance de signaux d'alarme, la perturbation de tâches exigeant une concentration et une attention soutenues.

## 5 évaluation de la situation sur le plan du bruit

### 5.1 grandeurs décrivant l'émission sonore, le bruit ambiant et l'exposition sonore

#### 5.1.1 grandeurs d'émission sonore [voir 3.2 et figure 1a) ]

Une grandeur d'émission caractéristique, importante et couramment utilisée, est le niveau de puissance acoustique pondéré A ( $L_{WA}$ ) dans des conditions de montage et de fonctionnement de la source définies.

Une autre grandeur d'émission caractéristique est le niveau de pression acoustique d'émission pondéré A ( $L_{pA}$ ) à un emplacement donné, dans des conditions de montage et de fonctionnement définies, dû à la seule machine.

Il existe d'autres grandeurs d'émission sonore telles que les niveaux d'émission par bande de fréquence, le niveau maximal de pression acoustique d'émission pondéré C au poste de travail et la signature temporelle du bruit.

Les méthodes de base pour le mesurage et la déclaration des valeurs d'émission sonore sont données dans les séries ISO 3740, ISO 9614, ISO 11200 et dans l'ISO 4871. Les codes d'essai acoustique spécifient, par famille de machines de d'équipements, les conditions de montage et de fonctionnement pendant la détermination des grandeurs d'émission sonore.

#### 5.1.2 grandeurs décrivant le bruit ambiant et l'exposition sonore [voir 3.3 , figures 1b), 1c) et 2]

Contrairement aux grandeurs d'émission sonore qui constituent des descripteurs intrinsèques des machines en tant que sources sonores, les grandeurs de bruit ambiant décrivent l'impact total du bruit sur le poste de travail, tandis que les grandeurs d'exposition sonore décrivent l'impact du bruit sur les personnes.

Les grandeurs de bruit ambiant sont évaluées à un poste de travail donné et sur une période représentative de l'activité journalière (ou hebdomadaire) du lieu de travail. Si plusieurs activités se succèdent à un poste de travail, il peut être nécessaire d'évaluer un ensemble de grandeurs de bruit ambiant pour ce poste de travail.

Etant donné qu'elles sont spécifiques à une personne qui peut occuper différents postes de travail journalièrement (ou hebdomadairement), les grandeurs d'exposition sonore peuvent être évaluées à partir des grandeurs de bruit ambiant ou d'exposition sonore et du temps passé à chacun des postes de travail concernés.

Les grandeurs d'exposition sonore pour une personne qui occupe un seul poste de travail sont identiques aux grandeurs de bruit ambiant de ce poste de travail.

En règle générale, les valeurs de  $L_{pAeq,8h}$ ,  $L_{pAr}$  et  $L_{pC,peak}$  sont comparées aux valeurs limites de bruit ambiant et d'exposition sonore. Il convient d'ajouter l'incertitude de mesurage à ces valeurs avant de les comparer aux valeurs limites.

## 5.2 description de la situation sur le plan du bruit

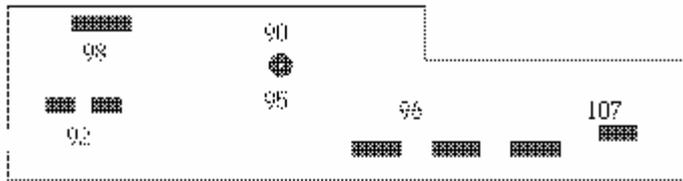
Pour décrire la situation sur le plan du bruit dans des zones définies d'un lieu de travail, à l'intérieur d'un local ou en plein air, il faut normalement passer par les étapes suivantes :

- détermination des postes de travail et des grandeurs de bruit ambiant qui y sont liées ;
- détermination, pour chaque personne, des postes de travail concernés et des expositions sonores correspondantes ;
- identification des sources sonores et détermination des grandeurs d'émission sonore associées.

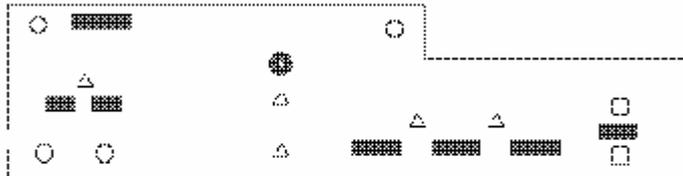
Ces données peuvent être reprises sur une fiche d'information sur le bruit, telle que celle illustrée par le tableau 1 pour les lieux de travail industriels. Des cartes de bruit peuvent être également utiles (voir figure 7) .

A) Liste des postes de travail				
Poste de travail n°	Description du poste de travail (tâche, fonction, fonctionnement de la machine, procédé, etc.)	Machine n° (n° pris dans la liste C)	Valeurs de bruit ambiant	Valeurs additionnelles (par exemple $L_{pc,peak}$ , DL)
1				
2				
3				
...				
B) Liste des personnes				
Personne n°	Poste de travail 1 (n° pris dans la liste A) Durée	Poste de travail 2 (n° pris dans la liste A) Durée	Valeurs d'exposition sonore	
1				
2				
3				
...				
C) Liste des machines/équipements				
Machine n°	Description de la machine	Niveau de puissance acoustique	Niveau de pression acoustique d'émission	Conditions de fonctionnement
1				
2				
3				
...				
D'autres colonnes peuvent être ajoutées s'il y a plus de deux postes de travail.				

Tableau 1 Exemple de description du bruit sur un lieu de travail



a) Indication du niveau sonore aux postes de travail



b) Indication de plages de niveaux sonores (des couleurs sont souvent utilisées pour ce type de cartes de bruit)



c) Courbes d'égal niveau sonore (avec incréments de 5 dB dans le cas présent)

Légende:

- jusqu'à 90 dB
- △ De 90 dB à 100 dB
- plus de 100 dB

Figure 7 Illustration de différentes cartes de bruit pour un lieu de travail donné

### 5.3 utilisation de fiches d'information sur le bruit et de cartes de bruit

Des fiches d'information sur le bruit et des cartes de bruit peuvent être utilisées à différentes fins :

- a) pour apprécier le bruit ambiant aux postes de travail ;
- b) pour identifier l'emplacement des zones à niveau sonore élevé et les sources sonores dominantes ;
- c) pour identifier les zones où les niveaux de bruit ambiant dépassent des valeurs limites données ;
- d) pour montrer la situation « bruit », réelle, à un instant donné ;
- e) comme outils importants au stade de la planification d'un nouveau lieu de travail ;
- f) pour aider à évaluer l'effet du remplacement d'une machine, d'un changement de procédé de travail ou d'organisation du travail ;
- g) pour vérifier l'efficacité des moyens pris ou programmés ;
- h) pour aider à élaborer un programme à long terme de réduction du bruit ;
- i) comme outil pour le dialogue et la coordination entre les parties concernées ;
- j) pour informer les personnes exposées au bruit ;
- k) pour faciliter l'exécution de programmes audiométriques et inciter les travailleurs à porter des protecteurs individuels contre le bruit.

