

## L'insonorisation dans l'industrie du bois

Cette fiche a été rédigée par C. GUILLEMIN et J.-J. BARBARA, INRS - Paris  
avec la collaboration de A. KONINCK, CRAM de Lille



**Le bruit est source de surdités professionnelles ainsi que de fatigues auditives et nerveuses. Celles-ci dégradent la santé de ceux qui y sont exposés et sont facteurs d'accidents par diminution sensible de la vigilance.**

**C'est pourquoi, dans l'industrie du bois, la lutte contre le bruit est l'une des préoccupations majeures des préventeurs.**

# 1 RÉGLEMENTATION

## 1.1 STRUCTURE

L'évolution de la réglementation relative à la protection des travailleurs contre le bruit entraîne un renforcement des actions visant à réduire les niveaux sonores, notamment depuis 1988.

Plusieurs décrets et arrêtés (voir Aide-mémoire juridique INRS 41 TJ 16 et fiche ED 1281) traitent principalement des trois grands chapitres suivants :

- **Protection des travailleurs** contre le bruit :
  - **obligations des employeurs** vis-à-vis des salariés exposés au bruit.
- **Réduction du bruit des machines** :
  - **obligations des fabricants de machines.**
- **Insonorisation des locaux** :
  - **obligations des maîtres d'ouvrages dans les opérations de constructions.**

## 1.2 CONTENU

### 1.2.1 Obligations des employeurs

#### 1.2.1.1 Contrôle de l'exposition au bruit :

**Obligation de mesurer le bruit au poste de travail pour**

- identifier les travailleurs soumis à un niveau d'exposition sonore quotidien, noté  $Lex, d$  supérieur ou égal à 85 dB(A) ou à un niveau de pression acoustique de crête, noté  $L_{pc}$ , supérieur ou égal à 135 dB

**$Lex, d \geq 85 \text{ dB(A)}$  ou  $L_{pc} \geq 135 \text{ dB}$**

- faire connaître à chaque travailleur le niveau sonore auquel il est soumis par une signalisation appropriée.

#### 1.2.1.2 Prévention collective :

**obligation si**

$Lex, d \geq 90 \text{ dB(A)}$  ou  $L_{pc} \geq 140 \text{ dB}$  d'établir et mettre en œuvre un programme de mesures techniques de correction acoustique et/ou d'organisation du travail afin de réduire l'exposition au bruit.

#### 1.2.1.3 Protection individuelle :

**obligation si :**

- a)  $Lex, d \geq 85 \text{ dB(A)}$  ou  $L_{pc} \geq 135 \text{ dB}$ 
  - **de mettre à disposition** des protecteurs individuels (bouchons d'oreilles, casque antibruit)
- b)  $Lex, d \geq 90 \text{ dB(A)}$  ou  $L_{pc} \geq 140 \text{ dB}$ 
  - **de faire porter** des protecteurs individuels.

#### 1.2.1.4 Surveillance médicale

- si  $Lex, d \geq 85 \text{ dB(A)}$  = affectation du travailleur à un autre poste après avis du médecin du travail
- et pour
- $90 \text{ dB(A)} \leq Lex, d \leq 100 \text{ dB(A)}$  = contrôle tous les deux ans
- $Lex, d > 100 \text{ dB(A)}$  = contrôle tous les ans.

### 1.2.2 Obligations des fabricants de machines

- **Concevoir et construire** les machines de telle sorte que le bruit émis soit à un niveau le plus bas possible compte tenu de l'état des techniques.
- **Inform**er l'acheteur dans la notice d'instruction de la machine sur le bruit aérien émis :
  - si  $LA_{eq, T} > 70 \text{ dB(A)}$  : indiquer le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A noté  $LA_{eq, T}$
  - si  $LA_{eq, T} > 85 \text{ dB(A)}$  : indiquer en plus le niveau de puissance acoustique pondéré A noté LWA
  - si  $L_{pc} > 130 \text{ dB}$  : indiquer les conditions de mesurage.
- **Préciser** dans la notice d'instructions les prescriptions relatives à l'installation et au montage destinées à diminuer le bruit engendré et les vibrations produites.

### 1.2.3 Obligations des maîtres d'ouvrages

- **Réduire le champ sonore réverbéré** (arrêté du 30 août 1990) (voir brochure INRS ED 773).
- **Isoler** pour limiter la propagation du bruit dans les locaux voisins.

