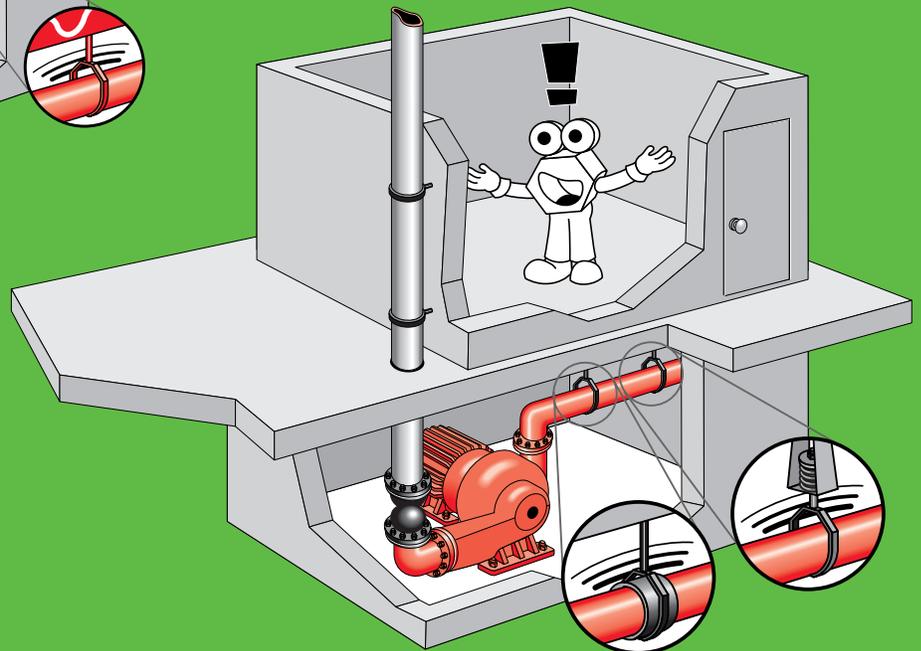
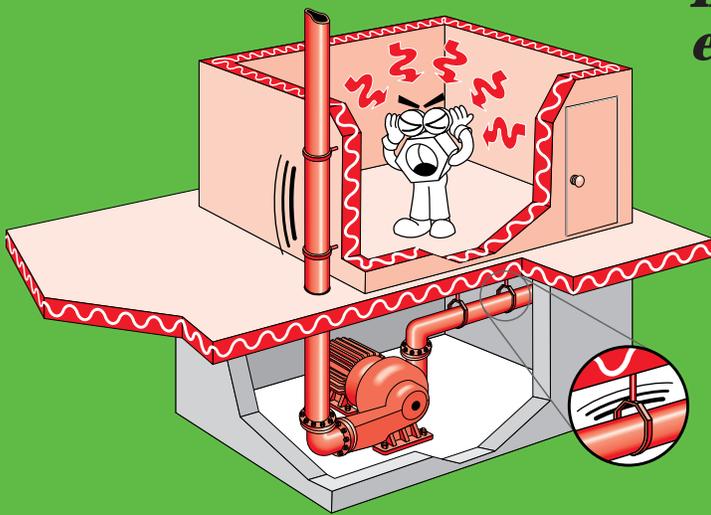


# Réduire le bruit en milieu de travail

*Informations générales  
et techniques illustrées*



**CSST**

Commission  
de la santé  
et de la sécurité  
du travail



*Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce guide.*

**Conception et rédaction**

Phat Nguyen, ing., de Produits Acoustiques PN inc., au service de Décibels Consultants Inc. au moment du contrat  
Ginette Parent, ing., chargée de projets, Direction de la prévention-inspection, Vice-présidence à la programmation et à l'expertise-conseil, CSST

**Collaboration spéciale**

Nicole Ouellette et Jean Yves Charbonneau, Direction de la prévention-inspection, Vice-présidence à la programmation et à l'expertise-conseil, CSST

**Illustrations**

Stéphane Roy

**Révision linguistique**

Tradulitech

**Production et édition électronique**

Direction des communications

**Préresse**

Typo express inc.



# Mise en garde

L'objectif de ce guide est de présenter des techniques illustrées et des informations générales afin d'aider les entreprises à réduire l'exposition au bruit en milieu de travail.

La présentation simplifiée de ces informations n'apporte sans doute pas de réponses à toutes les questions, mais vous pouvez également faire appel à des personnes qualifiées inscrites au *Répertoire des ressources* publié dans la même série.

D'une part, les fabricants ou les distributeurs de produits insonorisants peuvent vous aider à choisir des produits qui conviennent à la situation. Il vous appartient alors de vous assurer de la pertinence des solutions proposées.

D'autre part, pour des problèmes qui vous paraissent plus complexes ou qui nécessitent d'importantes modifications des machines, des équipements, des postes de travail ou des procédés, il est recommandé de faire appel à des ingénieurs spécialisés en réduction du bruit industriel pour concevoir les plans et devis de ces modifications. D'autres personnes qualifiées peuvent aussi vous conseiller sur les principes d'insonorisation pouvant s'appliquer à vos besoins ou à vos installations. Vous pouvez vous assurer ainsi de rentabiliser vos investissements.

L'adaptation des principes et des exemples présentés dans ce guide ainsi que le fonctionnement sécuritaire des installations ou des équipements ayant fait l'objet de modifications relèvent uniquement de la responsabilité des utilisateurs.

## **Également publiés dans la série *Pour mieux s'entendre* :**

- Répertoire des ressources
- Enceinte insonorisante partielle : ébouteuse simple et fixe
- Enceinte insonorisante totale : raboteuse, moulurière, déligneuse et autres machines du même genre

# Table des matières

Introduction	7
--------------	---

## Chapitre I Réduction du bruit

Bruits élevés - Points de repères	10
Avantages	11

## Chapitre II Solutions possibles

Identifier des solutions techniques	14
Niveaux d'intervention	14
Réduire en priorité la source prédominante de bruit	18
1. Une seule source de bruit	18
2. Deux sources majeures de bruit	18
3. Plusieurs sources majeures de bruit	19
4. Cas complexes	19

## Chapitre III Dispositifs et techniques pour réduire les problèmes liés au bruit

Visualisation des phénomènes bruyants	23
---------------------------------------	----

### **Vibrations transmises aux structures ou à des éléments structuraux**

<b>Problème 1</b> : Vibrations des équipements transmises aux éléments structuraux	24
<b>Solution 1</b> : Isolateurs de vibrations installés aux points de contact	25
<b>Problème 2</b> : Vibrations des équipements transmises aux éléments structuraux par des points d'attache	28
<b>Solution 2</b> : Raccords souples, matériaux résilients et isolateurs de suspension	28

### **Turbulences de l'air**

<b>Problème 3</b> : Jet d'air évacué aux sorties d'échappement des machines	30
<b>Solution 3</b> : Silencieux de type dispersif pour sorties d'échappement	30
<b>Problème 4</b> : Jet d'air comprimé évacué par des éjecteurs	32
<b>Solution 4</b> : Silencieux de type dispersif pour éjecteur d'air	32
<b>Problème 5</b> : Turbulences de l'air générées par les ventilateurs	34
<b>Solution 5</b> : Silencieux de type dissipatif pour ventilateur	34



<b>Problème 6</b> : Turbulence gazeuse à l'aspiration ou à l'échappement des machines à mouvement réciproque . . . . .	36
<b>Solution 6</b> : Silencieux de type réactif . . . . .	36
<b>Problème 7</b> : Turbulences de l'air provenant de l'échappement d'air comprimé à la sortie des vibrateurs pneumatiques . . . . .	38
<b>Solution 7</b> : Vibrateur électrique à masse excentrique . . . . .	38

### Vibrations des parois

<b>Problème 8</b> : Vibrations des parois d'un contenant provenant de ses roulettes métalliques . . . . .	39
<b>Solution 8</b> : Roulettes en matériau résilient ou treillis métalliques . . . . .	39
<b>Problème 9</b> : Bruit irradié par les parois des conduits . . . . .	40
<b>Solution 9</b> : Enveloppe insonorisante . . . . .	41
<b>Problème 10</b> : Vibrations des parois métalliques provoquées par la chute d'objets . . . . .	42
<b>Solution 10</b> : Diminuer la résonance des parois métalliques . . . . .	43
<b>10.1</b> Amortir la résonance des parois métalliques . . . . .	43
<b>10.2</b> Réduire la force des impacts . . . . .	45

### Bruit transmis dans l'air

<b>Problème 11</b> : Bruit transmis par voie aérienne . . . . .	46
<b>Solution 11</b> : Atténuer ou bloquer la transmission aérienne du bruit . . . . .	46
<b>11.1</b> : Atténuer la transmission aérienne du bruit . . . . .	46
<b>11.2</b> : Bloquer la transmission aérienne du bruit . . . . .	48

### Impacts multiples

<b>Problème 12</b> : Impacts produits par des systèmes d'entraînement par chaîne . . . . .	53
<b>Solution 12</b> : Entraînement par courroies . . . . .	53
<b>Problème 13</b> : Vibrations des pièces travaillées dues à des impacts . . . . .	54
<b>Solution 13</b> : Méthodes de travail moins bruyantes . . . . .	54

### Vibrations inutiles

<b>Problème 14</b> : Vibrations engendrées par des équipements mal entretenus . . . . .	55
<b>Solution 14</b> : Entretien préventif . . . . .	55

## Chapitre IV

### Un plan d'action stratégique

1. Résumé du plan d'action . . . . .	58
2. Démarche du plan d'action . . . . .	59

### Annexes

A - Niveaux de bruit élevés - Points de repère . . . . .	65
B - Notions utiles sur le bruit . . . . .	68
C - Sonométrie . . . . .	72
D - Dosimétrie . . . . .	73



# Introduction

En milieu de travail, une exposition quotidienne à des niveaux de bruit élevés constitue un facteur de risque qui peut entraîner une surdité d'origine professionnelle consécutive à des atteintes au niveau de l'oreille interne. Les risques d'atteintes auditives et leur gravité augmentent en fonction du niveau de bruit et de la durée de l'exposition, ou avec le nombre d'impacts d'intensité élevée.

La *Loi sur la santé et la sécurité du travail* a pour objectif « d'éliminer à la source même les dangers pour la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs ». La réalisation de cet objectif dépend tout à la fois de la participation des employeurs et des travailleurs. En outre, le *Règlement sur la qualité du milieu de travail* prescrit les limites d'exposition quotidienne au bruit et les exigences de réduction du bruit par des mesures techniques.

Considérant qu'il est possible de réduire le bruit en milieu de travail, la CSST met à la disposition des employeurs et des travailleurs ce guide d'information de base afin de faciliter la réalisation de projets de réduction du bruit ainsi que les échanges avec des personnes compétentes dans ce domaine. Ce guide se veut également un complément au *Répertoire des ressources*<sup>1</sup> publié dans la même série.

Le premier chapitre souligne certains des avantages qui découlent de la réduction du bruit.

Le deuxième chapitre propose un questionnaire qui permet de déterminer un ensemble de mesures susceptibles de réduire l'exposition au bruit. Il mentionne également quelques éléments à prendre en compte pour obtenir une réduction appréciable de l'ensemble des bruits.

Le troisième chapitre explique les phénomènes responsables des niveaux de bruit élevés et propose des techniques permettant de réduire le bruit. Ces phénomènes et techniques, ainsi que les principes de base qui les sous-tendent, exposés de façon simple pour en faciliter la compréhension, ne se limitent pas aux seuls exemples donnés mais peuvent s'appliquer à bien d'autres situations rencontrées dans les milieux de travail. Des informations spécifiques et des conseils accompagnent ces exemples et des modèles de produits insonorisants disponibles au Québec sont également présentés dans ce chapitre.

Le quatrième chapitre propose un plan d'action stratégique pour réduire l'exposition au bruit.

Les annexes présentent quelques indicateurs permettant de déceler la présence de niveaux élevés de bruit dans des milieux de travail qui n'ont pas fait l'objet de mesures quantitatives. Elles fournissent également des informations complémentaires pour faciliter les échanges avec des personnes qualifiées pouvant aider les entreprises dans leurs démarches.

---

<sup>1</sup> *Réduire le bruit en milieu de travail – Répertoire des ressources*, CSST, 1994.

# Chapitre I

## Réduction du bruit

# Bruits élevés - Points de repère

Avant de résoudre des problèmes de bruits en milieu de travail, il est nécessaire, d'un point de vue technique, de déterminer les niveaux d'exposition des travailleurs et des travailleuses et d'identifier les sources prédominantes de bruit.

En l'absence de données précises ou d'instruments de mesure, il existe toutefois un certain nombre d'indicateurs facilement observables pour déceler la présence de bruits élevés. Ces indicateurs sont entre autres :

- la **difficulté** à **saisir** clairement **tous les mots prononcés** dans un lieu de travail ou à un poste de travail;
- la nécessité de **lire sur les lèvres pour deviner** ce qui se dit;
- la nécessité, au cours d'une conversation, dans le lieu de travail, de **faire répéter** certaines parties de phrase;
- des incidents consécutifs à un signal sonore qui n'a pas été perçu et qui auraient **pu provoquer un accident**.

Vous trouverez dans les *Annexes* des questionnaires qui vous permettront, en l'absence d'instruments de mesure, de déceler la présence de problèmes de bruit importants dans votre milieu de travail et d'identifier « sommairement » les postes de travail auxquels le niveau de bruit est élevé ou les situations bruyantes ainsi que les risques qui en découlent.

**Tolérer un milieu bruyant peut avoir des conséquences graves et il n'est de l'intérêt de personne de maintenir une telle situation.**

*Savez-vous qu'il existe des moyens simples de réduire le bruit ?*

*Savez-vous, par exemple, que graisser ou équilibrer une pièce d'équipement (ce qui d'ailleurs contribue à en augmenter la durée de vie), réparer les fuites d'air comprimé, etc., peuvent faire économiser énergie et argent... et réduire le bruit ?*

*Savez-vous aussi qu'il existe des techniques de réduction du bruit peu coûteuses, telle que l'achat d'un petit silencieux au prix modique de 20 \$ ?*

*Savez-vous que le montant d'une indemnité pour surdité professionnelle peut varier de 500 à 26 000 \$ ?*

*Savez-vous que toutes les entreprises qui ont choisi de prendre des mesures techniques pour réduire l'exposition au bruit n'en ont retiré que des avantages ?*



# Avantages

## **Voici quelques avantages mentionnés par les entreprises :**

Réduire le bruit :

- assure la préservation des facultés auditives et diminue le nombre de travailleurs et de travailleuses atteints de surdité professionnelle ainsi que le degré de sévérité des pertes auditives;
- diminue les risques d'accident dans la mesure où les alarmes, les avertisseurs sonores, les bris d'équipement et les conversations sont plus faciles à percevoir et à distinguer;
- procure un environnement sonore moins agressant et moins stressant qui contribue à améliorer la motivation et le rendement du personnel ainsi que la performance globale de l'entreprise;
- contribue, grâce à un entretien préventif, à l'amélioration du rendement des machines et donc de la qualité des produits finis tout en permettant de réaliser des économies d'énergie, de matières premières et d'argent;
- diminue les coûts afférents aux dépenses effectuées pour préserver l'audition (achat de protecteurs auditifs, frais d'examens audiométriques, etc.);
- contribue à revaloriser l'image de l'entreprise;
- diminue le nombre de demandes d'indemnisation pour surdité professionnelle et les montants accordés à cet effet;
- réduit les frais d'expertise découlant de la contestation des dossiers de réclamation;
- contribue enfin à maintenir la qualité de vie du personnel et à réduire les coûts d'exploitation de l'entreprise.

**Il faut prévenir la surdité car elle ne peut se guérir.**

Les deux prochains chapitres présentent un éventail des mesures techniques susceptibles de vous orienter vers des solutions et vous aider à choisir les correctifs appropriés.

# Chapitre II

## Solutions possibles

# Identifier des solutions techniques

## Niveaux d'intervention

Un problème d'« exposition au bruit » n'existe que dans la mesure où les trois éléments suivants sont réunis :

- une **source d'énergie** telle qu'un moteur ou une machine;
- un **milieu de transmission**, habituellement l'air;
- un **récepteur**, l'oreille de la personne.

On ne peut pas parler de problème d'exposition au bruit si l'un de ces éléments est absent. Pour atténuer l'intensité de l'exposition au bruit, il faut agir sur au moins un de ces éléments.

Dans cette perspective, on peut intervenir à trois niveaux :

- **au 1<sup>er</sup> niveau** : la source d'énergie elle-même;
- **au 2<sup>e</sup> niveau** : le milieu de transmission entre la personne et la source d'énergie;
- **au 3<sup>e</sup> niveau** : l'oreille de la personne.

Ce sont les interventions au premier et au deuxième niveaux qui ont le plus d'impact sur la réduction définitive du bruit dans les milieux de travail.

Le **questionnaire** qui suit permet d'identifier un ensemble de mesures techniques susceptibles de réduire l'exposition au bruit. Il résume celles qui sont illustrées au Chapitre III et en présente d'autres qui peuvent également être utiles.