## 6 parties concernées

Les moyens de réduction du bruit peuvent modifier substantiellement l'environnement machine/opérateur. Il est recommandé, en conséquence, que toutes les parties concernées soient impliquées lorsqu'il est question de mettre en oeuvre des mesures de réduction du bruit.

Des représentants de différentes fonctions au sein de l'entreprise peuvent être impliqués : la direction, le bureau d'étude, le service achats, le comité hygiène et sécurité, le service médical, le service entretien, les départements procédés et production, le personnel technique, les syndicats et, bien sûr, les travailleurs concernés. Une information et une formation préalables appropriées sont souvent nécessaires pour garantir une participation efficace de toutes les parties concernées.

Le diagnostic du problème de bruit, son étude et la définition et la mise en oeuvre de moyens de réduction du bruit sont normalement le résultat d'une collaboration entre les parties concernées. Dans de nombreux cas, l'implication de parties extérieures telles que les autorités compétentes en matière de protection des travailleurs, d'hygiène et de sécurité, les spécialistes en acoustique et en ergonomie, etc., est recommandée. Une telle collaboration entre les représentants de l'entreprise et les parties extérieures garantit que toutes les contraintes spécifiques au projet considéré sont prises en compte lors de la sélection des moyens de réduction du bruit.

Le succès de la planification de la réduction du bruit est lié à l'implication active et engagée des représentants de la direction de l'entreprise.

## 7 comment aborder les problèmes de bruit sur les lieux de travail

### 7.1 objectifs de la réduction du bruit

Il est recommandé de baser les objectifs sur la connaissance générale de la façon dont le bruit affecte la santé des personnes et perturbe leurs activités. Lorsqu'on fixe des objectifs en relation avec la qualité acoustique d'un poste de travail ou d'un local de travail, il convient de fixer les niveaux sonores, la durée de réverbération et les paramètres de propagation du son requis.

**NOTE 13 :** Des détails sont donnés dans l'ISO/TR 11690-3.

Les objectifs de réduction du bruit devraient consister à ramener le bruit aux niveaux les plus bas possible compte tenu du progrès technique, des procédés de production disponibles, des tâches et des moyens de réduction du bruit. Ces principaux objectifs peuvent être formulés en termes de niveaux sonores ambiants et/ou d'exposition. Les niveaux sonores pondérés A généralement envisagés et qu'il est recommandé de ne pas dépasser pour le bruit ambiant et/ou l'exposition sonore sont les suivants :

- a) sur les lieux de travail industriels, 75 dB à 80 dB ;
- b) pour le travail en bureau, 45 dB à 55 dB ;
- c) pour les salles de réunion ou les tâches impliquant une certaine concentration, 35 dB à 45 dB.

**NOTES :** 14 Les valeurs ci-dessus sont des valeurs-cibles recommandées. Il convient de consulter les réglementations nationales relatives aux valeurs limites de bruit ambiant et/ou d'exposition sonore.

: 15 Un bruit impulsif et tonal peut être plus dangereux et perturbant qu'un bruit continu à large bande. En conséquence, il convient d'accorder une priorité élevée à la réduction des bruits de ce type.

Un moyen approprié de fixer les objectifs de réduction du bruit aux postes de travail est de lier les niveaux sonores au type de tâche et aux propriétés acoustiques du local de travail.

Des niveaux sonores de fond recommandés dans différents locaux de travail sont donnés dans le tableau 2 . Des valeurs recommandées pour la durée de réverbération, l'aire d'absorption équivalente et la décroissance spatiale de la pression acoustique sont données dans le tableau 3 .

Type de local	$L_{pAeq}$ dB
Salle de conférence	30 à 35
Salles de classe	30 à 40
Bureaux individuels	30 à 40
Bureaux où travaillent plusieurs personnes	35 à 45
Laboratoires industriels	35 à 50
Salles de commande dans l'industrie	35 à 55
Lieux de travail dans l'industrie	65 à 70

NOTE - On entend par bruit de fond un bruit provenant des équipements techniques intérieurs (par exemple, systèmes de ventilation), ou un bruit venant de l'extérieur, lorsque les machines de production sont arrêtées s'il s'agit d'un poste de travail dans l'industrie.

Tableau 2 Niveaux de bruit de fond maximaux recommandés

Volume du local $m^3$	Durée de réverbération s	Taux de décroissance spatiale de la pression acoustique par doublement de la distance, $DL_2$ dB
Inférieur à 200	Inférieur à 0,5 à 0,8	-
Compris entre 200 et 1 000	Compris entre 0,8 et 1,3	-
Supérieur à 1 000	-	Supérieur à 3 à 4

NOTES  
Ces recommandations sont généralement suivies si le coefficient d'absorption moyen du local est supérieur à 0,3 ou si l'aire d'absorption équivalente est supérieure de 0,6 à 0,9 fois la surface au sol, en mètres carrés. Lorsque le local est plat (local dans lequel les conditions de champ diffus ne sont pas remplies, voir 3.4.9 et ISO/TR 11690-3), l'utilisation de l'air d'absorption équivalente ou du taux de décroissance spatiale est préférée.

Tableau 3 Propriétés acoustiques des locaux de travail recommandées

## 7.2 principes de planification de la réduction du bruit sur les lieux de travail en projet ou existants

### 7.2.1 généralités

La planification acoustique de nouveaux lieux de travail et la conception ainsi que la mise en oeuvre de moyens de réduction du bruit pour un lieu de travail existant devraient être combinées avec la conception globale d'une installation nouvelle ou la modification d'installations existantes. De cette façon, conception acoustique et réduction du bruit peuvent être conduites de la façon la plus efficace en étroite relation avec la construction de l'installation ou la modification du procédé de production ou de la structure du bâtiment. Si la réduction du bruit est le seul objectif, on pourra alors se concentrer librement sur elle au stade initial de la conception.

Il peut être plus difficile d'appliquer des mesures rétrospectives de réduction du bruit sur des lieux de travail existants.

Dans tout travail de conception acoustique et de réduction du bruit, il est utile d'élaborer un plan d'action aux différents stades d'intervention. Quelle que soit la tâche, il y a des étapes de base qui suivent l'avancement des travaux. Ces étapes sont les suivantes :

- planification et conception préliminaires,
- planification et conception,
- mise en oeuvre des mesures, et
- évaluation et acceptation.

L'importance de ces étapes varie avec la tâche. Lors de la conception acoustique de locaux entièrement neufs, les étapes de planification et conception préliminaires, ainsi que de planification et de conception proprement dites jouent des rôles très importants. En effet, il est dans ce cas possible d'agir sur tous les facteurs concourant à un bon environnement acoustique.

S'agissant de la modification de lieux de travail existants (en raison des effets probables sur la production/les procédés), des contraintes plus nombreuses s'exercent sur les actions de réduction du bruit et il convient de mettre davantage l'accent sur les étapes de planification et de mise en oeuvre.