# 2

## NOTIONS DE CHAMP SONORE ET DE NIVEAU DE BRUIT REÇU

### 2.1 CHAMP SONORE DIRECT

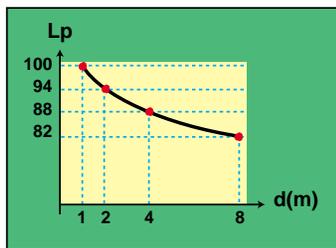


Fig. 1 - Courbe de décroissance en champ libre

(source dont  $L_p = 100$  dB à 1 m)

Une source sonore qui émet en champ libre (en pleine nature par exemple) engendre un niveau de pression acoustique  $L_p$  dont la valeur décroît à raison de 6 dB par doublement de distance (fig. 1).

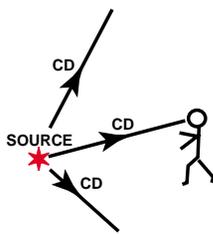


Fig. 2 - Champ sonore direct

Le récepteur ne reçoit que l'onde acoustique qui provient directement de la source : on dit qu'il est dans le **champ sonore direct** de la source (fig. 2).

### 2.2 CHAMP SONORE RÉVERBÉRÉ

Si on enferme la source sonore dans un local, ses parois vont provoquer des réflexions qui donnent naissance à un champ sonore réfléchi. On l'appelle le **champ sonore réverbéré** du local.

### 2.3 NIVEAU DE BRUIT REÇU

Celui-ci dérive du champ sonore résultant de la composition des deux champs direct et réverbéré (fig. 3).

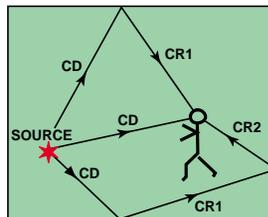


Fig. 3 -

$$\text{Niveau de bruit reçu} = \text{Champ sonore direct} + \text{Champ sonore réverbéré}$$

Il se mesure en décibels à l'aide d'un sonomètre, et pour prendre en compte l'incidence de la subjectivité de l'ouïe humaine face aux bruits stables, continus et de bas niveaux, on utilise le décibel pondéré A : [dB(A)].

Remarque : Chaque fois qu'on double la puissance sonore, le niveau de bruit augmente de 3 dB(A). Exemple : deux machines produisant chacune le même niveau sonore de 80 dB(A), produisent en fonctionnement simultané, un niveau sonore de 83 dB(A), etc. (fig. 4).

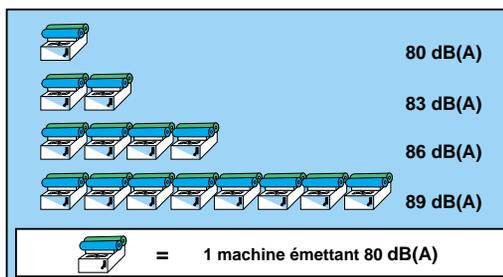


Fig. 4 - Augmentation du niveau de bruit en fonction du nombre de machines

# 3

## ACTIONS POSSIBLES

### 3.1 RÉDUCTION DU BRUIT À LA SOURCE

#### 3.1.1 Cas des machines neuves

Les machines sont les sources principales du bruit. Il est essentiel, lors de l'achat de ces machines, de se préoccuper de leurs niveaux d'émission sonore (niveau de puissance acoustique, niveau de pression acoustique au poste de travail) dans les conditions réelles d'exploitation y compris avec leurs outils spéciaux et leurs équipements périphériques (fers hélicoïdaux de raboteuses ou aspirateurs de copeaux). Ces informations doivent figurer dans la notice descriptive ou d'utilisation de la machine, conformément aux dispositions réglementaires en vigueur. Avant passation d'un marché de machines neuves, il est indispensable d'introduire dans les spécifications techniques du cahier des charges, les niveaux d'émission souhaitables sur lesquels le fournisseur peut s'engager contractuellement.

#### 3.1.2 Cas des machines en service

Il convient de veiller au bon entretien des machines en service (lubrification, jeux, équilibrage des parties tournantes) et remédier, autant que faire se peut, aux causes de bruits en leur adaptant des dispositifs appropriés (butées en caoutchouc ou en matériau de synthèse, tôles rigides amorties, amortisseurs d'éléments de paroi, outils spéciaux, capotage,...). Ces derniers ne doivent pas être de nature à nuire, de quelque manière que ce soit, au bon fonctionnement des machines. Avant toute installation et à toutes fins utiles, il est vivement souhaitable de consulter le fabricant des machines concernées.