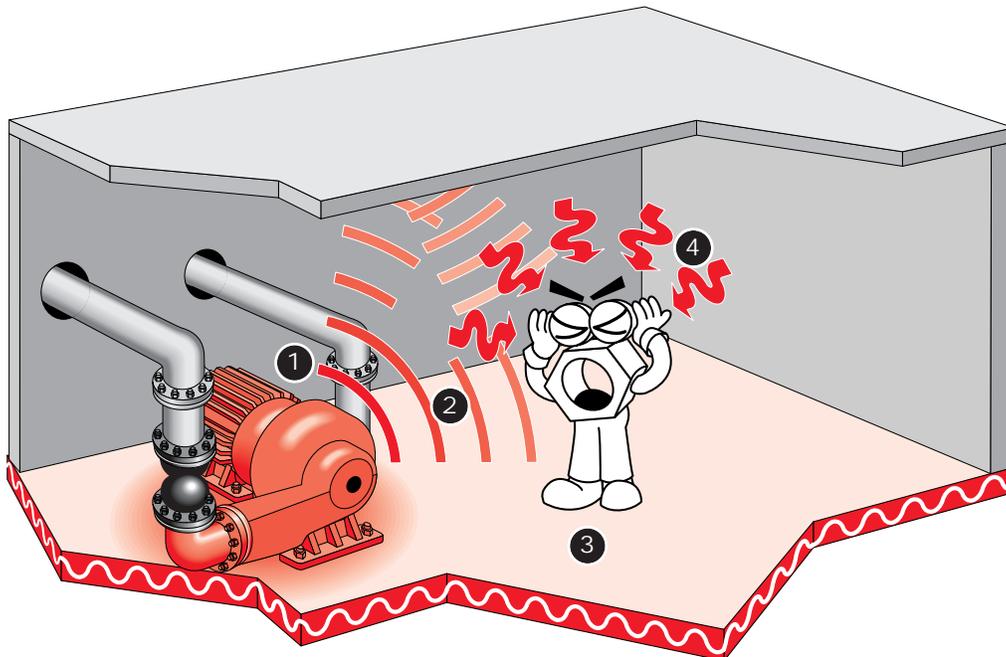


Figure 1

Source d'énergie + Milieu + Récepteur = Exposition au bruit

1

2

3

4

## Identifier des solutions techniques

### 1<sup>er</sup> niveau d'intervention : les sources d'énergie

Est-il possible :

1. d'arrêter le fonctionnement inutile des équipements improductifs ?  oui  non

2. de réduire à un minimum acceptable la vitesse ou la pression d'un équipement ou d'une machine trop bruyante ?  oui  non

3. d'entretenir régulièrement les équipements pour prévenir les bris et l'usure ? Le remplacement des pièces usées, le graissage, l'alignement, l'équilibrage, l'ajustement, etc., peuvent réduire le bruit de 1 à 10 dB.  oui  non

4. d'utiliser des méthodes de travail moins bruyantes ? Par exemple, déposer les objets plutôt que de les lancer, visser plutôt que clouer, etc. ?  oui  non

5. de colmater les fuites d'air comprimé ?  oui  non

*Outre le fait de favoriser la réduction du bruit, les mesures mentionnées ci-dessus prolongent la durée de vie des équipements, diminuent les arrêts d'urgence de production et économisent l'énergie sans entraîner d'investissement financier.*

6. de remplacer les éléments bruyants d'un équipement par des éléments moins bruyants ? Par exemple, un entraînement par courroies et un engrenage en téflon sont moins bruyants qu'un entraînement par chaîne et qu'un engrenage en métal.  oui  non

7. d'établir un plan de remplacement des équipements bruyants par des équipements moins bruyants qui offrent une capacité de production identique ?  oui  non

8. de changer de type d'équipement ? Par exemple, de remplacer un équipement pneumatique par un équipement hydraulique, ou un moteur à combustion interne par un moteur électrique.  oui  non

9. de réduire la masse ou la hauteur de chute des objets qui tombent sur des surfaces métalliques ?  oui  non

## Identifier des solutions techniques

### 2<sup>e</sup> niveau d'intervention : le milieu de transmission

#### Est-il possible :

10. d'installer des **isolateurs de vibrations** sous les équipements rotatifs ou réciproques ?  oui  non
- 
11. d'installer des **matériaux résilients** ou des **isolateurs de suspension** aux points d'attache des tuyaux ou des conduits qui vibrent ?  oui  non
- 
12. d'installer des **raccords souples** sur les tuyaux qui vibrent à l'entrée ou à la sortie des pompes, des compresseurs ou des ventilateurs ?  oui  non
- 
13. d'installer des **silencieux** à l'aspiration ou à l'échappement des pompes, des compresseurs, des ventilateurs, etc. ?  oui  non
- 
14. d'installer des **enveloppes insonorisantes** sur les surfaces irradiant du bruit (p. ex. cyclone, conduits, etc.) ?  oui  non
- 
15. d'ajouter des **renforts** ou des **matériaux résilients ou amortissants** aux surfaces métalliques résonnantes ?  oui  non
- 
16. de **relocaliser les sources** d'énergie loin du personnel ou dans des lieux moins fréquentés ?  oui  non
- 
17. **d'ériger des murs ou des écrans insonorisants** entre la source d'énergie et le personnel ?  oui  non
- 
18. d'installer des **enceintes insonorisantes** sur les équipements bruyants ou sur leurs éléments bruyants ?  oui  non
- 
19. d'installer, pour le personnel, des **cabines insonorisées** ?  oui  non
- 
20. d'installer des **matériaux absorbants** sur les murs et les plafonds réverbérants de l'usine ou du local ?  oui  non
-

## Identifier des solutions techniques

21. d'installer des **unités absorbantes** au plafond ?  oui  non
- 
22. de **colmater les ouvertures** autour des passages des câbles électriques ou des tuyaux sortant d'un endroit bruyant ou de fermer hermétiquement toute autre ouverture pratiquée dans un lieu bruyant pour permettre le passage de ces câbles ou tuyaux ?  oui  non
- 
23. de concentrer les opérations et les équipements bruyants dans des **locaux insonorisés pour protéger le personnel inutilement exposé**, en évitant, bien entendu, d'installer des postes de travail dans ces locaux ?  oui  non

*Les mesures mentionnées ci-dessus exigent une planification à moyen et à long terme. Dans une perspective de court terme, on peut recourir aux moyens du niveau 3 qui, tout en réduisant l'exposition au bruit, ne sauraient être considérés comme des solutions définitives aux problèmes de bruit.*

### 3<sup>e</sup> niveau d'intervention : l'oreille

#### Est-il possible :

24. d'établir un **horaire permettant au personnel de travailler tantôt à des postes bruyants, tantôt à des postes moins bruyants ?** (ce qui permettrait de réduire les périodes d'exposition au bruit intense)  oui  non
- 
25. de **réorganiser les horaires de travail** de telle sorte que les opérations et les procédés bruyants s'effectuent à des périodes où le personnel exposé au bruit est réduit ?  oui  non
- 
26. de s'assurer que le personnel utilise adéquatement les **protecteurs auditifs** en tout temps, si cela est nécessaire ?  oui  non

Il existe un grand éventail de solutions techniques pour réduire le bruit. Chaque entreprise doit étudier et choisir les mieux adaptées à son milieu de travail ou à ses postes de travail.

La première démarche consiste à identifier les sources prédominantes de bruit aux postes de travail. Cette identification peut se faire par l'oreille ou par l'observation attentive du fonctionnement de la machine. Par la suite, on peut recourir à des instruments qui mesurent avec précision les niveaux de bruit de chacune des sources. Enfin, il faut analyser la contribution de chaque source au niveau global de bruit d'un équipement ou d'un poste de travail.

# Réduire en priorité la source prédominante de bruit

## 1 Une seule source de bruit

Dans certains cas, une réduction substantielle des bruits d'ensemble d'une machine, d'un procédé ou d'un poste de travail est obtenue par l'application d'une seule mesure technique ou d'un traitement insonorisant.

## 2 Deux sources majeures de bruit

En présence de deux sources majeures de bruit, l'obtention d'une réduction importante et globale du bruit exige, même si cela est coûteux, de traiter la source la plus bruyante pour le personnel. Sur le plan acoustique, cette stratégie est plus efficace et plus rentable.

À titre d'exemple, supposons un poste de travail soumis à deux sources importantes de bruit, l'une à 105 dBA, représentée par la première colonne, et l'autre à 90 dBA, illustrée par la deuxième colonne.

Le niveau global de bruit au poste de travail est de 105 dBA comme l'illustre la troisième colonne.

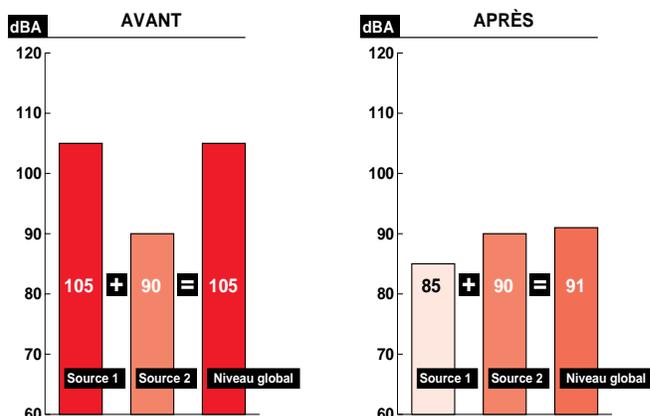


Figure 2

En réduisant de 20 dBA la source la plus bruyante (première colonne), le niveau global de bruit au poste de travail est réduit à 91 dBA (dernière colonne).

Par ailleurs, une réduction de 20 dBA de la source de bruit la moins importante ne diminuerait nullement le niveau global du bruit au poste de travail, qui se maintiendrait à 105 dBA.

### REMARQUES GÉNÉRALES

L'addition des niveaux de bruit n'est pas linéaire. Voici trois exemples théoriques d'addition de deux sources de bruit :

- 90 dBA + 90 dBA = 93 dBA; **deux sources de bruit de même niveau augmentent de 3 dBA le niveau global du bruit;**
- 90 dBA + 95 dBA = 96 dBA; **une différence de 5 dBA entre deux sources de bruit augmente de 1 dBA le niveau global du bruit;**
- 90 dBA + 100 dBA = 100 dBA; **une différence de 10 dBA ou plus entre deux sources de bruit, n'augmente pas le niveau global du bruit.**

En présence de plusieurs sources majeures de bruit, la démarche utilisée dans le cas de deux sources de bruit s'applique, mais nous devons de plus traiter chacune des sources selon l'ordre d'importance et de décroissance de sa contribution au bruit d'ensemble. Il en va de même pour le traitement d'une machine comptant plusieurs éléments bruyants.

Prenons l'exemple d'une unité de ventilation qui comporte habituellement les éléments suivants :

- l'entrée d'air du ventilateur
- la sortie d'air du ventilateur
- le bâti du ventilateur
- le moteur
- les courroies
- les roulements, etc.

Chaque élément contribue au bruit global du système. Pour obtenir une réduction substantielle du niveau de bruit, chaque élément doit être traité selon l'importance de sa contribution au bruit d'ensemble.

Donc, lorsque deux ou plusieurs sources de bruit contribuent au niveau global de bruit d'un secteur, d'un poste de travail ou d'une machine, une réduction intéressante du bruit d'ensemble suppose :

- ***l'identification des sources de bruit par ordre d'importance;***
- ***le traitement, en priorité, de la source la plus bruyante;***
- ***et, s'il y a lieu, le traitement des autres sources de bruit selon l'ordre décroissant de leur contribution au bruit d'ensemble.***

Les causes du bruit d'une machine, d'un procédé ou dans un secteur de travail peuvent être multiples; identifier les causes premières du bruit pour l'atténuer efficacement peut s'avérer difficile.

Parfois,

- on peut avoir l'impression que le bruit vient de partout;
- il est impossible de quantifier avec certitude la contribution d'une source particulière à tel poste, telle zone de travail ou tel élément de machine;
- on s'interroge sur la pertinence ou sur l'efficacité acoustique d'une solution compte tenu de la réduction de bruit recherchée;
- on craint que le dispositif d'insonorisation altère le fonctionnement de la machine;
- il est impossible d'établir un ordre de priorité des interventions techniques.

Devant un cas complexe, il est plus sage de demander de l'aide.

Les consultants spécialisés en réduction du bruit industriel, les fabricants et les distributeurs de produits insonorisants, etc. peuvent aider à trouver des solutions.

***On ne peut pas être expert en tout !***

## Chapitre III

Dispositifs et  
techniques pour  
réduire les problèmes  
reliés au bruit

# Visualisation des phénomènes bruyants

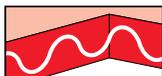
Des objets, des structures, des plaques qui vibrent peuvent générer du bruit. Des fluides en mouvement qui se déplacent à grande vitesse et sous forte pression ou encore des impacts produisent également du bruit.

Pour simplifier et pour faciliter la visualisation des phénomènes qui s'entendent, nous parlerons dans ce chapitre :

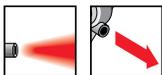
- de **vibrations mécaniques**, c'est-à-dire de bruits produits par des objets qui vibrent (moteurs, équipements, etc.) sous l'effet de forces, de pulsions, de chocs, etc.;



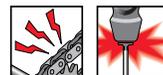
- de **vibrations structurales**, c'est-à-dire de vibrations qui se propagent dans la structure des locaux, des bâtiments, etc.;



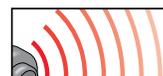
- de **turbulences de l'air**, c'est-à-dire de bruits produits par des fluides en mouvement (liquides, air, gaz) qui se déplacent sous pression et à très grande vitesse;



- de **résonance**, c'est-à-dire de vibrations qui résultent d'impacts et de chocs entre des objets;



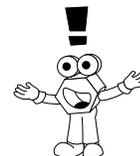
- de **bruit aérien**, c'est-à-dire de vibrations qui se propagent dans l'air et se transmettent directement aux personnes exposées, ou indirectement par réflexion.



L'énergie et toutes les vibrations transformées en bruit se dispersent et s'additionnent pour atteindre finalement les oreilles des personnes exposées.



Personne exposée au bruit



Personne moins exposée au bruit

## Code des couleurs



## Mise en garde

Afin de faciliter la compréhension des phénomènes en cause, les principes et les techniques qui suivent sont illustrés à l'aide de cas simples et fictifs. De plus, **chaque cas présenté n'illustre qu'un seul phénomène bruyant ou qu'une seule technique à la fois**, même si en réalité, les causes du bruit d'une machine, d'un procédé ou à un poste de travail peuvent être multiples.

Par ailleurs, les problèmes et les solutions présentés peuvent se retrouver dans des contextes autres que ceux dans lesquels ils sont illustrés et on aurait pu choisir bien d'autres exemples.

Pour identifier précisément les causes du bruit et pour les atténuer efficacement, des renseignements plus spécifiques, intitulés « remarques », « techniques complémentaires » ou « points techniques à prendre en compte », sont présentés dans des encadrés. Nous vous invitons à les lire attentivement. Ils vous aideront à évaluer les solutions possibles.

En cas de doute, il serait plus prudent de consulter des personnes qualifiées qui peuvent vous renseigner sur le rendement acoustique d'une solution par rapport à une autre et vous aider à choisir la meilleure.

**Problème 1**

Vibrations des équipements transmises aux éléments structuraux

Les équipements rotatifs (ventilateurs, moteurs électriques, etc.) ou les équipements à mouvements réciproques (moteurs diesels, compresseurs à piston, etc.) produisent des vibrations mécaniques (1).

Lorsque ces équipements sont en **contact direct** avec les éléments structuraux de l'usine, ils leur transmettent des vibrations. Ces vibrations structurales (2) peuvent se transmettre à d'autres éléments structuraux ce qui entraîne l'émission de bruit dans le local occupé par le personnel (4).

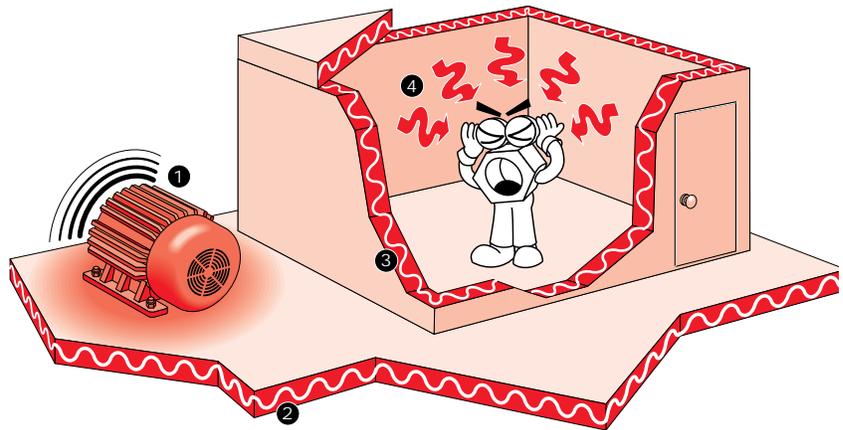


Figure 3

- ① **Source de vibrations mécaniques**
- ② ③ **Vibrations structurales**
- ④ **Bruits aériens**

**REMARQUE**

L'amplitude des vibrations des équipements dépend souvent de leur état de fonctionnement. Ainsi, un moteur mal entretenu produit plus de vibrations et de bruit qu'un moteur bien entretenu.