Il est recommandé de mettre en place un dispositif d'organisation et de contrôle des travaux. Une solution efficace consiste à créer un groupe de suivi du projet. Celui-ci devrait être doté de l'autorité et de l'influence nécessaires aux stades de la conception et de la réalisation, et devrait comprendre,

dans l'idéal, un représentant de chaque service concerné de l'entreprise ainsi qu'un conseiller en acoustique. Un représentant des autorités compétentes en matière d'hygiène, de sécurité et de protection des travailleurs peut également en faire partie.

### **7.2.2 stade préliminaire de planification et de conception**

C'est au stade préliminaire de planification et de conception qu'il convient de considérer tous les aspects conceptuels associés à la réduction du bruit, c'est-à-dire les objectifs et les conséquences qu'auront les mesures de réduction du bruit sur les moyens de production et l'organisation de la production. Il convient que l'organisation du travail (mise en place du groupe de suivi et introduction dans le groupe des professionnels nécessaires) soit décidée à ce stade.

Il est recommandé de définir les objectifs de réduction du bruit à ce stade (voir 7.1 et tableaux 2 et 3). Les limites supérieures des niveaux sonores ambiants dans différentes parties de l'usine sont généralement fixées par des réglementations. Des valeurs limites éventuelles d'émission sonore pour les machines à utiliser doivent être également considérées. Toutefois, lorsqu'on conçoit de nouvelles installations ou qu'on modifie des installations existantes, il convient en règle générale de se fixer des objectifs plus contraignants (niveaux d'émission sonore et de bruit ambiant plus faibles) que ceux visés par les réglementations applicables. Des objectifs concernant la qualité acoustique de la salle (durée de réverbération, décroissance sonore spatiale) peuvent être également définis (voir tableau 3).

Un aspect important de la réduction du bruit est la localisation des postes de travail par rapport aux machines et équipements bruyants. Si la production est essentiellement automatique, seul le personnel d'entretien est exposé à des niveaux sonores éventuellement élevés provoqués par les machines et équipements. Dans ce cas, l'exposition des travailleurs à un faible niveau sonore est beaucoup plus facile à obtenir, mais il convient, toutefois, qu'elle soit considérée à ce stade. Dans certains cas, l'automatisation ou la commande à distance du procédé, de la machine ou de l'équipement peut être le seul moyen applicable.

Le choix de l'organisation de la production est généralement basé sur des considérations de performance. Un flux de matière efficace constitue souvent le point clé de l'organisation de la production. Malheureusement, ceci est souvent en conflit avec une bonne conception acoustique. Un flux de matière efficace exige des espaces ouverts importants comportant le moins possible de parois, d'écrans et d'obstacles. Une bonne conception acoustique n'est souvent possible que dans des espaces restreints séparés des machines bruyantes.

Au stade préliminaire de la conception, il convient d'identifier chaque activité et de prévoir sa localisation compte tenu des effets du bruit. Une conception appropriée envisagera d'installer les machines bruyantes à distance des postes de travail ou d'isoler les machines de ces postes. Il convient que les bureaux soient disposés de manière à ne pas être affectés par les bruits aériens et solidiens (voir ISO 11690-2).

Pour les entreprises de construction ou celles qui participent à la construction d'installations techniques importantes, il est nécessaire de satisfaire aux exigences de réduction du bruit in situ du client, du concepteur et des autres intervenants et de tenir compte de ces exigences au niveau des offres.

### **7.2.3 stade de planification et de conception**

Au stade de la planification et de la conception proprement dit, la réduction efficace du bruit à la conception nécessite qu'on procède en trois phases :

- détermination des valeurs d'émission sonore des machines,
- estimation des paramètres de propagation du son dans le local et des niveaux sonores ambiants, et
- sélection des moyens de réduction du bruit.

Ce stade étant l'étape la plus importante pour le résultat final, il est souvent utile de recourir aux services d'un conseiller en acoustique.

#### **7.2.3.1 obtention des valeurs d'émission sonore**

Un environnement acoustique ne peut être conçu, et un plan approprié de réduction du bruit ne peut être établi, que si l'on connaît les valeurs d'émission sonore des machines. L'acquisition des valeurs d'émission sonore est décrite dans l'article 8. Si ces valeurs d'émission sonore ne sont pas connues, une estimation peut se révéler utile.

#### **7.2.3.2 estimation des paramètres de propagation du son dans le local et des niveaux sonores ambiants**

La façon la plus efficace d'estimer les niveaux sonores ambiants et les paramètres de propagation du son dans le local consiste à utiliser les techniques de prévision acoustique basées sur un calcul

informatique, développées pour la conception acoustique des lieux de travail, conjointement avec une interprétation exercée des résultats de calcul (voir article 9 et ISO/TR 11690-3).

Outre la prévision des niveaux sonores dans les zones de production, il convient d'examiner la transmission du bruit d'un local à l'autre (voir ISO 11690-2 :1996, article 6) .

#### **7.2.3.3 sélection de moyens de réduction du bruit**

Il est nécessaire, pour décider du (des) moyen(s) de réduction du bruit à adopter, de déterminer les niveaux d'émission sonore des machines, les niveaux sonores ambiants et les paramètres de propagation du son, et de les comparer aux objectifs. Il convient ensuite de considérer les étapes suivantes :

- examen des moyens applicables de réduction du bruit,
- évaluation de leurs effets sur les niveaux sonores (voir article 9 et ISO 11690-3), le procédé de production, etc.

Sur la base de ces évaluations, il convient de sélectionner l'ensemble le plus approprié de moyens de réduction du bruit et d'établir des plans détaillés, lesquels comprennent les schémas nécessaires ainsi que la description des travaux à réaliser (voir ISO 11690-2) .

#### **7.2.4 stade de la mise en oeuvre**

Lorsqu'on décide du calendrier de mise en oeuvre des moyens choisis, il convient de tenir compte des points suivants :

- priorité de la tâche concernée,
- relation de cette tâche avec d'autres, et
- planification de chaque étape.

Les principes généraux suivants s'appliquent.

- a) Les tâches liées à la construction d'une nouvelle installation sont exécutées au cours de cette phase, par exemple réalisation des joints de structure, de l'isolation vibratoire (par exemple planchers flottants), des structures assurant l'isolation aux bruits aériens et des revêtements absorbants (voir ISO 11690-2) .
- b) Les tâches liées aux structures d'une machine sont exécutées par son fabricant en étroite collaboration avec l'acheteur (voir ISO/TR 11688-1 et ISO/TR 11688-2).
- c) Les silencieux, les isolateurs et les encoffrements sont considérés en relation avec l'installation des machines et des équipements (voir ISO 11690-2) .

Des informations spécifiques au cas de lieux de travail existants trop bruyants sont données en 7.3

#### **7.2.5 stade de l'évaluation et de l'acceptation**

Après l'achèvement de la nouvelle installation ou de la modification d'une installation existante, une réception est effectuée. Celle-ci comporte les tâches suivantes (voir ISO 11690-2:1996, article 8) :

- a) mesurage des niveaux sonores ambiants (et, le cas échéant, des valeurs d'émission sonore et des paramètres de propagation du son), en relation avec les objectifs ;
- b) vérification de l'efficacité des dispositifs de réduction du bruit, s'il en existe ;
- c) identification et réparation des défauts éventuels de montage ;
- d) identification et réparation des défauts éventuels de fabrication des machines ;
- e) identification des tâches supplémentaires éventuelles nécessaires pour atteindre les objectifs.