### 3.2 DISPOSITIFS ANTIVIBRATILES

Cette solution est à envisager systématiquement et en complément aux efforts effectués pour réduire le bruit émis par les machines. Ces dispositifs s'intercalent entre le sol et la machine afin de limiter la transmission des vibrations.

Le choix de ces dispositifs antivibratiles est du domaine des spécialistes en la matière. Leur adéquation aux machines est d'une importance déterminante pour obtenir les résultats attendus.

### 3.3 TRAITEMENT ACOUSTIQUE DES LOCAUX

Il consiste en un revêtement du plafond et éventuellement des murs à l'aide de matériaux absorbants, afin de réduire le plus possible le champ sonore réverbéré. En effet, celui-ci contribue à l'augmentation du niveau de pression acoustique d'exposition déterminé principalement par le champ sonore direct. Les figures 5, 6 et 7 donnent des exemples schématiques de l'influence des caractéristiques d'absorption des parois du local.

Le choix des matériaux absorbants et leur disposition sont très importants. Le surcoût qui en résulte demeure généralement assez faible en regard du coût de la construction des locaux [environ 1% pour un gain de 3 dB(A)].

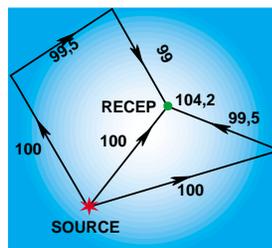


Fig. 5 - Parois non absorbantes

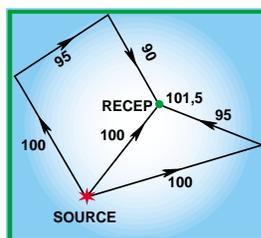


Fig. 6 - Parois absorbantes

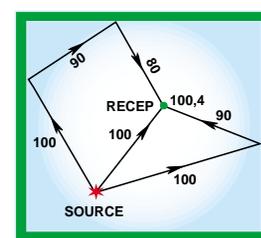


Fig. 7 - Parois très absorbantes

### 3.4 IMPLANTATION OU RÉIMPLANTATION DE MACHINES

- Espacer les machines le plus possible afin de diminuer la densité des sources sonores.
- Isoler les machines les plus bruyantes, chaque fois que cela est possible :
  - dans un même atelier,
  - par la mise en place d'écrans acoustiques,
  - par encoffrement.
- Effectuer une étude d'acoustique prévisionnelle.

### 3.5 ACOUSTIQUE PRÉVISIONNELLE

Elle permet d'adopter des solutions techniques optimales par simulation sur ordinateur de la propagation du son avant l'existence même de l'atelier (ou son réaménagement) et de prévoir les niveaux sonores aux postes de travail en dressant des cartes de bruit.

La méthodologie prévisionnelle et les outils de calcul associés existent. Ils sont couramment utilisés par les bureaux d'étude spécialisés et qualifiés en matière d'acoustique et par les différents laboratoires d'acous-

tique français et étrangers. Les CRAM disposent de centres de mesures physiques qui pratiquent également sur le terrain ces méthodes d'acoustique prévisionnelle.

Avant toute nouvelle installation d'atelier il convient donc de :

- déterminer les caractéristiques du local (mesures de la durée de réverbération et de la décroissance spatiale du son dans l'atelier) ;
- établir une carte prévisionnelle de bruit.