Par conséquent, avant d'envisager toute mesure visant à réduire le bruit, il faut d'abord s'assurer que l'équipement est en bon état de fonctionnement. Un bon entretien permet :

- de réduire le bruit;
- de prévenir le bris des équipements ou des éléments structuraux.

Solution 1

Isolateurs de vibrations installés aux points de contact de contact

Des isolateurs de vibrations installés aux points de contact des équipements ou des éléments structuraux permettent de limiter la transmission des vibrations mécaniques, de réduire efficacement le bruit et de prévenir les risques de bris. Ces isolateurs peuvent être installés :

a. sous les équipements

ou

b. sous le plancher du local occupé par le personnel.

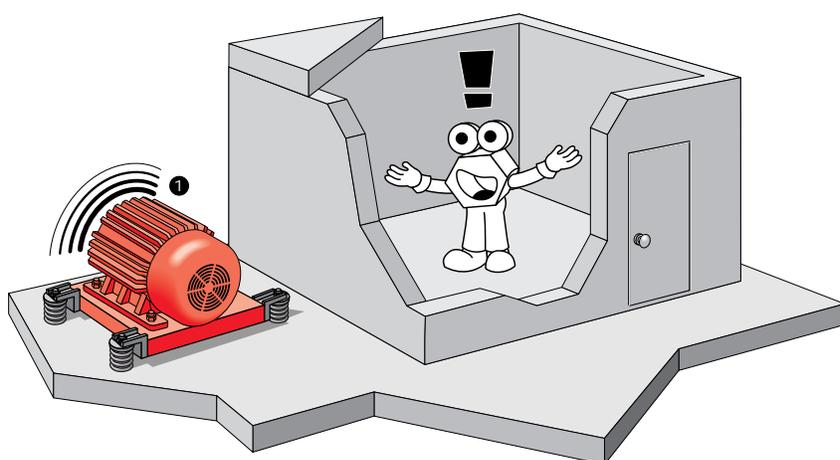


Figure 4

a. Sous les équipements

OU

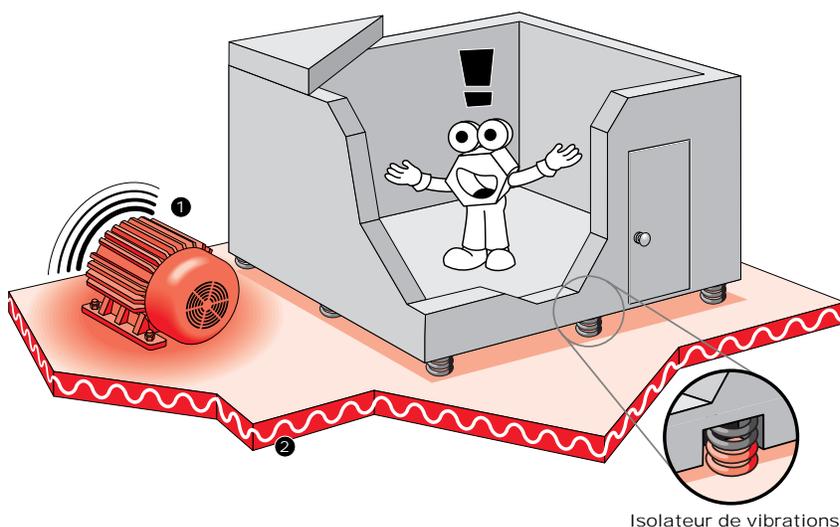
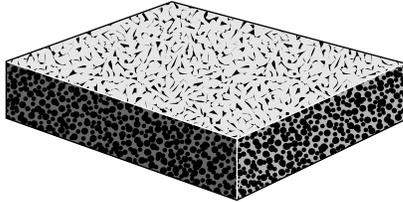


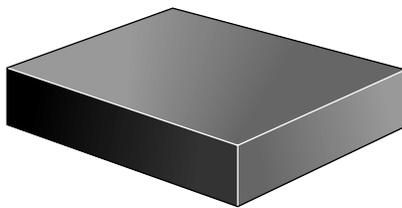
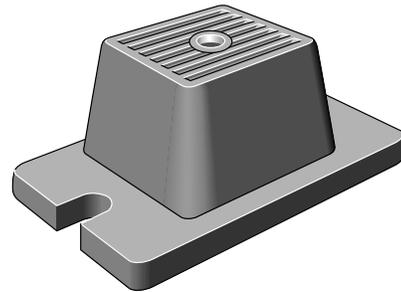
Figure 5

b. Sous le plancher du local occupé par le personnel

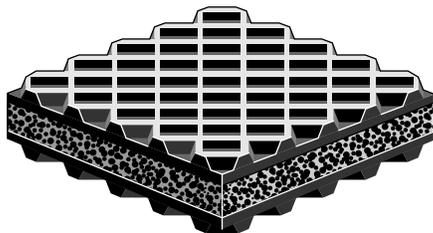
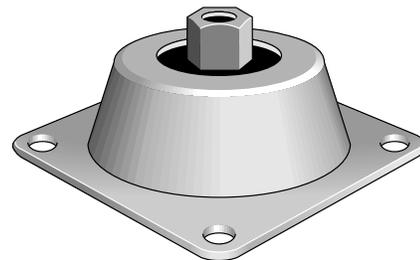
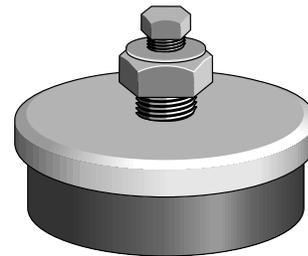
## Quelques types d'isolateurs de vibrations



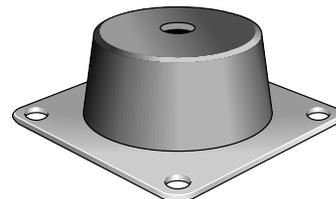
Isolateur en liège



Isolateur en néoprène



Isolateur en liège  
et néoprène

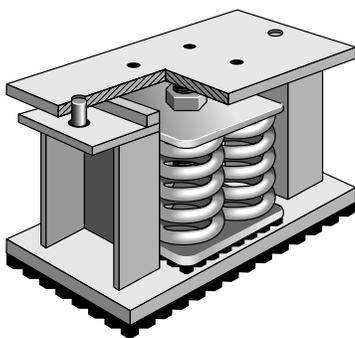
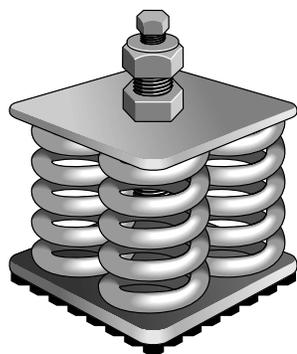
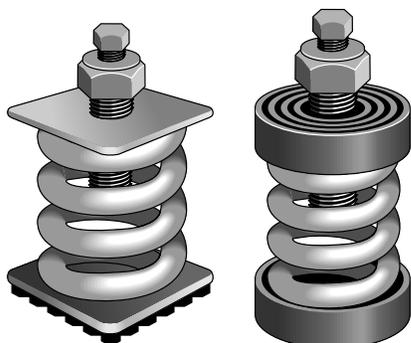


Isolateurs en néoprène

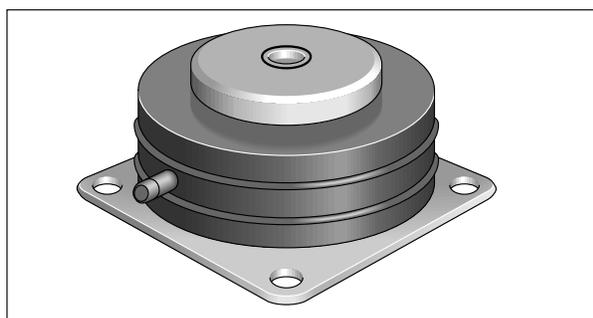
### REMARQUE

Les fournisseurs d'isolateurs peuvent vous aider à choisir le type d'isolateur convenant à vos besoins.

## Autres types d'isolateurs de vibrations



Isolateurs à ressorts



Isolateur pneumatique

## Points techniques à prendre en compte dans le choix et l'installation d'isolateurs

- Lorsque la fréquence de fonctionnement de l'équipement coïncide ou se rapproche de la fréquence naturelle de l'isolateur, il existe des risques de résonance, c'est-à-dire des risques d'amplification significative des vibrations.
- L'efficacité d'un isolateur est fonction du rapport entre la fréquence de fonctionnement de l'équipement et la fréquence naturelle de l'isolateur. La fréquence naturelle de l'isolateur est déterminée par la déflexion statique de l'isolateur, c'est-à-dire par la réduction de sa hauteur ou de son épaisseur sous la charge. Un isolateur est efficace lorsque le rapport entre la fréquence de fonctionnement de l'équipement et la fréquence naturelle de l'isolateur est supérieur à 1,4.
- Des isolateurs de différentes capacités peuvent être nécessaires pour compenser la distribution inégale du poids de l'équipement.
- Il peut être nécessaire d'ajouter une structure ou une masse (p. ex. une base d'inertie) sous la base de l'équipement pour en augmenter la rigidité ou pour accroître l'efficacité des isolateurs.
- Il arrive que des limiteurs latéraux ou verticaux soient nécessaires pour restreindre les mouvements excessifs de l'équipement.
- Il faut ajouter des raccords flexibles aux tuyaux reliés à l'équipement; il faut également s'assurer que les fils électriques soient assez longs pour compenser les mouvements de l'équipement isolé.

**Problème 2**

Vibrations des équipements transmises aux éléments structuraux par des points d'attache

Les vibrations d'une pompe peuvent être transmises aux tuyaux ou conduits (1) qui, à leur tour, par leurs points d'attache (2), transmettent des vibrations mécaniques aux éléments structuraux de l'usine (3) entraînant l'émission de bruit dans le local occupé par le personnel (4).

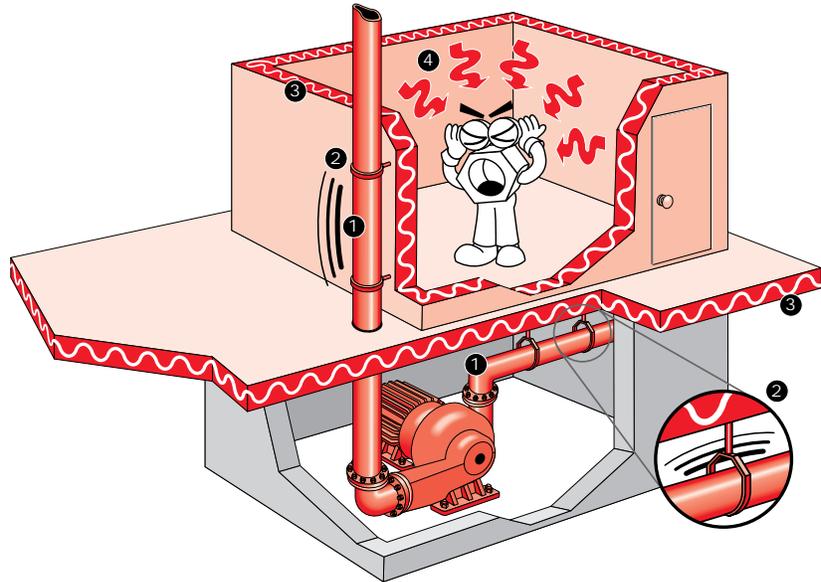


Figure 6

**Solution 2**

Raccords souples, matériaux résilients et isolateurs de suspension

L'installation de dispositifs d'isolation entre les tuyaux ou les conduits réduit la transmission des vibrations aux points de contact. Différents types de dispositifs peuvent être utilisés tels que des raccords souples (1), des matériaux résilients (2) et des isolateurs de suspension (3).

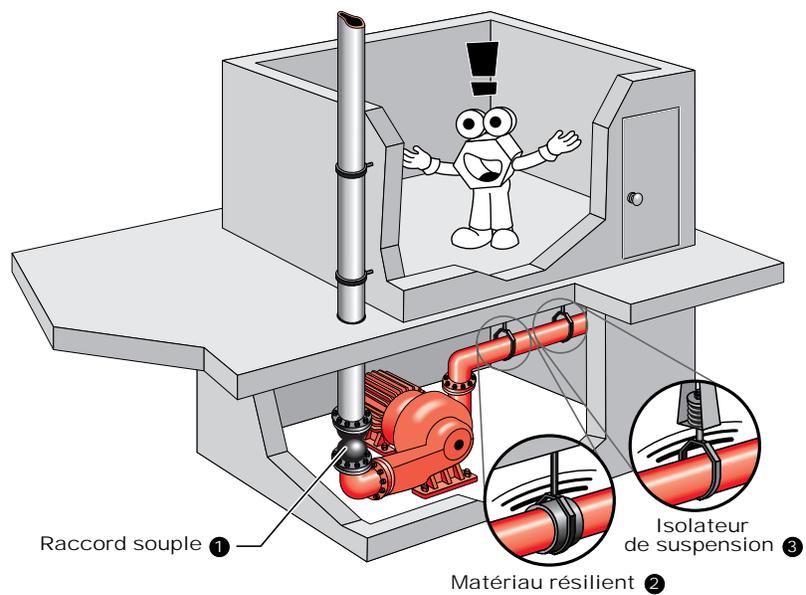
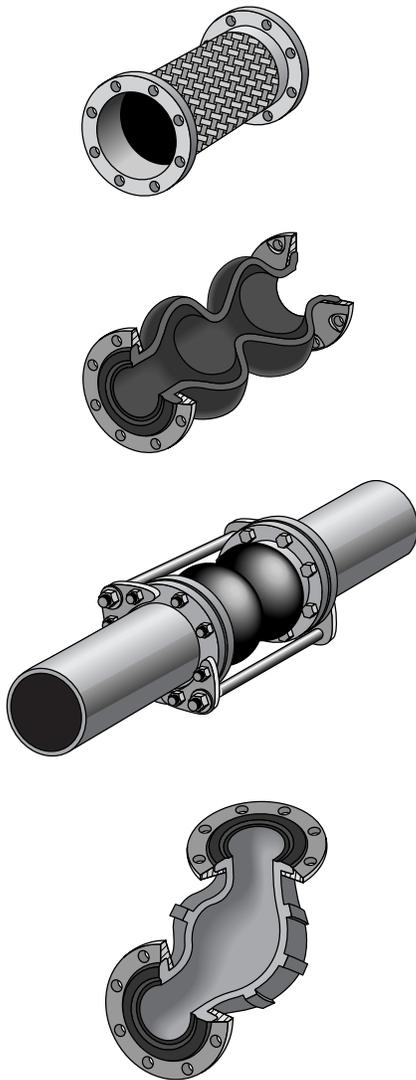
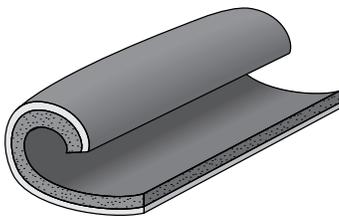


Figure 7

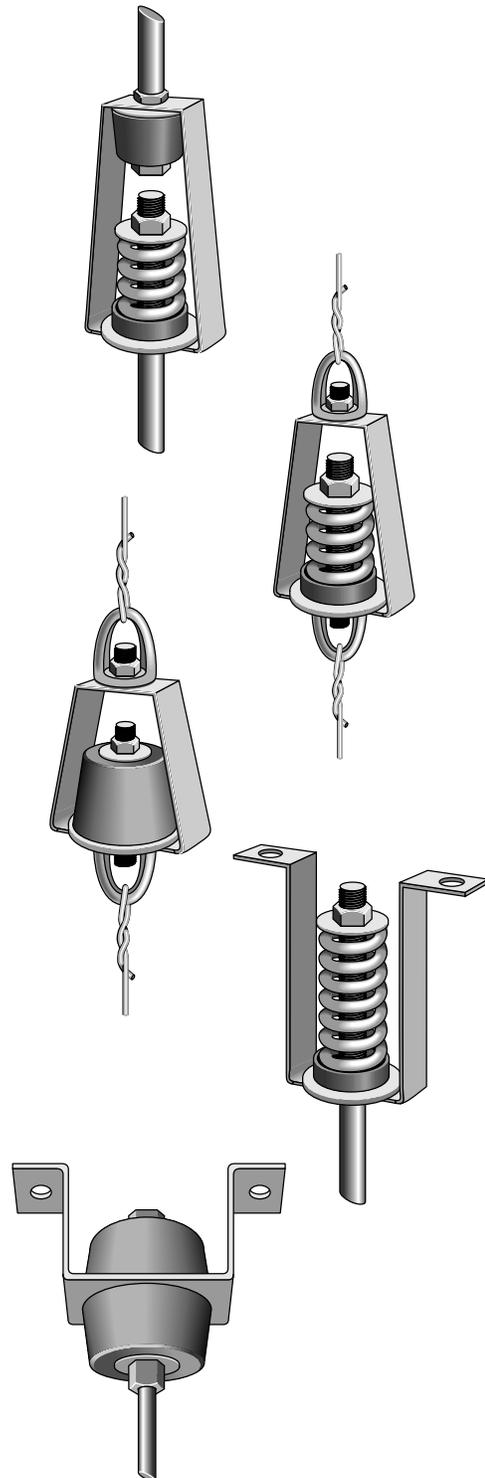
Quelques types de raccords souples, d'isolateurs de suspension et de matériaux résilients



1 Raccords souples pour tuyaux



2 Matériau résilient entre les tuyaux et leurs attaches (p. ex. le néoprène, le caoutchouc, etc.)



3 Isolateurs de suspension

**Problème 3**

Jet d'air évacué aux sorties d'échappement des machines

Des composants de machines (soupapes de commande pneumatiques, vérins pneumatiques, etc.) fonctionnant à l'air comprimé, émettent du bruit à des niveaux intenses lorsque l'air est relâché dans l'atmosphère. Ces bruits s'expliquent par des turbulences de l'air causées par la très grande vitesse du jet évacué sous haute pression.