### **7.3 traitement des problèmes de bruit existants**

Les problèmes de bruit sur les lieux de travail existants peuvent être dus à un certain nombre de facteurs, comme

- un manque de connaissances de base sur la génération/réduction du bruit,
- une attention insuffisante apportée à la conception et à l'installation des machines, et
- un manque d'entretien des machines et des équipements.

Il convient que la stratégie de traitement de tels problèmes suive au moins les cinq étapes suivantes.

Etape 1 : Eviter le bruit (arrêter les machines qui ne sont pas utilisées, éviter les chocs et les chutes de pièces, etc.).

Etape 2 : « Faire les choses convenablement » (fermeture des portes de bâtiment et d'encoffrements, fixation de volets et autres composants à montage défectueux, etc.).

Etape 3 : Remplacer un procédé bruyant par un procédé qui ne l'est pas (voir ISO 11690-2:1996 , annexes A et B).

Etape 4 : Prévoir des zones silencieuses.

Etape 5 : Mettre en oeuvre des moyens de réduction du bruit (voir ISO 11690-2) .

L'identification des problèmes de bruit, la détermination, la réalisation et la vérification des moyens de réduction du bruit sont décrites en 4.2 , 5.2 et 7.2 . Dans de nombreux cas, les problèmes de bruit peuvent être résolus sans connaissances acoustiques spécifiques. Cela s'applique essentiellement aux étapes 1 et 2, mais peut être également vrai pour les étapes 3, 4 et 5. Dans tous les cas, une forte motivation est nécessaire ; l'aide et les conseils de personnes ayant de l'expérience en matière de réduction du bruit sont toujours utiles.

## **8 que faire avant d'acheter une nouvelle machine**

### **8.1 questions que doit se poser un acheteur potentiel**

Avant d'acquérir une nouvelle machine, un acheteur potentiel devrait toujours se poser les questions fondamentales suivantes.

- a) Des informations (déclarations « bruit ») sont-elles disponibles sur l'émission sonore de la famille de machines concernée et sur le niveau d'émission sonore le plus faible qu'il est possible d'atteindre ?
  - b) Une demande spécifique d'information ou de garantie sur l'émission sonore a-t-elle été incluse dans l'appel d'offres adressé aux fournisseurs potentiels et la demande a-t-elle été correctement formulée ?
  - c) Quel sera l'impact sonore de la nouvelle machine sur le local dans lequel elle fonctionnera ?
- Pour répondre à ces questions, il convient que l'acheteur potentiel accomplisse les actions suivantes.

- a) Etudier les données disponibles concernant le bruit ambiant sur le lieu de travail où la machine fonctionnera, ou si ce lieu n'existe pas encore (stade du projet), les données concernant un autre lieu de travail où une activité industrielle similaire est exercée.
- b) Etudier les données sur l'émission sonore déjà disponibles éventuellement au sein de la société pour des machines similaires.
- c) Considérer les valeurs limites de bruit ambiant applicables au lieu de travail concerné, et, s'il en existe, les valeurs limites d'émission sonore pour la machine.
- d) Examiner le programme de réduction du bruit à long terme de l'entreprise, s'il existe.
- e) Déterminer quelles données sur l'émission sonore et, en option, quelle conformité avec une exigence de bruit ambiant l'acheteur peut raisonnablement demander aux fournisseurs potentiels, compte tenu de l'utilité technique et de la faisabilité. Cela peut impliquer une interaction entre plusieurs parties à l'intérieur et à l'extérieur de l'entreprise et un dialogue avec les fournisseurs potentiels.
- f) Réfléchir à la signification des données sur l'émission sonore, à la façon dont elles peuvent être utilisées et à quelles fins.

### **8.2 quelles informations demander aux fournisseurs potentiels**

Les informations essentielles à demander aux fournisseurs potentiels comprennent les données d'émission sonore suivantes :

- a) valeur déclarée combinée du niveau de puissance acoustique pondéré A,  $L_{WAd}$  , ou valeur déclarée dissociée (voir tableau 4 et ISO 4871) ;

1	Machine								
1.1	Type :	1.6	Paramètres liés au bruit machine						
1.2	Modèle :		Puissance électrique nominale :						
1.3	Constructeur :		Puissance mécanique nominale :						
1.4	Numéro de la machine :		Vitesse nominale : (à titre d'exemple)						
1.5	Année de fabrication :		Vitesse maximale : etc.						
2	Valeurs d'émission sonore mesurées								
	Mesurage de l'émission sonore conformément à l'ISO... et l'ISO...	Conditions de fonctionnement conformément à l'ISO...					Autres conditions de fonctionnement convenues		
		Sans charge Voir 2.6.1		Avec charge Voir 2.6.2			Utilisation envisagée Voir 2.6.3		
2.1	Niveau de puissance acoustique, $L_{WA}$ (réf. 1 pW)			dB		dB			dB
2.2	Incertitude de mesurage			dB		dB			dB
2.3	Niveau de pression acoustique d'émission pondéré A au poste de travail, $L_{pA}$			dB		dB			dB
2.3.1	Selon le cas, niveau de pression acoustique surfacique à 1 m, $L_{pA, 1m}$ ou			dB		dB			dB
2.3.2	Valeur maximale du niveau de pression acoustique à une distance d'1 m de la surface de la machine et à 1,60 m au-dessus du sol, $L_{pA, 1m, max}$			dB		dB			dB
2.4	Niveau de pression acoustique d'émission maximal pondéré C au poste de travail, $L_{pC peak}$			dB		dB			dB
2.5	En option, niveau sonore $L_{W}$ ou $L_p$ en bande d'octaves pour les conditions de fonctionnement spécifiées dans l'ISO...								
	f en Hz	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
	$L_{W}$ □ $L_p$ au poste de travail □ en db								
2.6	Information sur les conditions de fonctionnement								
2.6.1									
2.6.2									
2.6.3									