### 3.6 ENCOFFREMENT DE LA SOURCE DE BRUIT

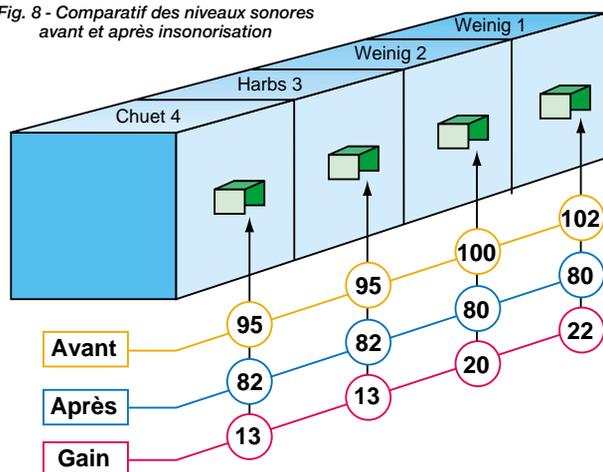
Lorsque le niveau sonore ambiant reste élevé pour l'opérateur, il est conseillé d'envisager l'encoffrement intégral de la machine en respectant les impératifs d'accès et de fonctionnement de celle-ci. Cette solution, quand elle est possible, constitue une très bonne solution car elle permet un affaiblissement important, pouvant dépasser 20 dB(A) à condition toutefois que les règles de base suivantes soient bien respectées : parois de masse surfacique suffisante et bien amorties, découplage antivibratile de l'encoffrement par rapport à la machine, réduction des ponts phoniques (notamment à l'entrée et la sortie des matériaux dans la machine). L'élimination des copeaux et des calories constitue une des difficultés du problème.

## 4 EXEMPLES DE RÉALISATION

### 4.1 ENCOFFREMENT

Dans le cadre d'un contrat de prévention, l'insonorisation de 4 machines à raboter "quatre faces", dont le niveau de pression acoustique avoisine ou dépasse pour chacune d'elles les 100 dB(A), a été réalisée par encoffrement. Cette solution a permis d'obtenir les résultats indiqués sur la figure 8.

Fig. 8 - Comparatif des niveaux sonores avant et après insonorisation



Les 4 cabines d'insonorisation englobent totalement et séparent chacune des 4 machines installées en parallèle. Ces cabines isolantes sont accolées les unes aux autres.



Fig. 9 - Vue générale des 4 cabines d'insonorisation

La figure 9 (\*) montre une vue générale de ces cabines formant un ensemble cohérent. Chacune des cabines, réalisées à partir d'éléments insonorisants modulaires, possède, de chaque côté (entrée et sortie des bois), une porte vitrée et une baie vitrée permettant un accès facile à la machine et une grande visibilité du travail en cours. Il est important que tous les joints soient correctement posés et de bonne qualité.

La figure 10 (\*) montre que les orifices pratiqués pour l'alimentation de la machine et de la sortie des bois usinés ont été complétés chacun par un tunnel absorbant pour faciliter toute intervention d'entretien ou autres, ... afin de "piéger" le maximum de bruit s'échappant par ces ouvertures.



Fig. 10 - Tunnel absorbant sur orifice d'alimentation d'une machine

La figure 11 (\*) montre la facilité d'accès à la machine et à ses différents réglages. On y aperçoit les gaines d'aspiration de copeaux aux différents points d'usinage. Ces gaines se raccordent sur un collecteur unique, ce qui permet une seule sortie au niveau de la cabine d'où une réduction des ponts phoniques (dus au passage des gaines à travers les parois isolantes) occasionnant donc un moindre coût pour leur traitement.



Fig. 11 - Accès facile aux différents réglages de la machine dans la cabine d'insonorisation

(\*) Photographies publiées avec l'aimable autorisation de la Société Fournier (Nord).

## 4.2 OUTILS SPÉCIAUX



Fig. 12 - Vue d'une dégauchisseuse munie de couteaux hélicoïdaux

Dans le cadre d'un réaménagement d'atelier et de rénovation d'outils de travail, le remplacement sur des dégauchisseuses non encoffrables des couteaux droits par des couteaux hélicoïdaux a permis une diminution intéressante des niveaux sonores d'exposition pour un coût relativement peu élevé, mais avec un encrassement des couteaux plus important (fig. 12).

Deux types d'essais comparatifs ont été effectués (à vide et en charge) selon les deux configurations utilisées couramment (dégauchisseuse et raboteuse). Les essais en charge ont été réalisés avec des madriers en hêtre de section 160 x 65 et des profondeurs de passes de 2 et 4 mm (différence de niveau sonore peu significative entre ces deux profondeurs).

Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus lors des différents essais et donne la valeur moyenne des niveaux sonores en dB(A) selon le mode de fonctionnement de la machine (en dégauchisseuse ou en raboteuse et en charge ou à vide) et le type d'outil utilisé (droit ou hélicoïdal).