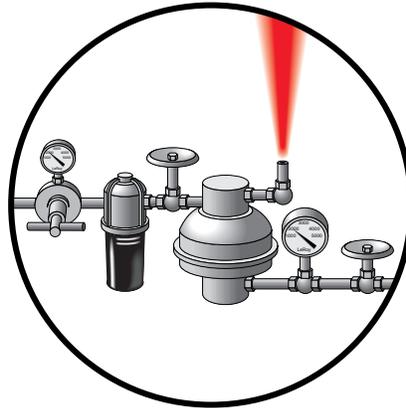


Figure 8

**Solution 3**

Silencieux de type dispersif pour sorties d'échappement

Des silencieux de type dispersif fixés aux sorties de l'air comprimé réduisent le bruit.

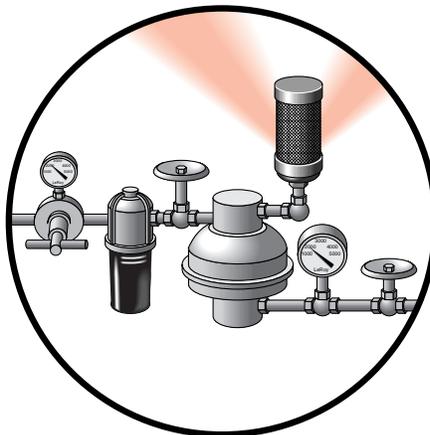
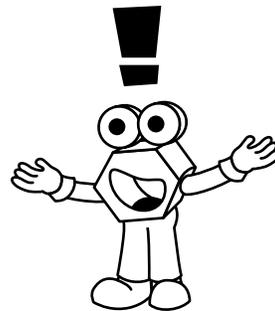


Figure 9

Quelques types de silencieux dispersifs pour sorties d'échappement



Points techniques à prendre en compte dans le choix du type de silencieux

1. Le silencieux utilisé ne doit pas créer une résistance à l'écoulement de l'air excédant la limite permise par le fabricant de la machine.
2. L'inspection et l'entretien réguliers des silencieux sont indispensables à leur bon fonctionnement. En effet, des impuretés (p. ex. la rouille, etc.) en provenance du conduit d'air comprimé pourraient graduellement obstruer le silencieux et réduire ainsi sa capacité d'évacuation de l'air.
3. Pour des raisons de sécurité, les silencieux en plastique ne sont pas recommandés pour les conduits d'air dans lesquels les risques d'accumulation d'impuretés sont élevés.
4. Pour de l'information concernant les critères de sélection de silencieux adaptés à vos équipements, voir le *Répertoire des silencieux, soufflettes et pistolets d'air comprimé* publié par l'IRSST<sup>1</sup>.

1. Jean Nicolas, *Répertoire des silencieux, soufflettes et pistolets d'air comprimé*, Institut de recherche en santé et en sécurité du travail, novembre 1994.

Autre technique de réduction du bruit

L'installation d'un boyau d'extension acheminant l'échappement de l'air comprimé vers des endroits moins fréquentés par le personnel réduit le bruit. Le diamètre de ce boyau doit être égal ou supérieur au diamètre de la sortie d'air afin de ne pas nuire au bon fonctionnement de la machine.

### Problème

Jet d'air comprimé évacué par des éjecteurs

Les éjecteurs d'air tels que les fusils à air comprimé utilisés pour déplacer ou pour nettoyer des pièces au cours d'un procédé émettent, à leur sortie, du bruit à des niveaux élevés. Ce sont les turbulences de l'air causées par la très grande vitesse du jet évacué sous haute pression qui sont à l'origine de ce bruit.

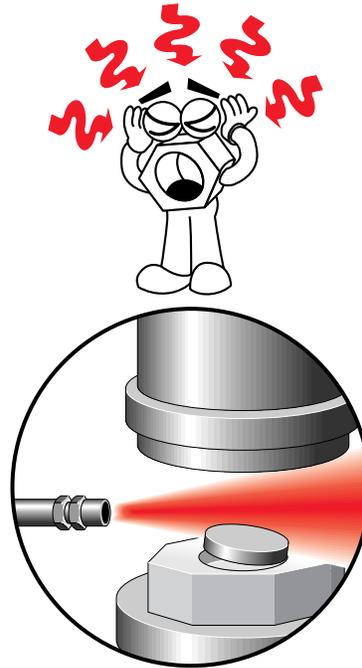


Figure 10

### Solution 4

Silencieux de type dispersif pour éjecteur d'air

L'ajout, à l'extrémité des tuyaux ou des buses, d'un silencieux de type dispersif approprié au procédé ou à l'outil réduit le bruit.

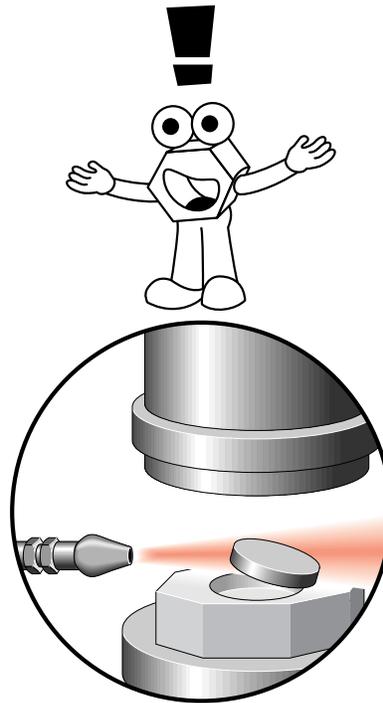
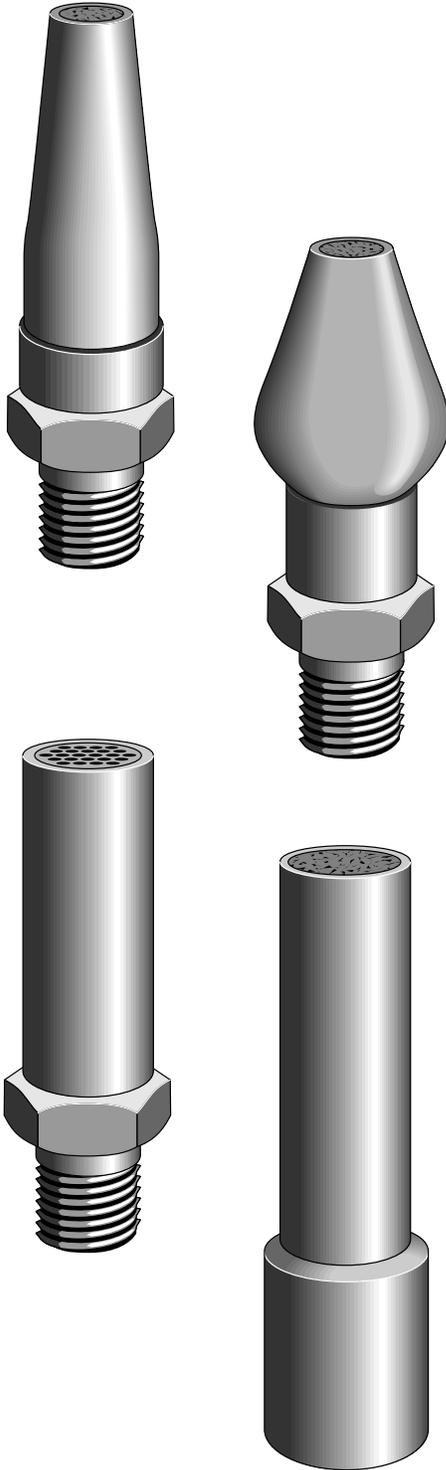


Figure 11

Quelques types de silencieux dispersifs pour éjecteur d'air



**Note.** - Pour de l'information concernant les critères de sélection de silencieux adaptés à vos appareils, voir le *Répertoire des silencieux, soufflettes et pistolets d'air comprimé* publié par l'IRSST.

#### Autre technique de réduction du bruit

Parfois, la pression de l'air comprimé est trop forte. Un régulateur approprié, installé dans le système et réglé aux conditions optimales de fonctionnement, peut réduire la quantité d'air utilisée et le niveau de bruit.

## Problème

Turbulences de l'air générées par les ventilateurs

Les turbulences d'air produites à l'entrée et à la sortie des ventilateurs sont une source de bruit.

### REMARQUE

Une unité de ventilation en mauvais état de fonctionnement peut parfois augmenter le niveau de bruit produit par l'appareil. Par conséquent, avant de prendre toute autre mesure technique de réduction du bruit, assurez-vous d'abord que l'unité soit bien entretenue. Un bon entretien (p. ex. le graissage, l'équilibrage, l'alignement, le réglage des courroies, le remplacement des éléments usés, etc.) peut réduire le niveau de bruit de 1 à 10 dBA.

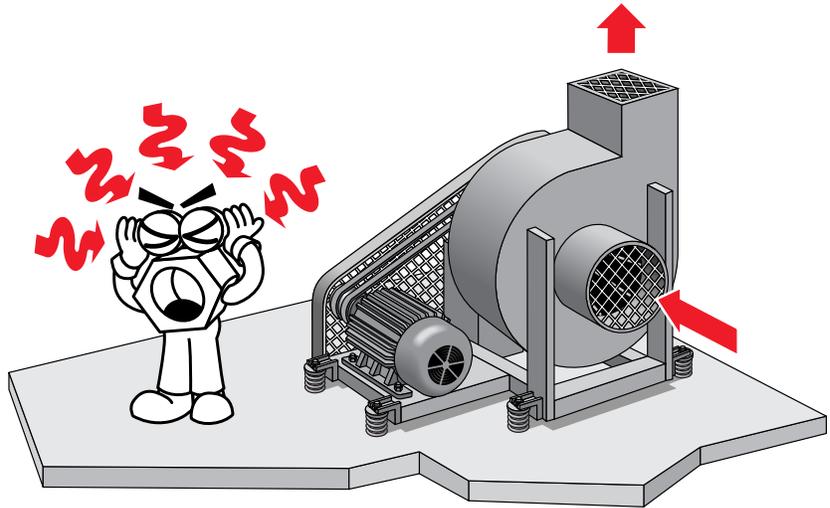


Figure 12

## Solution 5

Silencieux de type dissipatif pour ventilateur

L'installation d'un silencieux de type dissipatif à l'entrée ou à la sortie du ventilateur réduit efficacement le bruit. Ce silencieux peut aussi être installé sur les conduits du système de ventilation.

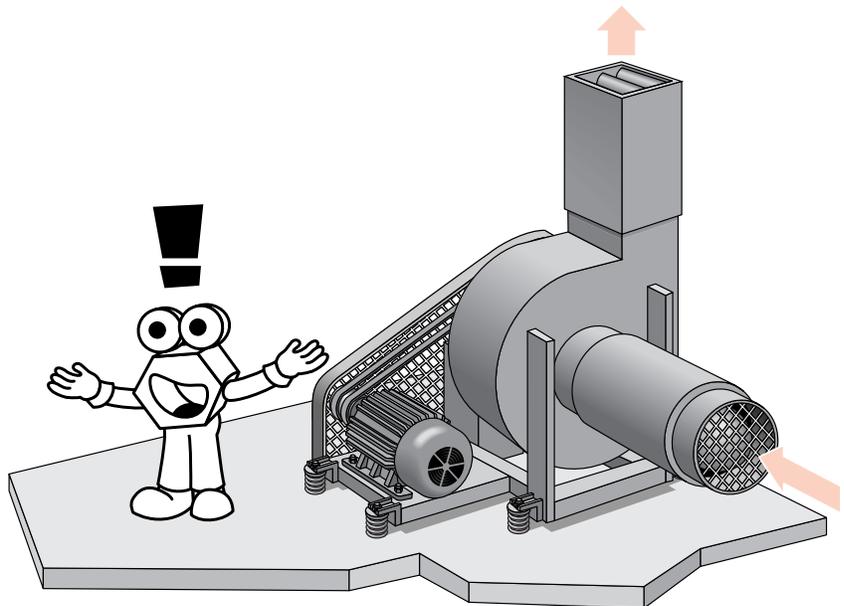
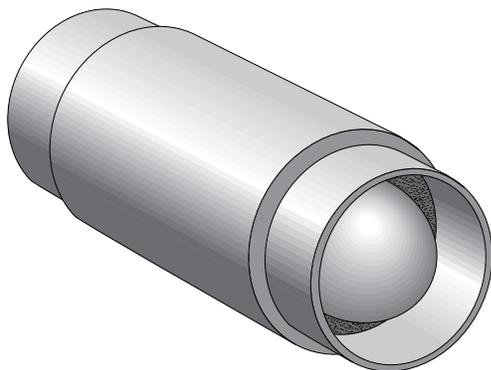
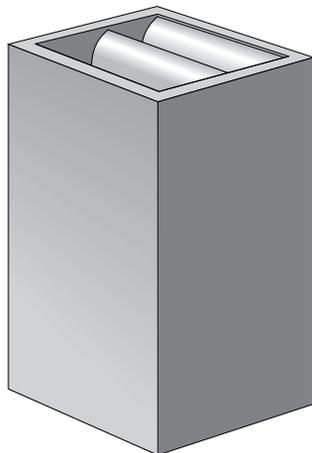


Figure 13

### Formes typiques de silencieux dissipatifs pour ventilateur



### Points techniques à considérer pour la sélection d'un silencieux pour ventilateur

1. Le modèle de silencieux utilisé ne doit pas créer de résistance à l'écoulement de l'air excédant la limite permise par le fabricant du ventilateur.
2. Pour ne pas nuire au rendement du système, il est suggéré d'installer le silencieux à une distance minimum de l'entrée ou de la sortie de l'unité de ventilation.
3. Lorsque le conduit de ventilation est rectangulaire, la distance minimum devrait être égale à cinq fois le plus grand côté du périmètre du conduit. Pour un conduit circulaire, la distance devrait être égale à cinq fois le diamètre de celui-ci.

### Techniques complémentaires de réduction du bruit pour les systèmes de ventilation

- choisir des ventilateurs fonctionnant à faible vitesse;
- installer des isolateurs de vibrations sous les unités de ventilation;
- installer des joints flexibles pour diminuer la transmission des vibrations entre l'unité de ventilation et les conduits;
- installer des matériaux absorbants à l'intérieur des conduits;
- installer des enveloppes insonorisantes à l'extérieur des conduits;
- attacher les conduits à l'aide d'isolateurs de suspension;
- multiplier les embranchements, arrondir les coudes, ajouter des changements de direction et de dimension de section pour rendre l'écoulement de l'air plus laminaire.

**Problème 6**

Turbulence gazeuse à l'aspiration ou à l'échappement des machines à mouvement réciproque

Les machines à mouvement réciproque (p. ex. les moteurs diesels, les pompes à vide, les compresseurs, etc.) émettent du bruit à des niveaux intenses, à l'aspiration ou à l'échappement de l'air ou des gaz. C'est la turbulence des gaz s'écoulant à très haute pression et à très grande vitesse qui est à l'origine du bruit.

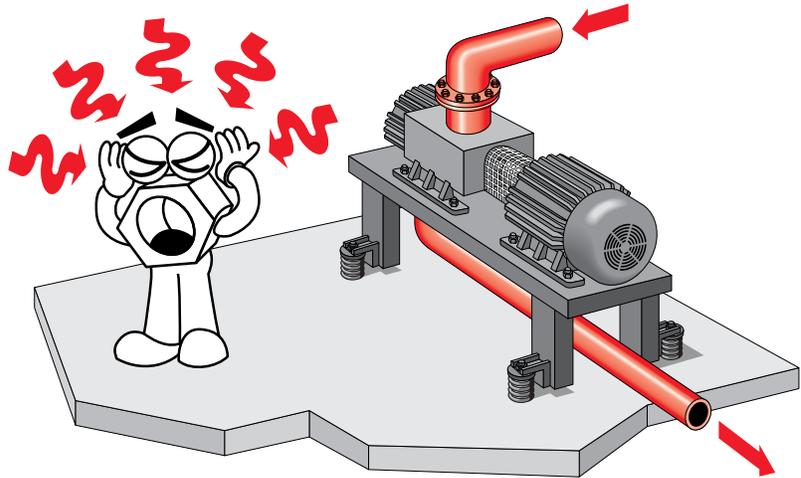


Figure 14

**Solution 6**

Silencieux de type réactif

L'installation, à l'aspiration ou à l'échappement de ces machines, d'un silencieux de type réactif adéquat réduit le bruit.