Tableau 4 Fiche de données d'émission sonore

3	Réduction du bruit			
3.1	Des moyens de réduction du bruit sont-ils inclus dans la conception de la machine ?  Si oui, quels sont-ils ?		Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
3.2	Existe-t-il une version à faible bruit de ce type de machine ?  Si oui, la réduction du niveau sonore est de combien ?		Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
		Sans charge	Avec charge	Utilisation envisagée
	Réduction de $L_{WA}$	dB	dB	dB
	Réduction de $L_{pA}$	dB	dB	dB
4	Valeurs déclarées  Selon le cas : valeur d'émission sonore déclarée combinée (4.1) <input type="checkbox"/> dissociée (4.2.) <input type="checkbox"/>			
		Sans charge	Avec charge	Utilisation envisagée
4.1	Valeur d'émission sonore déclarée combinée			
4.1.1	Niveau de puissance acoustique, $L_{WA,d}$	dB	dB	dB
4.1.2	Niveau de pression acoustique d'émission au poste de travail, $L_{pAd}$	dB	dB	dB
4.2	Valeur d'émission sonore déclarée dissociée			
4.2.1	Niveau de puissance acoustique, $L_{WA}$	dB	dB	dB
	Incertitude, $K_{WA}$	dB	dB	dB
4.2.2	Niveau de pression acoustique d'émission au poste de travail, $L_{pA}$	dB	dB	dB
	Incertitude, $K_{pA}$	dB	dB	dB
4.3	Niveau de pression acoustique d'émission maximal pondéré C au poste de travail, $L_{pC,peak}$	dB	dB	dB

tableau sans légende dans: 8.2 quelles informations demander aux fournisseurs potentiels

b) niveaux de pression acoustique d'émission au(x) poste(s) de travail :

- valeur déclarée combinée du niveau de pression acoustique pondéré A,  $L_{pAd}$ , ou valeur déclarée dissociée (voir tableau 4 et ISO 4871),
- niveau déclaré de pression acoustique d'émission maximal pondéré C,  $L_{pC,peak,d}$ , si applicable ;

c) la référence au code d'essai acoustique normalisé utilisé ou, si un tel code n'existe pas pour la machine concernée, une description complète de la méthode de mesurage de l'émission sonore de la machine, l'emplacement du poste de travail, les conditions de montage et de fonctionnement et le cycle de travail de la machine qui ont été utilisés.

Il est recommandé de demander :

- les niveaux de pression acoustique d'émission au(x) poste(s) de travail par bandes de fréquence,
- les niveaux de puissance acoustique par bandes de fréquence, et

- des informations sur la directivité de l'émission sonore, le cas échéant.

Le tableau 4 fournit un exemple de données typiques d'émission sonore à fournir par le constructeur d'une machine. Les données techniques relatives à la machine et la description de celle-ci peuvent être fournies dans d'autres fiches répondant au cahier des charges.

Si un code d'essai acoustique existe pour la famille de machines concernée, il convient que les grandeurs d'émission sonore ci-dessus satisfassent aux exigences de ce code. Il est recommandé de fournir une référence explicite, dans la déclaration de l'émission sonore, au code d'essai acoustique normalisé utilisé, s'il existe. Si le code d'essai offre des options (concernant les conditions de fonctionnement et de montage, les cycles de travail, l'emplacement des postes de travail, les méthodes de mesurage du bruit) ou si aucun code d'essai n'existe, il convient que la déclaration de l'émission sonore donne toutes les informations nécessaires pour assurer sa clarté.

A titre complémentaire et dans le cadre d'un accord privé conclu entre l'acheteur et un fournisseur potentiel, les données d'émission sonore pour des cycles de travail, des conditions de montage et de fonctionnement différents de ceux spécifiés dans le code d'essai acoustique applicable, s'il existe, et correspondant à des conditions de fonctionnement qui offrent un intérêt particulier pour l'acheteur, peuvent être également fournies.

### **8.3 valeurs déclarées et valeurs complémentaires d'émission sonore**

Des valeurs d'émission sonore sont données par le fabricant dans la déclaration « bruit ». La méthode et le mode opératoire pour vérifier ces valeurs sont définis dans l'ISO 4871.

Des données d'émission sonore complémentaires peuvent également figurer dans la déclaration « bruit ». Il peut s'agir d'informations qui ont été estimées, calculées ou mesurées dans diverses conditions de fonctionnement, divers environnements d'essai, etc. Il convient que la déclaration « bruit » fasse une nette distinction entre les valeurs déclarées et les valeurs complémentaires d'émission sonore.

### **8.4 signification et utilisation des valeurs d'émission sonore**

Les valeurs d'émission sonore constituent des caractéristiques intrinsèques d'une machine. Il n'existe aucune relation univoque et simple entre les valeurs d'émission sonore d'une machine et les valeurs de bruit ambiant qui seront rencontrées lorsque la machine fonctionnera finalement sur un lieu de travail. Les données d'émission sonore ne sont pas de nature à fournir des informations directement utilisables pour l'évaluation des niveaux sonores ambiants. De manière générale, les niveaux de pression acoustique de bruit ambiant au(x) poste(s) de travail d'une machine sont plus élevés que les niveaux de pression acoustique d'émission au(x) même(s) poste(s) de travail donnés dans la déclaration « bruit » en raison de la réflexion du son par les parois, des apports d'autres sources sonores et de conditions de fonctionnement différentes de celles pour lesquelles la déclaration « bruit » a été établie.

Les valeurs d'émission sonore peuvent être utilisées aux fins suivantes :

- a) sélection des machines offrant l'émission sonore la plus faible ;
- b) évaluation de l'état de la technique en matière de réduction du bruit ;
- c) possibilité d'un dialogue technique entre acheteurs et fournisseurs ;
- d) prévision des niveaux sonores ambiants probables dans le local où la machine et d'autres machines fonctionneront (voir article 9 et ISO/TR 11690-3) ;
- e) évaluation de la conformité du fournisseur avec des niveaux d'émission sonore spécifiés ou garantis.

L'utilisateur de machines doit suivre les exigences légales établies par des réglementations nationales pour lutter contre le bruit sur les lieux de travail et dans leur voisinage, et s'assurer donc de la prise en considération des obligations légales concernant l'émission sonore aux stades de la conception, de l'achat et de la réception de nouvelles machines. Tout en tenant compte des autres exigences techniques, il convient donc de rechercher, d'identifier et de sélectionner la machine présentant l'émission sonore la plus faible, si cela est faisable.

La disponibilité de valeurs d'émission sonore avant l'achat permet à un acheteur potentiel d'envisager, au stade de la conception, tous les moyens possibles de réduction du bruit.

A partir des données d'émission sonore d'une machine, il est possible d'estimer les niveaux de bruit ambiant dans le local où cette machine fonctionnera (voir article 9 et ISO/TR 11690-3). A partir des niveaux de bruit ambiant prévus, il est possible d'estimer si des niveaux-cibles de bruit ambiant seront atteints. Si la prévision montre que ces niveaux sont susceptibles d'être dépassés, il convient que l'acheteur potentiel discute avec le fournisseur potentiel des moyens techniques de réduction du bruit qui peuvent être mis en oeuvre sur la machine (voir ISO 11690-2:1996, article 5) . Si l'on s'attend à ce que ces moyens soient insuffisants, il convient que l'acheteur potentiel envisage des modifications du

local d'ordre technique et/ou organisationnel (voir ISO 11690-2 :1996, articles 6 et 7) .