Type d'outil	MODE DE FONCTIONNEMENT			
	Dégauchisseuse		Raboteuse	
	A vide	En charge	A vide	En charge
① Outil droit	88	91	84	92
② Outil hélicoïdal	76	85	76	88
Gain 1-2	12	6	8	4

L'utilisation d'outils hélicoïdaux en remplacement d'outils droits a donc permis une diminution des niveaux sonores d'exposition de :

- machines en charge : 4 à 6 dB(A)
- machines à vide : 8 à 12 dB(A)

# 5 CONCLUSION

## 5.1 LIMITES D'EFFICACITÉ DES ACTIONS POSSIBLES

Le moyen le plus efficace de lutter contre le bruit est la réduction à la source par action sur la machine elle-même. Toutefois, les constructeurs de machines et d'outils sont encore peu sensibilisés à ce problème. Des solutions existent pour des coûts peu élevés si l'on considère leurs rendements et leur pérennité (cas des couteaux hélicoïdaux pour raboteuses et dégauchisseuses). D'autres sont à l'étude, comme l'utilisation de matériau "sandwich", étude portant actuellement sur leur tenue mécanique en charge, leur tenue à l'échauffement et aux vibrations.

C'est avant tout une question de volonté et d'ingéniosité et l'acheteur-utilisateur de machines a un rôle déterminant à jouer pour inciter les concepteurs-constructeurs de machines à cet effort en incluant les niveaux sonores d'émission dans ses critères de choix et en les intégrant de la façon la plus précise possible dans son cahier des charges.

En effet, toutes les autres actions correctives évoquées dans ce document ne sont en réalité que des palliatifs qui ont leur efficacité limitée aux zones éloignées des sources de bruit. En ce qui concerne le poste de travail sur machines bruyantes, hormis l'encoffrement qui n'est pas toujours possible et en général assez coûteux, les autres actions ne permettent pas de réduire, de manière significative, le niveau de bruit.

Cependant, lorsque cela est possible (ligne automatisée notamment), l'isolement du personnel en cabine insonorisée implantée au sein même de l'atelier demeure une excellente solution dans la mesure où elle permet de réduire considérablement les durées d'exposition.

## 5.2 LA PROTECTION INDIVIDUELLE

Lorsqu'il s'avère impossible pour des raisons techniques et/ou financières de réduire le niveau d'exposition à un niveau sonore compatible avec la santé des personnes exposées au bruit (cf. paragraphe 1.2.1), il est alors impératif d'avoir recours, en ultime solution palliative, aux protecteurs individuels de l'ouïe. Ceux-ci procurent couramment un affaiblissement global de 20 dB(A) environ à condition de bien les choisir (voir brochure INRS ED 749). Ils se présentent sous deux formes différentes :

- les casques englobant le pavillon de l'oreille,
- les bouchons d'oreilles obstruant le conduit auditif.

**ATTENTION : un protecteur individuel de l'ouïe, convenablement adapté au cas d'exposition et le plus confortable possible, doit être porté chaque fois que nécessaire.**

## 5.3 INFORMATION DU PERSONNEL

Dans le cas d'une indispensable protection individuelle, il faut informer le personnel sur les risques liés au bruit et consulter le CHSCT et le médecin du travail, sur les moyens à mettre en œuvre et les conditions d'utilisation. L'employeur devra assurer et veiller à la constante mise à disposition des protecteurs individuels et au port de ceux-ci par les personnes exposées au bruit (voir fiche INRS ED 1432).

Un dispositif de signalisation optoélectronique d'atelier, qui "ausculte" continuellement le niveau d'exposition sonore, peut efficacement rappeler cette obligation sans intervention humaine.

## BIBLIOGRAPHIE

- BARBARA J.-J. - Environnement bruyant de l'homme au travail. Paris, INRS, 1989, ED 1281, 4 p.
- KUSY A. - Efficacité et confort des protecteurs individuels contre le bruit. Résultats de la 4<sup>e</sup> campagne d'essais. Paris, INRS, 1991, ED 749, 30 p.
- ALSINA D. - Le bruit... un casse-tête. Villeneuve-d'Ascq, Caisse régionale d'assurance maladie, 1992, 133 p.

- SOUDRY C. - Le bruit en milieu de travail. Aide-mémoire juridique. Paris, 1997, TJ 16, 14 p.
- BARBARA J.-J. - La signalisation du bruit en milieu de travail. Paris, INRS, 1994, ED 1432, 6 p.
- LEROY A. - Conception des lieux de travail. Obligations des maîtres d'ouvrage. Réglementation. Paris, INRS, 1996, ED 773, 102 p.