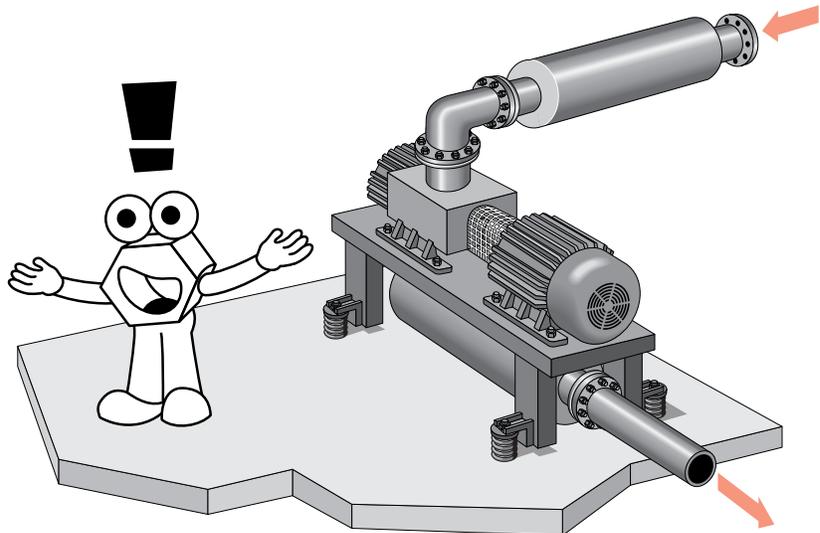
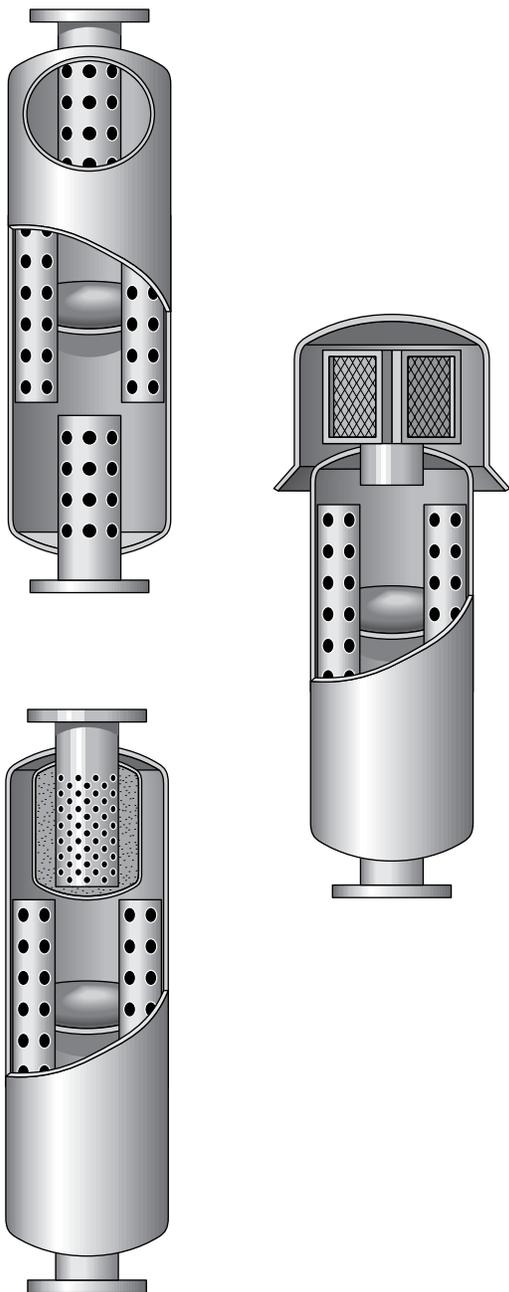


Figure 15

Quelques types de silencieux réactifs pour machine à mouvement réciproque



Point technique à prendre en compte dans le choix de ces silencieux

Le silencieux utilisé ne doit pas créer de résistance à l'écoulement d'air excédant la limite permise par le fabricant de la machine.

Technique complémentaire de réduction du bruit

Une machine en mauvais état de fonctionnement pourrait augmenter le niveau de bruit généré. Un bon entretien (p. ex. le remplacement des éléments usés, le graissage, le réglage, etc.) peut réduire le niveau de bruit de 1 à 10 dBA.

**Problème 7**

Turbulences de l'air provenant de l'échappement d'air comprimé à la sortie des vibrateurs pneumatiques

Un vibrateur pneumatique installé sur un silo, sur une chute, etc., émet du bruit à des niveaux intenses. Ce bruit est principalement causé par l'échappement de l'air comprimé à la sortie du vibrateur et par les vibrations produites par les mécanismes internes du vibrateur.

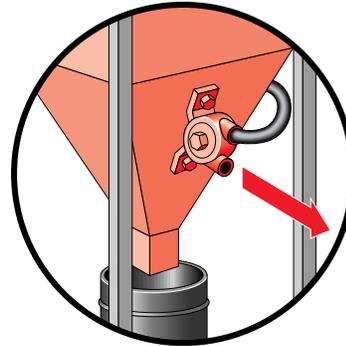


Figure 16

**Solution 7**

Vibreur électrique à masse excentrique

L'installation d'un vibreur électrique à masse excentrique d'un modèle approprié réduit le bruit de façon significative près du silo ou de la chute.

**Autres techniques**

Pour réduire le bruit du vibreur pneumatique uniquement à la sortie de l'air comprimé, on peut aussi :

- installer un silencieux de type dispersif;
- ou**
- ajouter un boyau d'extension acheminant l'air comprimé vers des endroits peu fréquentés.

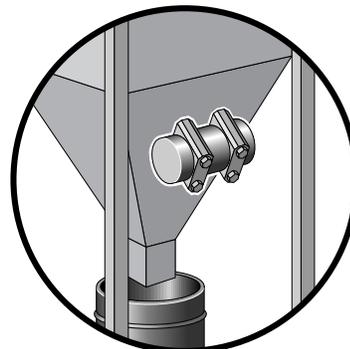
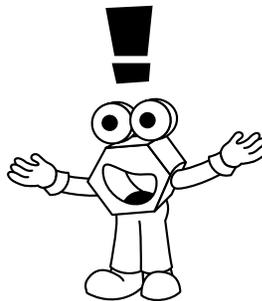


Figure 17

**Problème 8**

Vibrations des parois d'un contenant provenant de ses roulettes métalliques

En roulant sur une surface rugueuse, les roulettes métalliques produisent des vibrations qui se transmettent aux parois d'un contenant métallique et les font résonner fortement.

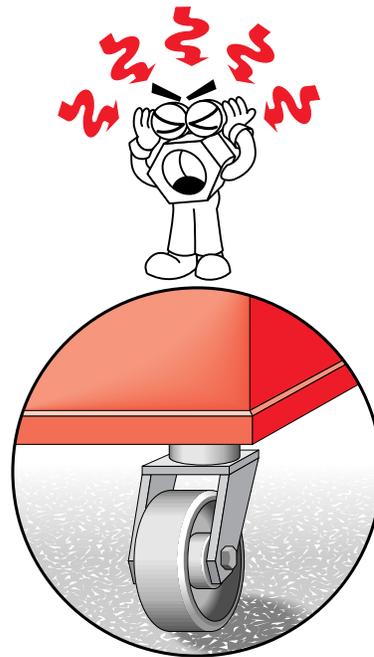


Figure 18

**Solution 8**

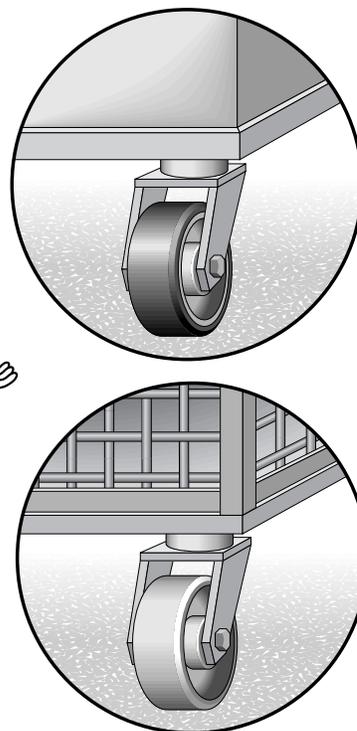
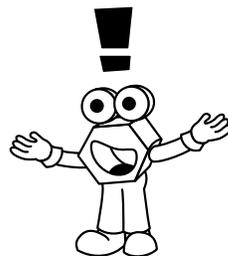
Roulettes en matériau résilient ou treillis métalliques

Pour réduire les vibrations des parois des contenants métalliques, on peut :

- remplacer les roulettes métalliques par des roulettes en matériau résilient tel que le plastique, le caoutchouc, le polyuréthane, etc.
- ou**
- remplacer les parois métalliques pleines par des parois en treillis.

**Autre technique**

Une surface de plancher plus lisse adoucit le roulement du contenant, ce qui réduit les vibrations de ses parois et atténue le bruit.



Figures 19 et 20

Problème 9

Bruit irradié par les parois des conduits

La turbulence des gaz ou la pulsation des liquides à l'intérieur des conduits des systèmes de ventilation, des pompes, etc. est à l'origine de vibrations qui traversent les parois minces des conduits. Le bruit produit par ces vibrations est parfois intense.

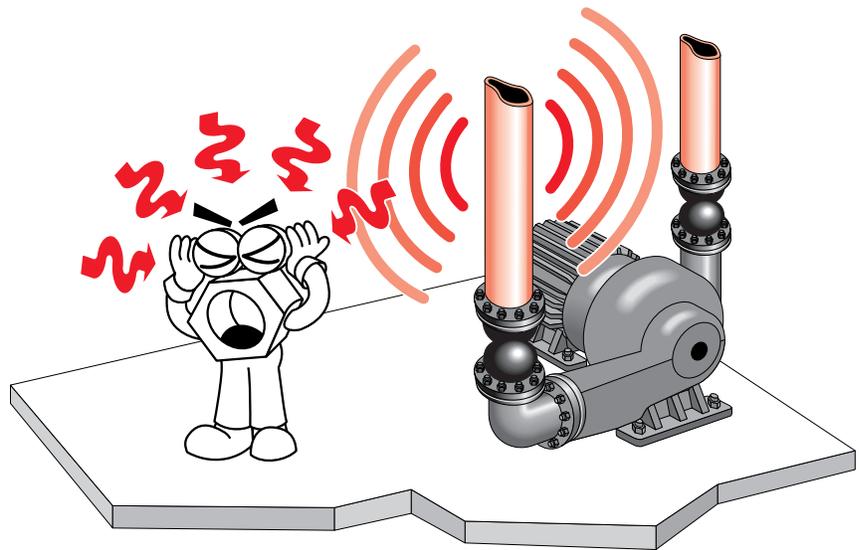


Figure 21

## Solution 9

## Enveloppe insonorisante

Des enveloppes insonorisantes recouvrant la surface extérieure du conduit diminuent le bruit. Ces gaines sont généralement composées d'un matériau absorbant (laine, mousse d'uréthane, etc.), et d'un matériau barrière (vinyle, tôle d'acier, aluminium, etc.).

Le matériau absorbant disperse les vibrations de la paroi du conduit et absorbe une partie de l'énergie acoustique; le matériau barrière bloque la transmission des ondes sonores vers l'extérieur.

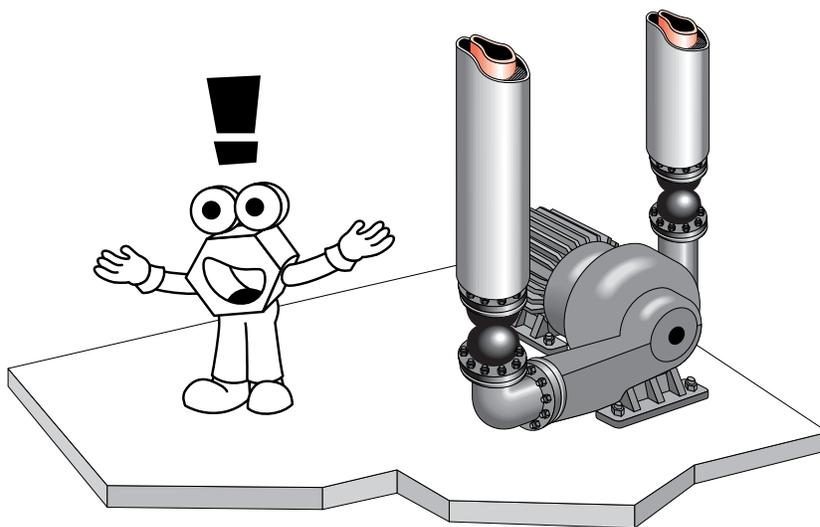


Figure 22

**Note.** - On doit installer le côté absorbant de l'enveloppe sur le conduit.

Problème 10

Vibrations des parois métalliques provoquées par la chute d'objets

Les impacts produits par la chute d'objets solides sur des parois métalliques font vibrer et résonner les parois, occasionnant un bruit intense.

Le niveau de bruit dépend principalement :

- du matériau et de la rigidité de la paroi (contenant, chute du convoyeur, etc.);
- de la hauteur de chute des objets solides;
- de la masse des objets (roches, pièces en métal, etc.).

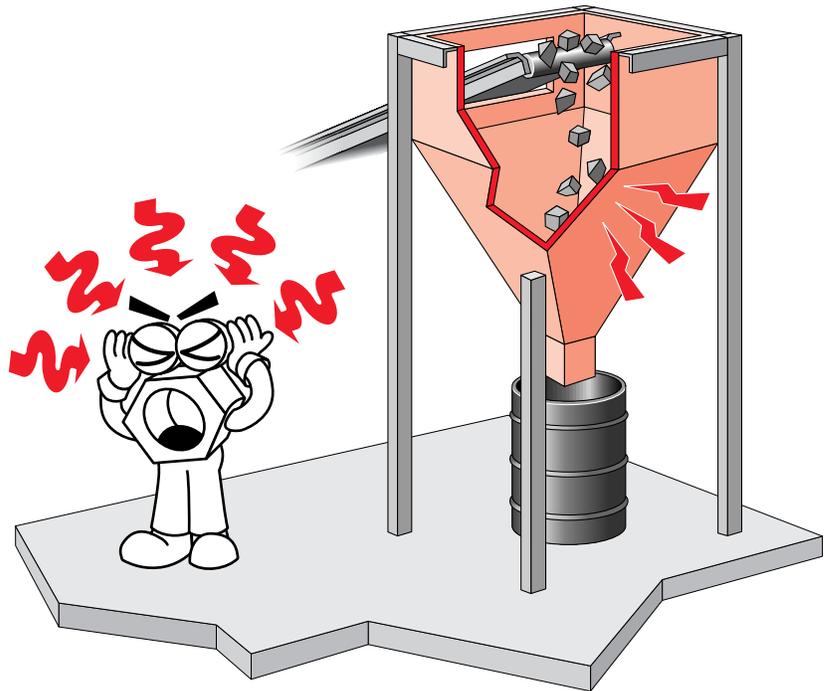


Figure 23

**Solution 10**

Diminuer la résonance des parois métalliques

Pour réduire les vibrations des parois métalliques, une première approche consiste à :

**10.1** Amortir la résonance des parois métalliques

Pour diminuer la résonance des parois métalliques, on peut :

**a** installer sur la *surface intérieure* de la paroi, un matériau résilient tel que du caoutchouc, du vinyle ou autre. Pour prévenir l'usure prématurée du matériau résilient, il peut être nécessaire d'installer une plaque d'usure (p. ex. en acier) sur ce matériau.

**ou**

**b** installer sur la *surface extérieure* de la paroi, un matériau amortissant tel que du caoutchouc, du vinyle, etc. pour réduire les vibrations.