### **8.5 exigences concernant les niveaux sonores ambiants**

Outre les valeurs d'émission sonore déclarées, un acheteur potentiel peut demander à un fournisseur de garantir qu'un niveau sonore ambiant donné, à des emplacements définis, dans un local spécifié et pour des conditions de fonctionnement définies de la machine, ne sera pas dépassé une fois la machine en fonctionnement. En pratique, cela implique une étroite collaboration et un dialogue technique entre les diverses parties concernées, à l'intérieur et à l'extérieur de l'entreprise, étant donné que l'impact sonore d'une nouvelle machine dépend fortement de la situation « bruit » initiale du local concerné.

Les niveaux de pression acoustique de bruit ambiant pondéré A au(x) poste(s) de travail d'une machine peuvent être d'environ 5 dB à 15 dB plus élevés que les niveaux de pression acoustique d'émission déclarés, en raison du bruit provenant de machines voisines analogues, de la réverbération du local et de conditions de fonctionnement différentes de celles pour lesquelles la déclaration « bruit » a été établie. En conséquence, on peut seulement être sûr, sans calcul, que l'installation d'une machine dans un local n'entraînera pas le dépassement d'une valeur-cible de bruit ambiant pondérée A de 85 dB si le niveau déclaré de pression acoustique d'émission pondéré A de la machine à son (ses) poste(s) de travail ne dépasse pas 70 dB. Dans tous les autres cas, des estimations appropriées ou, de préférence, des prévisions acoustiques sont nécessaires pour déterminer si la conformité avec les objectifs de bruit ambiant est susceptible d'être obtenue ou non.

### **8.6 vérification des niveaux d'émission sonore déclarés et/ou de bruit ambiant**

L'acheteur d'une machine peut vouloir déterminer si oui ou non les valeurs d'émission sonore données dans la déclaration « bruit » du fournisseur sont dépassées et/ou si une exigence spécifique sur le bruit ambiant est satisfaite.

La vérification des valeurs d'émission sonore déclarées doit être effectuée conformément aux méthodes et procédures données dans l'ISO 4871.

Il convient que la vérification des valeurs de bruit ambiant soit réalisée selon un protocole de mesurage acoustique convenu entre l'acheteur et le fournisseur (voir article 5 et aussi ISO 11690-2:1996, article 8 ).

### **8.7 développements**

La déclaration de l'émission sonore par les fournisseurs de machines est rendue obligatoire par certaines réglementations nationales. Le travail de normalisation en cours permettra de disposer sous forme de Normes internationales, de méthodes mises à jour de mesurage de l'émission sonore et de codes d'essai acoustique par famille de machines. Grâce à l'application appropriée de ces normes, des données d'émission sonore comparables pourront être rendues disponibles pour la plupart des machines présentes sur le marché. Pour chaque famille de machines, ces données indiquent clairement et de manière objective la plage de niveaux d'émission sonore couverte (voir ISO 11689). La valeur d'émission sonore d'une machine par rapport aux valeurs de sa famille permet à un acheteur potentiel d'envisager des options moins bruyantes.

Un exemple montrant des plages de valeurs d'émission sonore pour deux familles spécifiques de machines est fourni à la figure 8 . Une banque internationale de données sur le bruit rassemblant des valeurs déclarées d'émission sonore semble être l'outil approprié pour atteindre cet objectif.

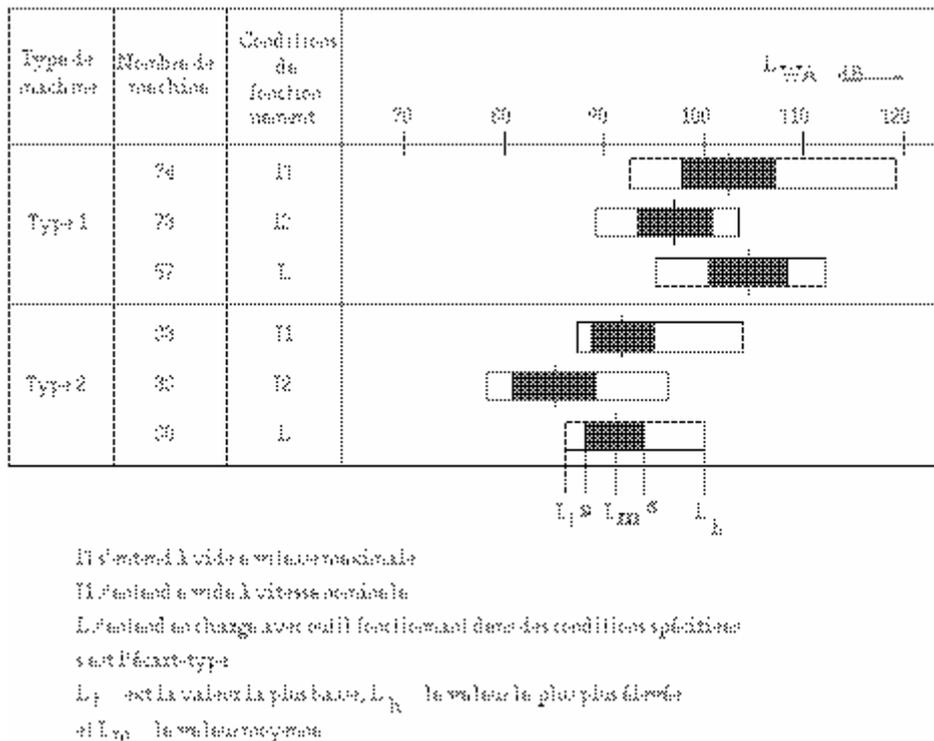


Figure 8 Illustration de la plage de valeurs d'émission sonore (niveau de puissance acoustique pondéré A,  $L_{WA}$ ) pour deux familles d'outils portatifs électriques

## 9 la prévision du bruit en tant qu'outil de conception

Il existe de nombreux moyens techniques pour diminuer les niveaux sonores ambiants dans les locaux de travail. Le calcul des niveaux de pression acoustique et le choix des moyens les plus appropriés constituent des éléments clés dans le cadre de l'utilisation de techniques fiables de prévision acoustique intérieure.

Ces techniques peuvent être appliquées avec un maximum d'efficacité au stade de la conception d'un nouveau local de travail. Elles constituent également un outil très utile dans le cas de locaux de travail existant où la situation « bruit » est insatisfaisante ou dans le cas de locaux de travail qui doivent être modifiés en raison du démarrage d'une activité nouvelle et/ou d'une réorganisation du travail.

Les techniques d'acoustique prévisionnelle intérieure permettent de simuler plusieurs conceptions possibles d'un local de travail ou plusieurs moyens possibles de réduction du bruit ambiant, et de comparer leurs efficacités. Cela fait de ces techniques un outil puissant d'aide à la décision.

La mise en oeuvre pratique de techniques d'acoustique prévisionnelle intérieure dans une situation donnée implique une modélisation appropriée des machines et des matériels en tant que sources sonores, de l'architecture interne du local de travail et de son encombrement en tant qu'éléments influençant la propagation du son. Cette modélisation, ainsi que le choix de la technique d'acoustique prévisionnelle intérieure la plus appropriée au cas étudié, est affaire d'expert acousticien.