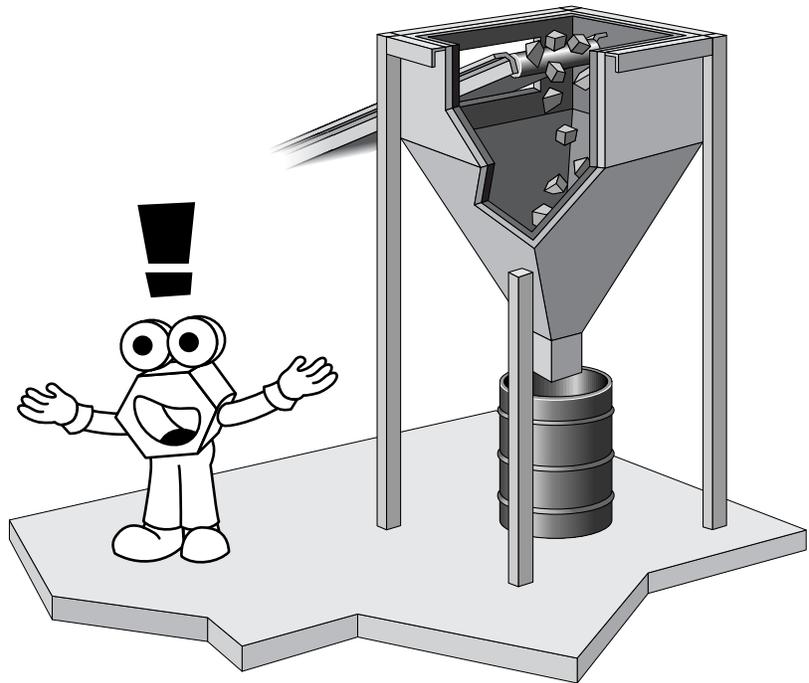


Figure 24

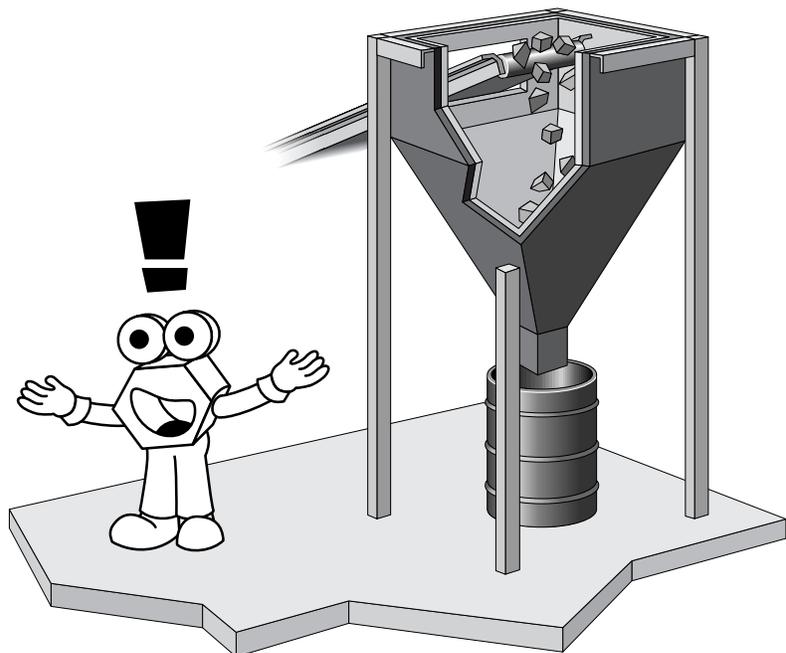


Figure 25

ou

- c** installer sur la surface extérieure de la paroi, une enveloppe insonorisante composée d'un matériau absorbant et d'un matériau barrière.

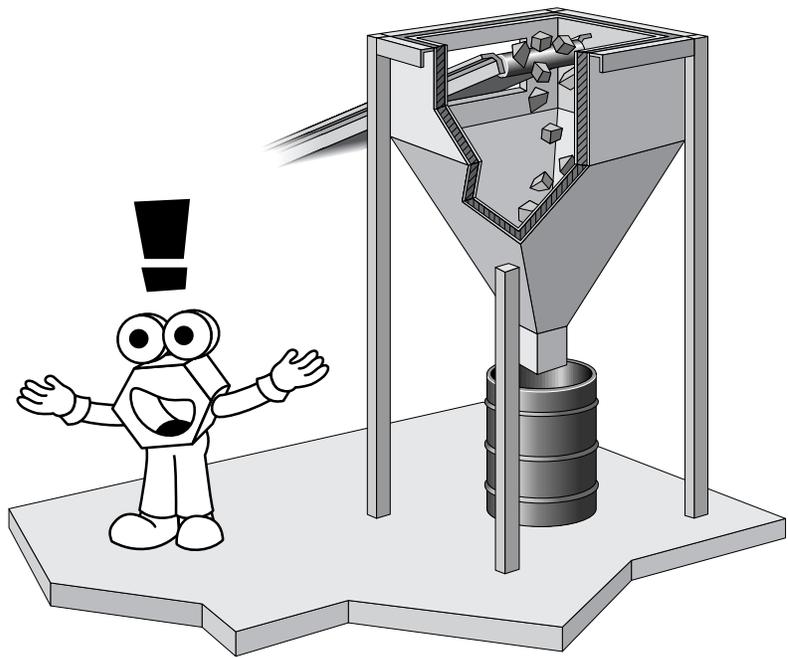


Figure 26

ou

- d** augmenter la rigidité de la paroi en ajoutant des renforts.

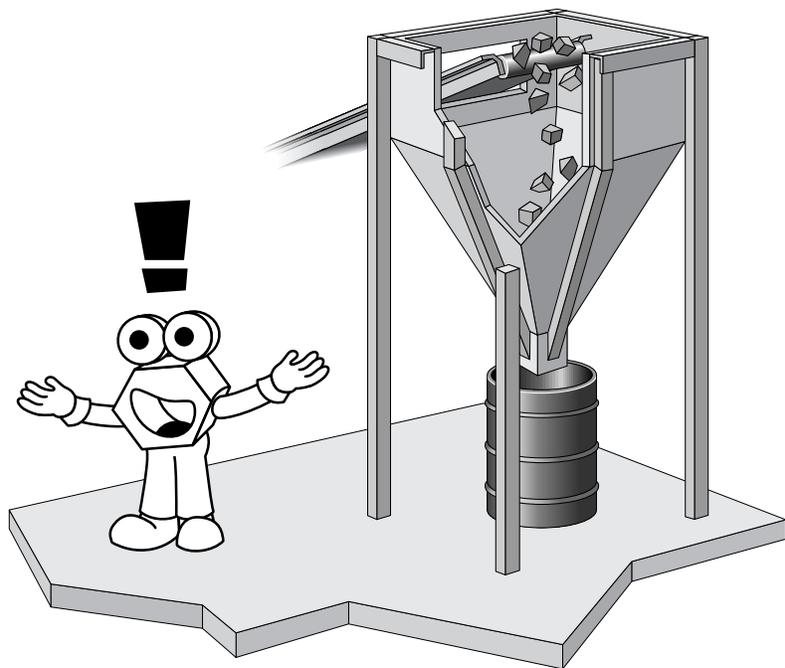


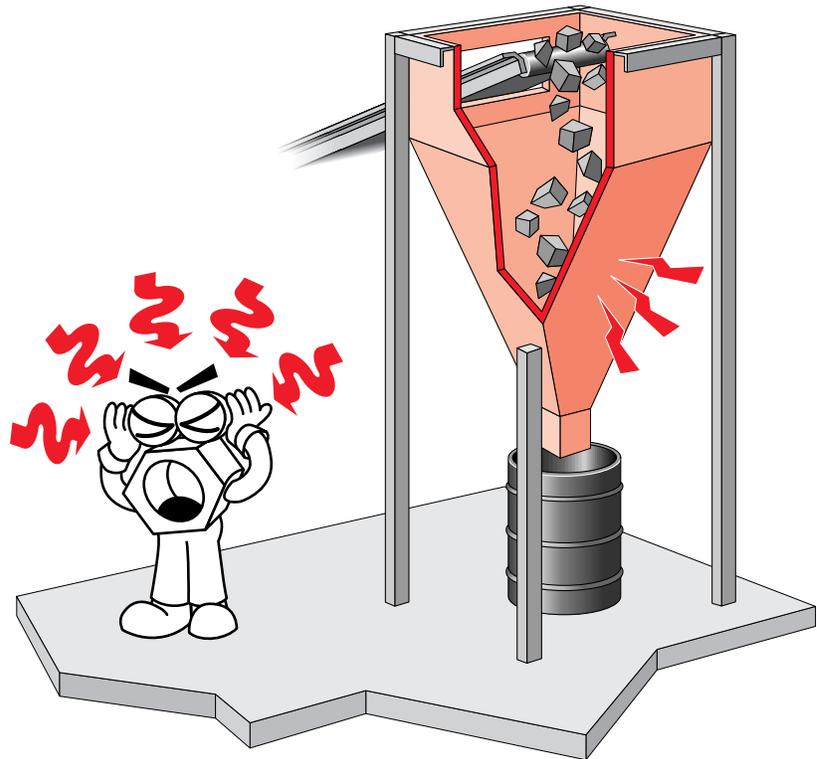
Figure 27

Pour réduire les vibrations des parois métalliques, une autre approche consiste à :

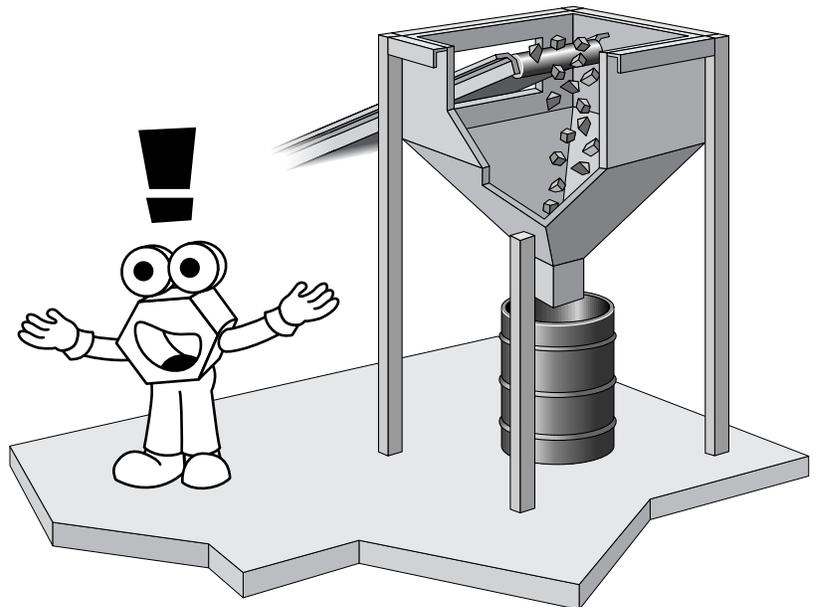
### 10.2 Réduire la force des impacts

La réduction de la force des impacts et par conséquent des vibrations et de la résonance des parois métalliques s'obtient aussi par :

- la réduction de la hauteur de chute des objets;
- la diminution de la masse des objets;
- la combinaison des deux.



Objet lourd + Hauteur élevée = Bruyant



Objet léger + Hauteur réduite = Moins bruyant

Figure 28

**Problème 11**

Bruit transmis par voie aérienne

Dans un local, le bruit engendré par des équipements ou des machines se transmet par voie aérienne et atteint les personnes :

- directement (D);
- indirectement (I) par la réflexion des ondes sonores sur les murs, le plafond, le plancher ou les parois des autres machines.

**REMARQUE**

Le niveau de bruit à un poste de travail dépend :

1. de la distance entre la source du bruit et la personne;
2. de l'absorption acoustique des parois du local;
3. des obstacles entre la source du bruit et la personne.

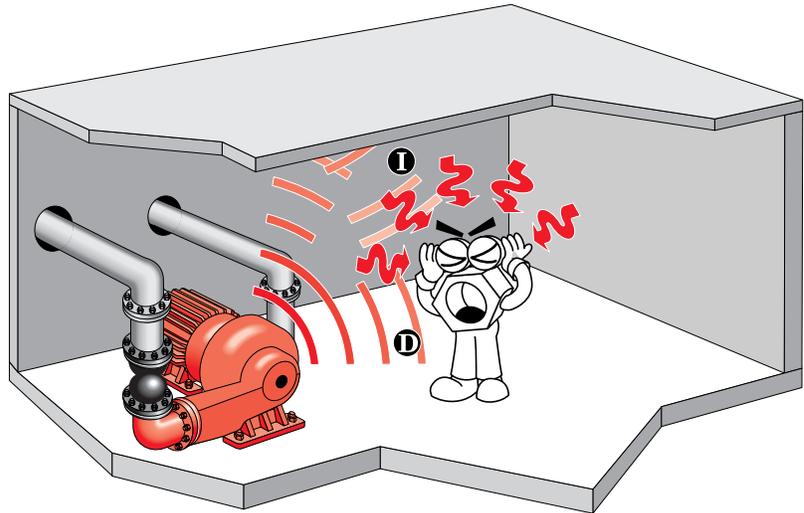


Figure 29

**Solution 11**

Atténuer ou bloquer la transmission aérienne du bruit

**11.1** Atténuer la transmission aérienne du bruit

Pour atténuer la transmission **directe** ou **indirecte** du bruit, on peut :

- a** **augmenter la distance** entre la source directe du bruit et le poste de travail.

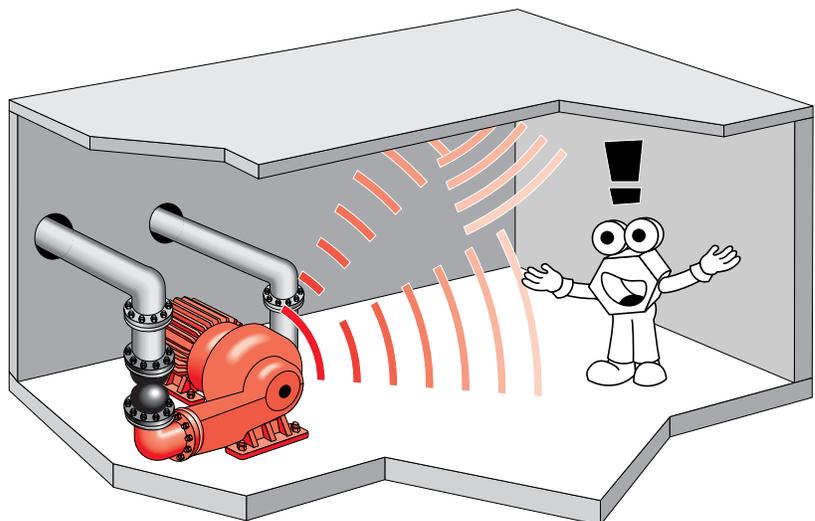


Figure 30

Pour atténuer la transmission **directe** ou **indirecte** du bruit, on peut aussi :

- b** recouvrir les murs et le plafond d'un local réverbérant (composé de matériaux durs qui réfléchissent le bruit des machines et qui contribuent à augmenter le niveau d'exposition du personnel) avec des matériaux absorbants tels que la fibre de verre, les panneaux absorbants, la tuile acoustique, etc.

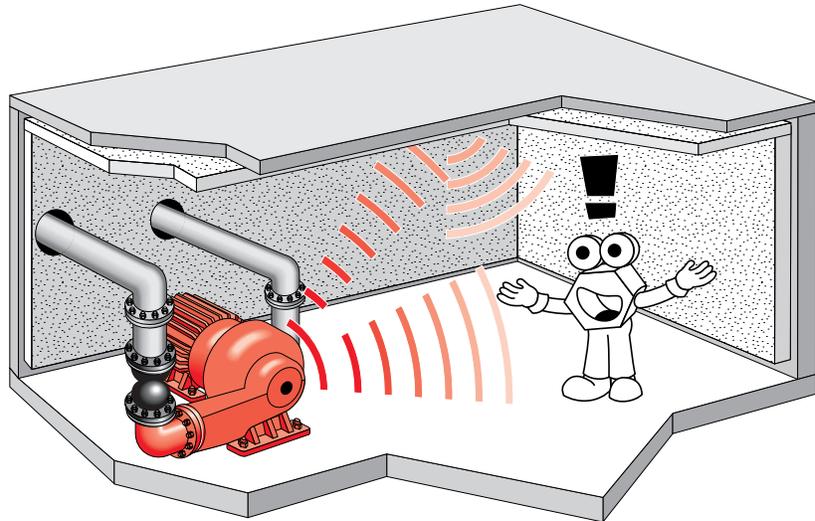


Figure 31

### Points techniques à prendre en compte dans l'insonorisation des locaux

L'insonorisation des locaux est efficace lorsque :

1. le personnel travaille principalement dans les zones de réverbération du local;
2. le personnel est relativement éloigné des sources de bruit et que le local est relativement grand ou bas de plafond;
3. le choix du matériau absorbant est adéquat.

***Avant d'investir dans cette technique parfois coûteuse, nous vous conseillons de consulter des spécialistes.***

## 11.2 Bloquer la transmission aérienne du bruit

Pour faire obstacle à la transmission **directe** et **indirecte** du bruit et le réduire au maximum, on peut :

- a installer une **enceinte insonorisante** qui enferme l'équipement, le procédé ou certains de leurs éléments.

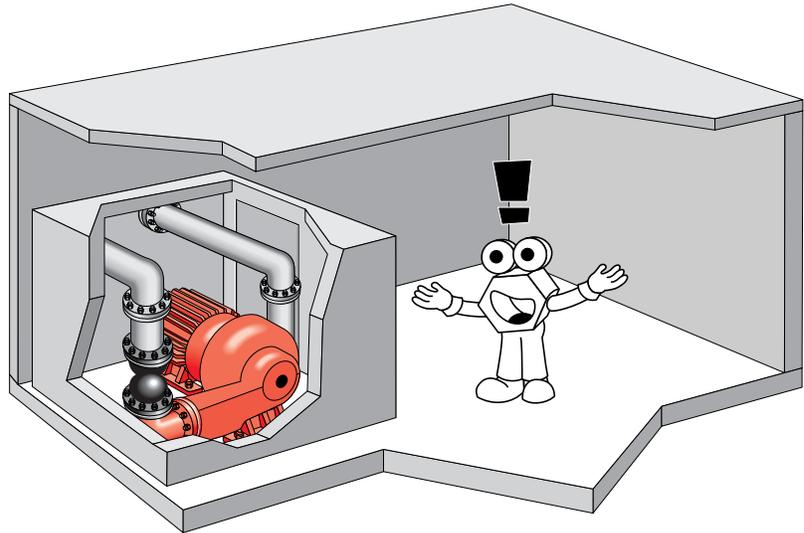


Figure 32

### Points techniques généraux à prendre en compte lors de la conception des enceintes insonorisantes

S'il est impossible de réduire le bruit dominant des éléments d'un équipement ou d'un procédé, il peut être nécessaire de l'enfermer complètement ou partiellement dans une enceinte. Pour ce faire, il faut :

1. construire l'extérieur de l'enceinte à l'aide d'un matériau barrière dense tel que l'acier, le contreplaqué, etc.;
2. recouvrir l'intérieur de l'enceinte d'un matériau absorbant tel que la fibre de verre pour diminuer la réverbération;
3. installer des silencieux aux entrées et aux sorties d'air servant à la ventilation des machines;
4. installer, s'il y a lieu, des portes et des fenêtres étanches;
5. installer, s'il y a lieu, des tunnels insonorisants aux entrées et aux sorties des convoyeurs;
6. réduire au **maximum** toutes les ouvertures;
7. s'assurer de la sécurité du personnel lors de la conception de l'enceinte.

**Note.** – Pour plus d'information, voir les deux guides techniques publiés par la CSST dans cette série qui traitent de ces questions.

Pour faire obstacle à la transmission **directe** et **indirecte** du bruit et le réduire au maximum, on peut :

- b** installer une **cabine insonorisée** séparant le personnel exposé de la source de bruit.

#### REMARQUE

Les points techniques à prendre en compte lors de la conception de cabines insonorisées sont semblables à ceux mentionnés pour les enceintes insonorisantes installées sur des équipements.

ou

- c** ériger un mur entre la **source** bruyante et le **personnel exposé** à l'aide d'un matériau barrière efficace (acier, bloc de béton, etc.) et d'un matériau absorbant.

#### Autre technique

On peut aussi **relocaliser cette source** dans un local fermé, et insonorisé s'il y a lieu.

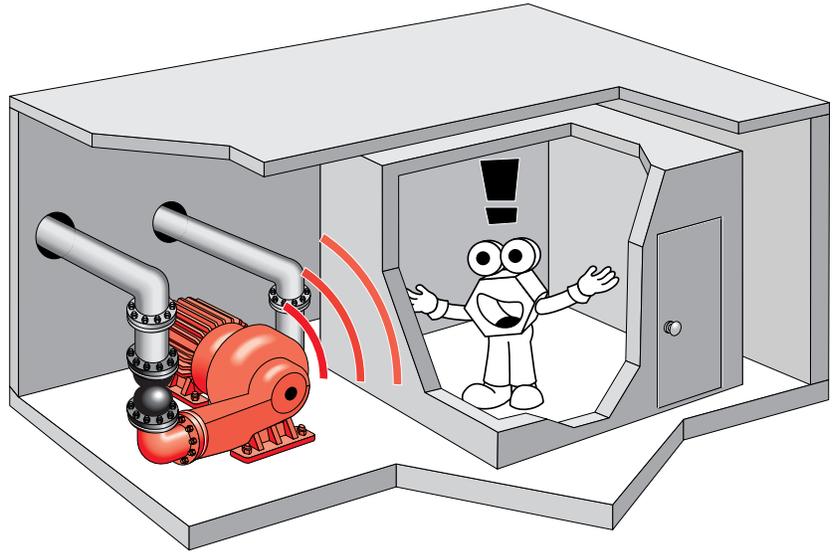


Figure 33

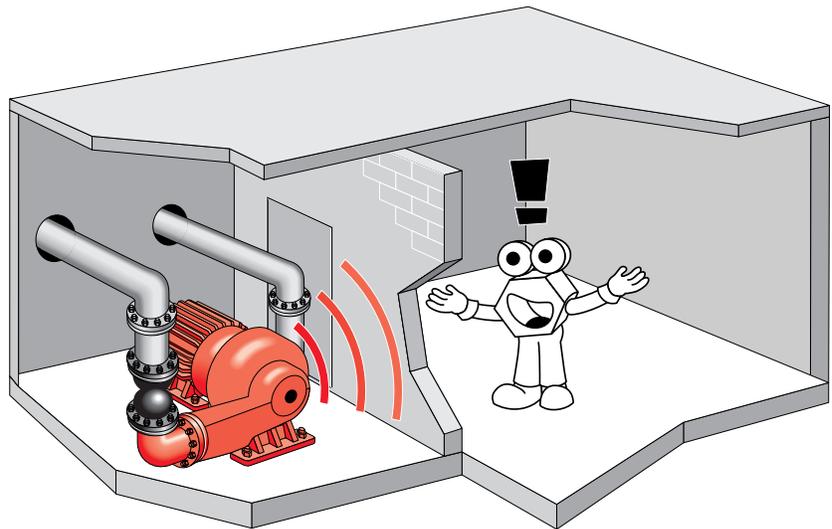


Figure 34

Pour faire obstacle à la transmission **directe** et **indirecte** du bruit et le réduire au maximum, on peut :

- d) lorsque le bruit se transmet d'un local à l'autre **par l'ouverture d'une porte...**

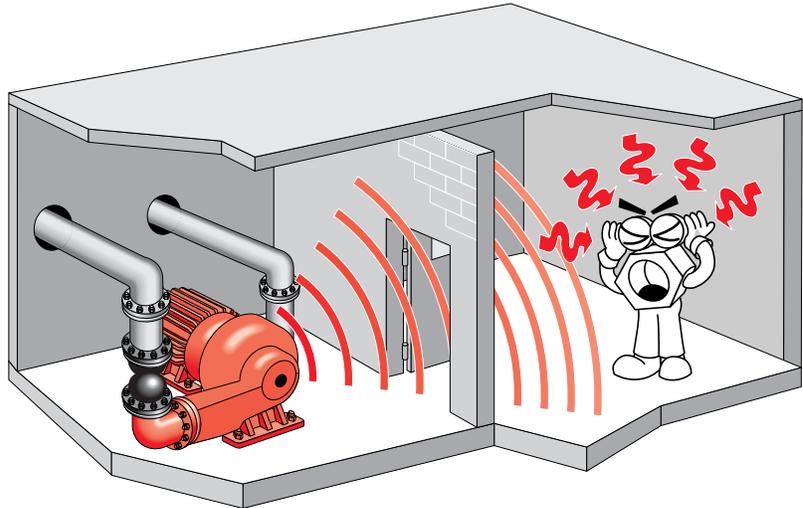


Figure 35

**construire un vestibule à deux portes** de telle sorte que l'une d'elles puisse toujours être tenue fermée lors du passage du personnel.

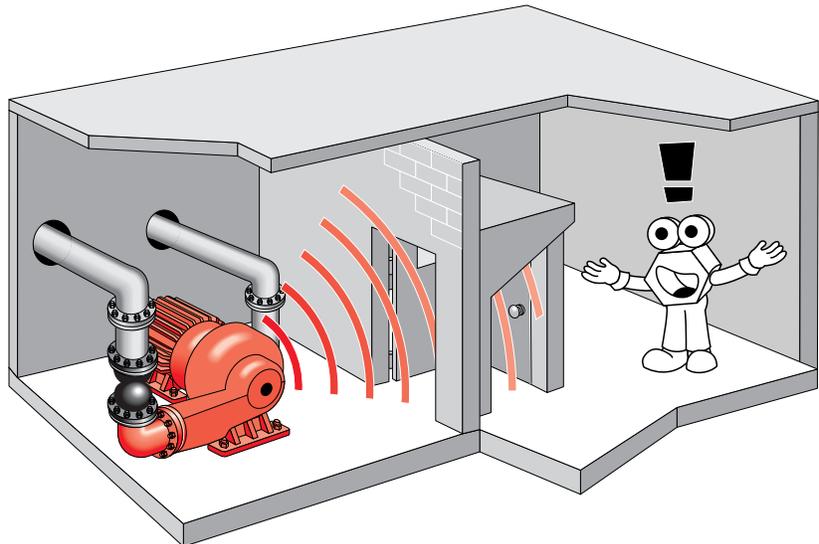


Figure 36

Pour faire obstacle à la transmission **directe** et **indirecte** du bruit et le réduire au maximum, on peut :

- lorsque le bruit se transmet **d'un local bruyant à un local moins bruyant** par des ouvertures trop larges autour des gaines de ventilation, des câbles ou des tuyaux...

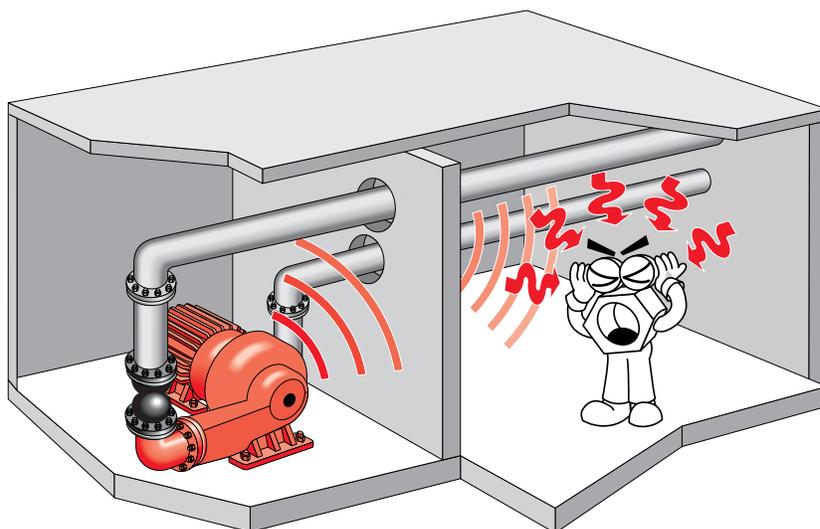


Figure 37

**colmater les ouvertures trop larges** avec de la laine ou un scellant non durci (p. ex. le silicone).

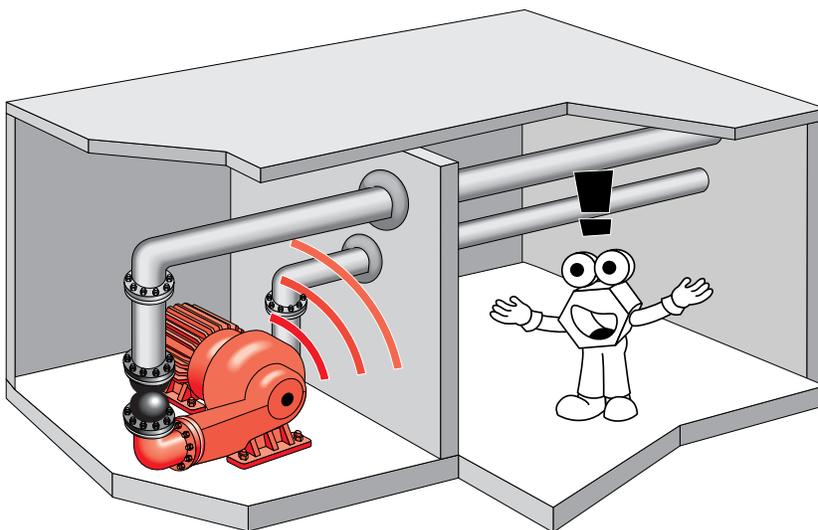


Figure 38

Pour faire obstacle à la transmission **directe** du bruit et le réduire, on peut :

**f** ériger un **écran insonorisant** entre le personnel exposé et la source du bruit.

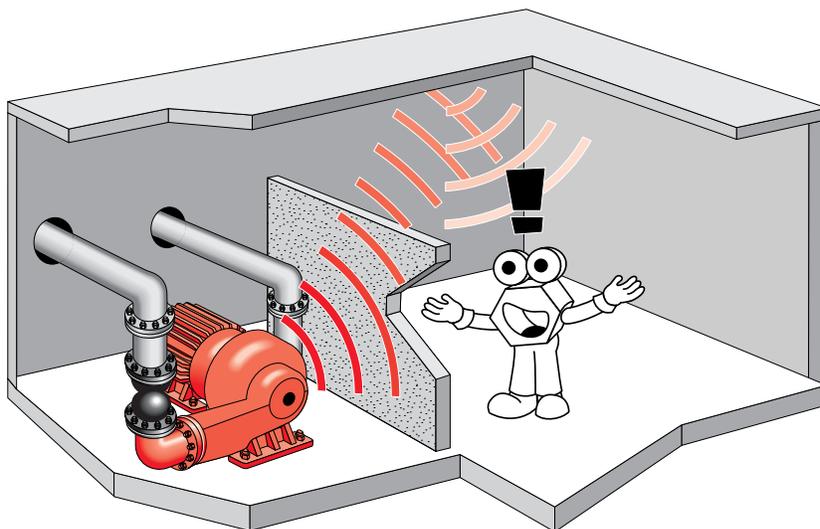


Figure 39

### Points à prendre en compte par rapport aux écrans

Un écran efficace pour le personnel présente les caractéristiques suivantes :

1. il est aussi haut que possible ;
2. il est assez long: les côtés de l'écran excèdent la ligne de vue directe d'au moins une fois la hauteur de l'écran ;
3. il est placé le plus près possible des personnes ou de la source du bruit ;
4. s'il est installé près des machines, le côté recouvert d'un matériau absorbant (p. ex. la fibre de verre) fait face aux machines. Si l'écran est placé près des personnes, le côté recouvert d'un matériau barrière (p. ex. l'acier, le contreplaqué) fait face aux machines.

L'utilisation des écrans dans des milieux trop réverbérants n'est pas conseillée.

***Avant d'investir dans cette technique, nous vous suggérons de consulter des spécialistes.***

## Impacts multiples

### Problème 12

Impacts produits par des systèmes d'entraînement par chaîne

Des systèmes d'entraînement par chaîne émettent du bruit à des niveaux élevés selon le type de chaîne, sa vitesse de rotation et la qualité de son entretien. Le bruit est principalement causé par les multiples impacts entre les maillons de la chaîne et les dents du système d'entraînement.

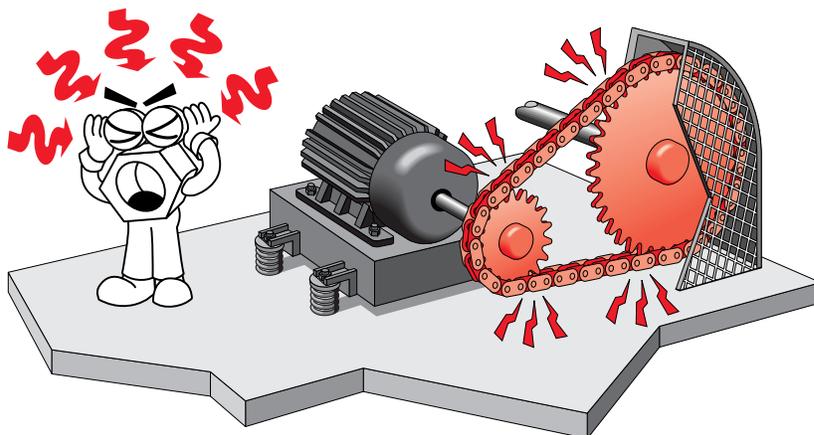


Figure 40

### Solution 12

Entraînement par courroies

Le remplacement du système d'entraînement par chaîne par un système approprié de poulies et de courroies réduit le bruit.

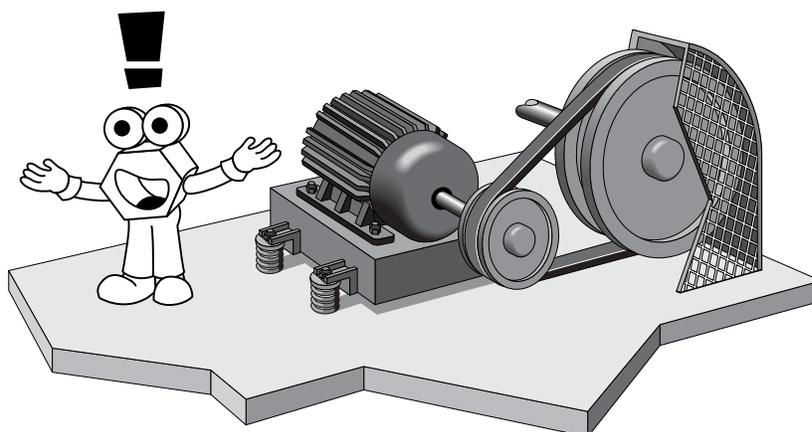


Figure 41

**Problème 13**

Vibrations des pièces travaillées dues à des impacts

L'exécution de certains types de travaux manuels provoque des bruits intenses produits par les impacts d'outils sur les pièces travaillées qui se mettent alors à vibrer et à résonner.