L'ISO/TR 11690-3 fournit une brève description des techniques d'acoustique prévisionnelle intérieure disponibles à l'heure actuelle, ainsi qu'une méthodologie générale pour leur pratique par des parties telles que l'ingénierie acoustique et les experts en hygiène et sécurité de travail et/ou en matière de protection des travailleurs, possédant une bonne expérience de la réduction du bruit.

## 10 programme à long terme de réduction du bruit

Il arrive que les entreprises soient obligées de recourir à des moyens de production bruyants pour leurs procédures de travail. Etant donné qu'il est plus facile de réduire le bruit progressivement que d'un seul coup, l'entreprise a donc intérêt à disposer d'un programme officiel de réduction du bruit à long terme. Ce programme doit satisfaire aux exigences des diverses réglementations applicables et anticiper sur leurs évolutions potentielles. Son contenu est différent pour les lieux de travail en projet et ceux qui existent déjà.

Dans le cas de lieux de travail en projet, le service achats demande par écrit aux fournisseurs toutes les données concernant les performances acoustiques des différentes machines et équipements. Il est normal de vérifier ensuite les performances spécifiées, ce qui permet de développer étape par étape une banque de données complète et fiable sur les données d'émission sonore des machines.

Sur cette base, on pourra utiliser une méthodologie provisionnelle pour évaluer les niveaux d'exposition sonore et de bruit ambiant sur les lieux de travail.

Dans le cas de lieux de travail existants, la situation « bruit » est vérifiée périodiquement par des mesurages effectués in situ. Les données mesurées, les conditions de mesurage et de fonctionnement ainsi que la date sont relevées. Cela permet de déterminer les configurations les moins bruyantes en comparant divers lieux de travail. Cela permet également de comparer des modifications éventuelles de la situation « bruit » sur une période donnée. Une des principales composantes de la stratégie de réduction du bruit est celle qui consiste à identifier les sources sonores et à les classer. Ce classement tient compte des niveaux de puissance acoustique, de la durée de fonctionnement des machines et du nombre de machines. De concert avec une méthodologie prévisionnelle, il permet de définir les actions les plus efficaces de réduction du bruit. Il est recommandé de toujours vérifier s'il y a accord entre l'efficacité des moyens de réduction du bruit mis en oeuvre et leurs spécifications initiales et d'en conserver une trace écrite.

Le succès du programme de réduction du bruit à long terme dépend, entre autres choses, de la sensibilisation et de la formation technique du personnel de l'entreprise (ingénieurs et techniciens, direction) en matière de réduction du bruit.

Le programme de réduction du bruit à long terme devrait spécifier que :

- a) le bruit ambiant aux postes de travail doit être déterminé et relevé ;
- b) l'émission sonore doit être déterminée pour chaque source (machines, équipements, dispositifs y compris les systèmes de transport, les procédés de travail, etc.) dans les conditions de montage et de fonctionnement habituelles ;
- c) si possible, les données d'émission sonore pertinentes doivent être obtenues des fabricants et/ou des fournisseurs de machines et d'équipements (déclaration de l'émission sonore, voir article 8) ;
- d) il doit être prouvé si oui ou non toute limite de bruit ambiant, d'exposition sonore ou d'émission sonore spécifiée dans les réglementations nationales est dépassée ;
- e) il convient que les niveaux de puissance acoustique ou les niveaux de pression acoustique aux postes de travail soient également déterminés par bande d'octave, et que les niveaux de pression acoustique soient également déterminés en fonction du temps ;
- f) les sources sonores principales doivent être identifiées et leur influence sur le bruit ambiant déterminé à chaque poste de travail ;
- g) la présente partie de l'ISO 11690 (et éventuellement d'autres normes ou recommandations nationales ou internationales, ainsi que la littérature technique sur la réduction du bruit) doit être considérée comme une source d'information sur les moyens techniques [voir ISO 11690-2 pour la réduction du bruit (émission et niveaux de bruit ambiant)] ;
- h) les moyens de réduction du bruit doivent être en accord avec l'état actuel de la technique en matière de réduction du bruit ;
- i) chaque zone bruyante doit faire l'objet d'un traitement adapté pour réduire le bruit.

Le programme à long terme devrait spécifier, pour chaque zone bruyante :

- a) les objectifs visés ;
- b) le calendrier de mise en oeuvre des moyens de réduction du bruit ;
- c) la réduction du bruit ambiant réalisable pour chaque source (en fonction des niveaux de pression acoustique d'émission ou de puissance acoustique) ;
- d) les dispositifs de réduction du bruit utilisés (en termes de perte d'insertion) ;
- e) les paramètres de propagation du son dans chaque local de travail (en termes de durée de réverbération et/ou de distribution spatiale de la pression acoustique) ;
- f) la réduction du bruit ambiant réalisée à chaque poste de travail ;
- g) le bruit ambiant à chaque poste de travail et l'exposition sonore des travailleurs.

Il convient que la mise en oeuvre du programme à long terme de réduction du bruit fasse l'objet d'un suivi. Il est recommandé que les réductions du niveau sonore obtenues soient déterminées et fassent l'objet d'un rapport. Une mise à jour régulière du programme est recommandée.

On veillera également à ce que la réduction de l'émission sonore soit toujours réalisée chaque fois que possible, même si ceci n'a que peu d'influence sur les niveaux sonores ambiants moyens ou d'exposition à un moment donné. En effet, à long terme, la réduction du bruit peut ne devenir pleinement efficace qu'après la mise en oeuvre de la totalité des moyens de réduction du bruit programmés.

## Annexe A (informative) bibliographie

- ISO 140-1:1990, Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 1 : Spécifications relatives aux laboratoires.
- ISO 140-2:1991, Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 2 : Détermination, vérification et application des données de fidélité.
- ISO 140-3:1995, Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 3 : Mesurage en laboratoire de l'isolation aux bruits aériens des éléments de construction.
- ISO 140-4:- (2), Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 4 : Mesurage sur place de l'isolation aux bruits aériens entre les pièces.
- ISO 140-5 :- (3), Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 5 : Mesurage sur place de l'isolation aux bruits aériens des éléments de façade et des façades.
- ISO 140-6:- (4), Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 6 : Mesurage en laboratoire de l'isolation des sols aux bruits de chocs.
- ISO 140-7:- (5), Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 7 : Mesurage sur place de l'isolation des sols aux bruits de chocs.
- ISO 140-8:- (6), Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 8 : Mesurage en laboratoire de la réduction de la transmission des bruits de chocs par les revêtements de sol sur plancher normalisé.
- ISO 140-9:1985, Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 9 : Mesurage en laboratoire de l'isolation au bruit aérien de pièce par un plafond suspendu surmonté d'un vide d'air.
- ISO 140-10:1991, Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 10 : Mesurage en laboratoire de l'isolation au bruit aérien de petits éléments de construction.
- ISO 354:1985, Acoustique - Mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante.
- ISO 717-1:- (7), Acoustique - Evaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 1 : Isolement des immeubles et des éléments intérieurs de construction aux bruits aériens.
- ISO 717-2:- (8), Acoustique - Evaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 2 : Transmission des bruits de chocs.
- ISO 4869-1:1990, Acoustique - Protecteurs individuels contre le bruit - Partie 1 : Méthode subjective de mesurage de l'affaiblissement acoustique.
- ISO 4869-2:1994, Acoustique - Protecteurs individuels contre le bruit - Partie 2 : Estimation des niveaux de pression acoustique effectifs pondérés A en cas d'utilisation de protecteurs individuels contre le bruit.
- ISO 4869-3:1989, Acoustique - Protecteurs individuels contre le bruit - Partie 3 : Méthode simplifiée de mesurage de l'affaiblissement acoustique des protecteurs du type serre-tête, destinée aux contrôles de qualité.
- ISO 7235:1991, Acoustique - Méthodes de mesurage pour silencieux en conduit - Perte d'insertion, bruit d'écoulement et perte de pression totale.
- ISO 7574-1:1985, Acoustique - Méthodes statistiques pour la détermination et le contrôle des valeurs déclarées d'émission acoustique des machines et équipements - Partie 1 : Généralités et définitions.
- ISO 7574-2:1985, Acoustique - Méthodes statistiques pour la détermination et le contrôle des valeurs déclarées d'émission acoustique des machines et équipements - Partie 2 : Méthodes pour valeurs déclarées de machines individuelles.
- ISO 7574-3:1985, Acoustique - Méthodes statistiques pour la détermination et le contrôle des

valeurs déclarées d'émission acoustique des machines et équipements - Partie 3 : Méthode simplifiée (transitoire) pour valeurs déclarées de lots de machines.

- ISO 7574-4 :1985, Acoustique - Méthodes statistiques pour la détermination et le contrôle des valeurs déclarées d'émission acoustique des machines et équipements - Partie 4 : Méthodes pour valeurs déclarées de lots de machine.
- ISO 10053:1991, Acoustique - Mesurage, dans des conditions de laboratoire spécifiques, de l'affaiblissement acoustique apporté par les écrans utilisés dans les bureaux.
- ISO 11546-1:1995, Acoustique - Détermination de l'isolement acoustique des encoffrements - Partie 1 : Mesurage dans des conditions de laboratoire (aux fins de déclaration).
- ISO 11546-2:1995, Acoustique - Détermination de l'isolement acoustique des encoffrements - Partie 2 : Mesurage sur site (aux fins d'acceptation et de vérification).
- ISO 11654:- (9), Acoustique - Absorbants pour l'utilisation dans les bâtiments - Evaluation de l'absorption acoustique.
- ISO/TR 11688-2:- (9) , Acoustique - Pratique recommandée pour la conception de machines et équipements à bruit réduit - Partie 2 : Introduction à la physique de la conception à bruit réduit.
- ISO/TR 11690-3:- (9) , Acoustique - Pratique recommandée pour la conception de lieux de travail à bruit réduit contenant des machines - Partie 3 : Propagation du son et acoustique prévisionnelle dans les locaux de travail.
- ISO 11691:1995, Acoustique - Mesurage de la perte d'insertion de silencieux en conduit sans écoulement - Méthode de contrôle en laboratoire.
- ISO 11820:1996, Acoustique - Mesurages sur silencieux in situ.
- ISO 11821:- (9) , Acoustique - Détermination de l'atténuation acoustique in situ d'un écran amovible.
- ISO 11957:1996, Acoustique - Détermination des performances d'isolement acoustique des cabines - Mesurage en laboratoire et in situ.
- MAY D.N. (ed.). Handbook of Noise Assessment. van Nostrand Reinhold, New York,1978.
- Nordic Noise Data Bank. Akustisk Laboratorium/ELAB, N-7034 Trondheim, NTH Norway.
- VDI-Richtlinie. Emissionskennwerte technischer Schallquellen (Valeurs d'émission des sources de bruit). Beuth Verlag, Berlin.
- Notes documentaire INRS. 30, rue Olivier Noyer, 7 5680 Paris Cedex 14, France (Noise control in specific industrial branches).

#### NOTE

(2)A publier. (Révision de l'ISO 140-4:1978)

#### NOTE

(3)A publier. (Révision de l'ISO 140-5:1978)

#### NOTE

(4)A publier. (Révision de l'ISO 140-6:1978)

#### NOTE

(5)A publier. (Révision de l'ISO 140-7:1978)

#### NOTE

(6)A publier. (Révision de l'ISO 140-8:1978)

#### NOTE

(7)A publier. (Révision de l'ISO 717-1:1982 et de l'ISO 717-3:1982)

#### NOTE

(8)A publier. (Révision de l'ISO 717-2:1982)

#### NOTE

(9)A publier.

## **Annexe ZA (normative) références normatives aux publications internationales avec leurs publications européennes correspondantes**

Cette norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

ISO 3741, 1988, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Méthodes de laboratoire en salles réverbérantes pour les sources à large bande., EN 23741, 1991,

ISO 3742, 1988, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Méthodes de laboratoire en salles réverbérantes pour les sources émettant des bruits à composantes tonales et à bande étroite., EN 23742, 1991,

ISO 3743-1, 1994, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Méthodes d'expertise en champ réverbéré applicables aux petites sources transportables - Partie 1 : Méthode par comparaison en salle d'essai à parois dures., EN ISO 3743-1, 1995,

ISO 3744, 1994, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique - Méthodes d'expertise dans des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant., EN ISO 3744, 1995,

ISO 3746, 1995, Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique - Méthode de contrôle employant une surface de mesure enveloppante au-dessus d'un plan réfléchissant., EN ISO 3746, 1995,

ISO 9614-1, 1993, Acoustique - Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Partie 1 : Mesurages par points., EN ISO 9614-1, 1995,

ISO 9614-2, 1996, Acoustique - Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit - Partie 2 : Mesurage par balayage., EN ISO 9614-2, 1995,

ISO 11200, 1995, Acoustique - Bruit émis par les machines et équipements - Guide d'utilisation des normes de base pour la détermination des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail et en d'autres positions spécifiées., EN ISO 11200, 1995,

ISO 11201, 1995, Acoustique - Bruit émis par les machines et équipements - Mesurage des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail et en d'autres positions spécifiées - Méthode d'expertise dans des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant., EN ISO 11201, 1995,

ISO 11202, 1995, Acoustique - Bruit émis par les machines et équipements - Mesurage des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail et en d'autres positions spécifiées - Méthode de contrôle in situ., EN ISO 11202, 1995,

ISO 11203, 1995, Acoustique - Bruit émis par les machines et équipements - Mesurage des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail et en d'autres positions spécifiées à partir du niveau de puissance acoustique., EN ISO 11203, 1995,

ISO 11204, 1995, Acoustique - Bruit émis par les machines et équipements - Mesurage des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail et en d'autres positions spécifiées - Méthode nécessitant des corrections d'environnement., EN ISO 11204, 1995,

### **Liste des documents référencés**

NF EN ISO 11690-2 (S31-600-2) (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