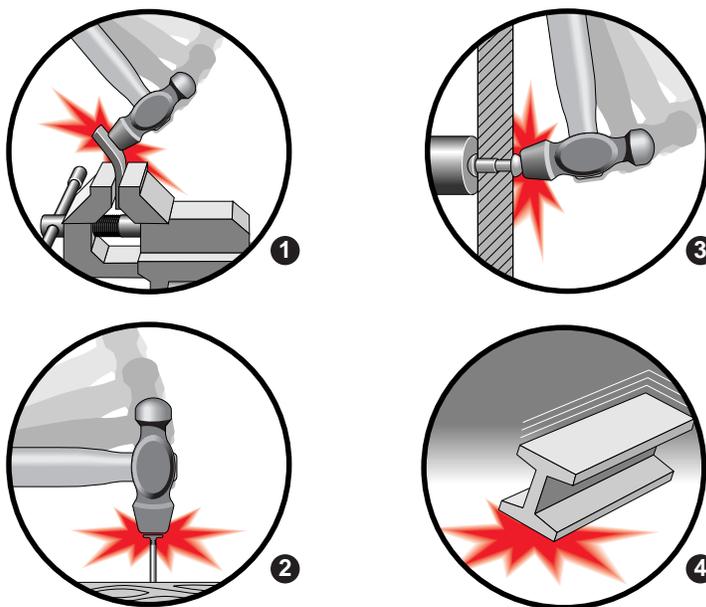


Figure 42

**Solution 13**

Méthodes de travail moins bruyantes

L'utilisation, lorsque cela est possible, de méthodes de travail moins bruyantes comme le pliage plutôt que le martelage (1), le vissage plutôt que le clouage (2), le boulonnage plutôt que le rivetage (3), réduit le bruit. De même, déposer les objets plutôt que les laisser tomber contribue à la réduction du bruit (4).

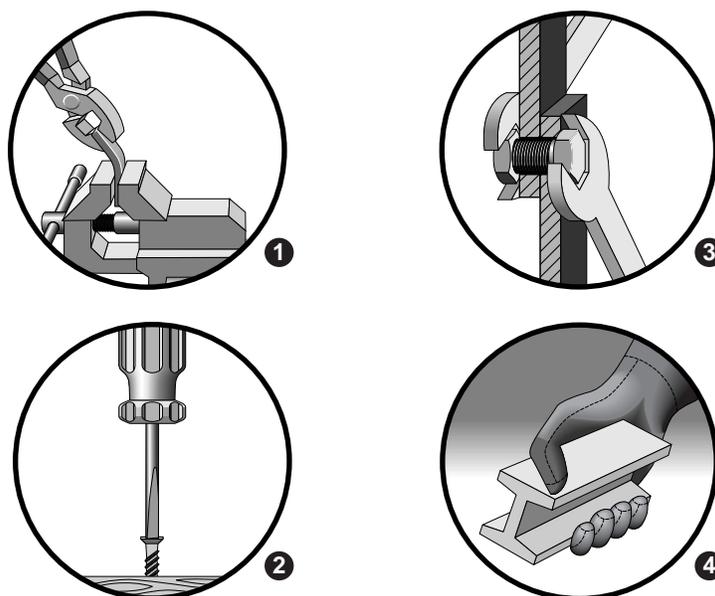


Figure 43

**Problème 14**

Vibrations engendrées par des équipements mal entretenus

Un équipement ou une machine en mauvais état de fonctionnement engendre plus de vibrations qu'un équipement ou une machine bien entretenu.

**Solution 14**

Entretien préventif

Des travaux réguliers d'entretien, tels que :

- le graissage;
- l'équilibrage;
- le remplacement des éléments défectueux;
- la réparation des fuites d'air comprimé;
- l'ajustement;
- le serrage des boulons desserrés, etc.;

permettent :

- de prolonger la durée de vie des machines;
- de réduire les pertes de matières premières;
- de réduire les arrêts de production non planifiés;
- de réduire les coûts d'énergie;
- d'augmenter la qualité des produits finis;
- de réduire les risques d'accident;
- de prévenir les bris d'équipements.

*De plus, ces travaux réduisent les bruits en milieu de travail.*

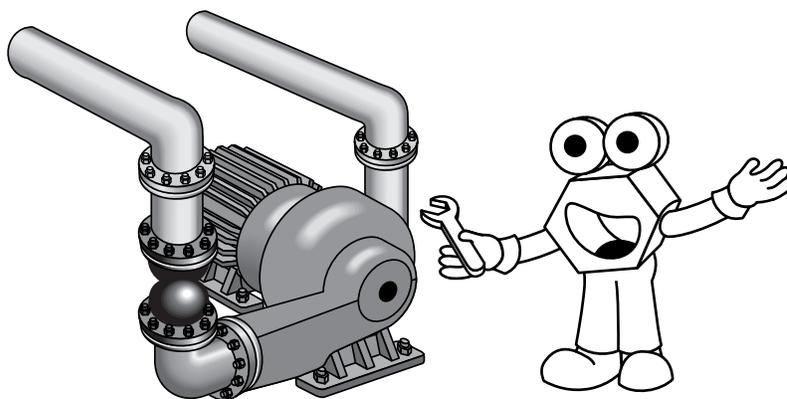


Figure 44

## Chapitre IV

### Un plan d'action stratégique

La mise en place d'un plan d'action visant à réduire l'exposition des travailleurs et des travailleuses au bruit nécessite les démarches suivantes :

1. Obtenir l'engagement de la haute direction, du directeur ou de la directrice de la production, de la personne responsable des achats, etc.;
2. Former un comité d'étude paritaire;
3. Cibler les équipements bruyants et/ou leurs éléments et identifier les postes de travail présentant des risques pour les personnes exposées;
4. Définir clairement les objectifs à atteindre et les contraintes à prendre en compte; p. ex diminuer le niveau de bruit dans une zone de travail déterminée, d'une machine en particulier ou de certains de leurs éléments, etc.;
5. Sélectionner des solutions techniques avec l'aide de personnes qualifiées;
6. Déterminer des priorités en fonction de critères spécifiques : nombre de personnes à risque, niveau d'exposition des personnes, solutions techniques possibles, efficacité des différentes solutions, investissement nécessaire, etc.;
7. Identifier, à l'interne et à l'externe, les personnes qui réaliseront les projets et en assureront le suivi;
8. Fixer à court, à moyen et à long terme, des échéanciers pour la réalisation des travaux;
9. Évaluer l'efficacité acoustique des solutions mises en place et la réduction des niveaux d'exposition.

Ce plan d'action propose des démarches à entreprendre pour réduire le bruit des machines que possède actuellement l'entreprise. Parallèlement, il faut veiller à éviter de nouveaux problèmes de bruit lors de l'acquisition de nouveaux équipements ou de l'aménagement de nouvelles installations.

L'engagement de la haute direction et de toutes les personnes qui détiennent un pouvoir décisionnel en matière d'investissement financier dans l'entreprise est essentielle pour assurer l'efficacité d'un plan d'action visant à réduire l'exposition au bruit. Au sein de l'entreprise, le succès du plan d'action passe aussi par la communication entre les intervenants et le comité paritaire.

### Étape 1

#### Former un comité d'étude paritaire

La création d'un comité d'étude paritaire, composé de représentants du personnel et de représentants de la direction concernés par la réalisation du plan d'action, est vivement conseillée.

Il est souhaitable que ces personnes partagent leurs connaissances des équipements et des tâches exécutées.

Le mandat principal du comité est de gérer les étapes du plan d'action résumé à la page précédente.

À l'occasion, des personnes-ressources à l'interne ou à l'externe (Régies régionales de la santé et des services sociaux (RSSS), CLSC, ASP, inspecteurs de la CSST, etc.) peuvent se joindre au comité pour transmettre des informations supplémentaires sur les conséquences d'une surexposition au bruit et sur les méthodes d'évaluation et de réduction du bruit.

### Étape 2

#### Identifier les postes de travail présentant des risques et évaluer les sources dominantes de bruit

Si vous ne possédez pas d'instruments de mesure, vous pouvez, dans un premier temps, utiliser les questionnaires des *Annexes* pour identifier *sommairement* les situations ou les postes de travail qui présentent des niveaux de bruit élevés.

Pour compléter cette évaluation préliminaire et pour évaluer des situations pouvant comporter des risques, vous pouvez faire appel aux équipes de santé au travail des RSSS et des CLSC qui prendront des mesures précises de l'exposition au bruit du personnel. Ces informations peuvent aussi être complétées par les résultats d'audiogrammes des personnes surexposées.

Les résultats des *mesures dosimétriques* permettent de connaître le niveau d'exposition des personnes et peuvent être comparés aux limites sonores fixées par la réglementation ou par l'entreprise.

Enfin, vous pouvez mesurer précisément avec un sonomètre les niveaux de bruit de tel procédé ou de telle machine.

Les *sonomètres* évaluent les niveaux de bruit provenant des différentes sources. Les mesures sonométriques doivent s'effectuer près des machines bruyantes en les faisant fonctionner chacune séparément, si possible. De telles mesures permettent d'identifier avec précision les sources prédominantes de bruit et de quantifier leur contribution sonore au bruit d'ensemble. Pour plus d'information, voir *Chapitre II - Réduire en priorité la source prédominante de bruit*.

Lorsque la situation l'exige, des techniques plus spécialisées comme l'analyse fréquentielle des machines ou l'intensimétrie doivent être utilisées pour mieux identifier et mesurer les sources de bruit des éléments d'une machine, d'un procédé, d'un système, etc. Pour ce travail, il est possible de faire appel à des ASP ou à des consultants. Pour plus d'information, voir le *Chapitre II - Cas complexes*.

En résumé, les résultats des mesures sonométriques permettent d'identifier les sources de bruit responsables du dépassement des limites d'exposition fixées et de quantifier la contribution de chacune d'elles au dépassement de ces limites.

Pour plus de renseignements sur la sonométrie, sur la dosimétrie et sur d'autres notions utiles, voir les *Annexes*.

### Étape 3

#### Identifier les solutions et les sélectionner

Chacune des sources de bruit identifiées à l'étape 2 exige la recherche de solutions potentielles. À ce sujet, voir les *Chapitres II et III*. La documentation spécialisée, les rapports techniques, les fournisseurs de produits insonorisants et leurs catalogues, constituent, entre autres, des sources pertinentes d'information pour ce travail de recherche.

L'efficacité acoustique des solutions envisagées, leur faisabilité technique et les coûts directs et indirects de l'implantation des correctifs doivent être analysés pour chacune des sources de bruit identifiées.

Les éléments suivants doivent également être pris en considération : la sécurité des utilisateurs; les risques d'incendie (l'assureur doit être avisé s'il y a lieu); les conséquences éventuelles sur le bon fonctionnement de l'équipement, des opérations, de la production et de l'entretien; les risques de surchauffe des équipements; l'accès physique aux lieux; l'éclairage s'il y a lieu; etc.

Au terme de cette analyse, l'entreprise sera en mesure de choisir les correctifs appropriés.

Rappelons qu'il est toujours préférable de réduire le bruit en choisissant des mesures décrites aux deux premiers niveaux puisqu'elles conduisent à une réduction définitive du bruit. (À ce sujet, voir le *Chapitre II*)

Enfin, il s'agit de faire approuver par les décideurs le plan des correctifs par ordre de priorité, de fixer les échéanciers de réalisation et d'obtenir les budgets nécessaires.

### Étape 4

#### Réaliser les projets et évaluer les solutions mises en place

À cette étape, il s'agit de procéder à la planification et à la conception détaillée des modifications qui seront apportées aux installations, d'acheter les produits ou dispositifs d'insonorisation et de les installer.

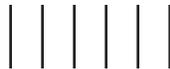
Le personnel technique de l'entreprise, les fournisseurs de produits insonorisants et les entreprises spécialisées peuvent réaliser ces travaux.

La surveillance des travaux est essentielle pour s'assurer que les modifications sont conformes aux plans et devis.

Lorsque les correctifs ont été mis en place, il faut mesurer les niveaux de bruit pour évaluer leur efficacité acoustique et pour apporter, s'il y a lieu, les ajustements nécessaires.

À la suite de ces ajustements, il faut réévaluer les niveaux de bruit pour vérifier leur conformité aux exigences de réduction du bruit et présenter ces résultats aux personnes concernées.

Il faut procéder de la même manière pour tous les correctifs à apporter.



## REMARQUE

### Nouveaux équipements ou nouvelles installations

Il est possible de prévenir les problèmes de bruit lors de l'aménagement de nouvelles installations ou lors de l'acquisition de nouveaux équipements. L'élaboration et la mise en application d'une **politique d'achat d'équipements peu bruyants** évite la répétition des problèmes.

Ainsi, lorsque l'entreprise soumet un **devis d'achat** d'équipement, elle peut préciser les niveaux de bruit maximum qu'elle autorise à une distance donnée et dans un environnement spécifique (p. ex. les niveaux de **pression** sonore de la machine à installer dans l'usine ne doivent pas dépasser 80 dBA à un mètre de celle-ci). Les **fabricants** d'équipement peuvent également fournir les renseignements sur les niveaux de bruit générés par l'équipement fonctionnant à vide et en charge.

L'entreprise peut alors choisir le fabricant qui, à qualité, à performance et à prix comparables, offre un équipement générant un niveau de bruit plus faible. Pour être en mesure de faire des comparaisons, **l'acheteur** doit s'assurer que les niveaux de bruit sont spécifiés en terme de **pression** sonore.

Parfois, les **fournisseurs** offrent, pour leurs équipements ou pour leurs machines, des options insonorisantes. Il est souvent avantageux de les choisir lorsque le prix et l'efficacité acoustique le justifient.

Lors de la construction d'une nouvelle usine, des mesures techniques de réduction du bruit peuvent être prévues dès la conception des plans : disposition des équipements, acquisition de machines moins bruyantes, érection d'écrans, etc. Il s'agit là d'un moyen efficace de prévenir à la source les problèmes de bruit.

# Annexes

- A** Niveaux de bruit élevés
- B** Notions utiles sur le bruit
- C** Sonométrie
- D** Dosimétrie

**A**

## Niveaux de bruit élevés – Points de repère

Si vous ne possédez pas d'instruments de mesure, les questionnaires suivants peuvent vous aider à identifier sommairement les situations ou les postes de travail qui peuvent comporter des niveaux de bruit élevés et des risques.

Ces questionnaires vous permettront également de déceler la présence de bruits intenses susceptibles d'affecter la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs et des travailleuses.

Avant de prendre des mesures pour réduire le bruit, il est toutefois nécessaire, d'un point de vue technique, de mesurer les niveaux d'exposition au bruit du personnel et d'identifier les sources prédominantes de bruit.

## Niveaux de bruit élevés – Points de repère

### En tant que travailleur ou travailleuse...

1. Avez-vous de la **difficulté à saisir** clairement **tous les mots prononcés dans les lieux de travail ou à votre poste de travail** ?  oui  non

---

2. **Au travail**, devez-vous **lire sur les lèvres pour deviner** ce qui se dit ?  oui  non

---

3. Devez-vous souvent **transmettre ou recevoir des messages**, des informations ou des instructions **par des signes** ?  oui  non

---

4. **Au téléphone**, devez-vous vous **boucher l'oreille** libre pour **distinguer clairement tous les mots** prononcés par votre interlocuteur ?  oui  non

---

5. Y-a-t-il dans votre lieu de travail des **affiches** qui signalent « **Zone bruyante - Port de protecteurs auditifs obligatoire** » ?  oui  non

---

6. **À certains postes de travail**, vos collègues portent-ils des **protecteurs auditifs** ?  oui  non

---

7. Le soir à la maison, **après une journée de travail**, trouvez-vous souvent que **le volume du téléviseur ou de la radio** est réglé **trop bas**; pour bien entendre, devez-vous l'augmenter<sup>1</sup> ?  oui  non

---

8. Avez-vous ou avez-vous déjà eu des sifflements ou des bourdonnements dans les oreilles<sup>1</sup> ?  oui  non

---

9. **Le matin, en reprenant votre véhicule** pour aller au travail, devez-vous **baisser le volume de la radio**<sup>1</sup> ?  oui  non

*Des réponses affirmatives à plusieurs de ces questions sont autant d'éléments observables qui peuvent indiquer la présence de problèmes majeurs de bruit dans votre milieu de travail.*

<sup>1</sup> Ces symptômes dénotent la présence d'atteintes auditives **temporaires** qui ne dégénèrent pas en surdité permanente dans la mesure où les durées d'exposition quotidienne au bruit sont respectées. Chaque exposition quotidienne doit être suivie d'une période de repos de 16 heures.

## Niveaux de bruit élevés – Points de repère

### En tant qu'employeur, dans votre entreprise...

1. Lorsque vous conversez avec des personnes dans les lieux de travail, **à moins d'un mètre** de distance de vos interlocuteurs, **leur demandez-vous de parler plus fort** pour **saisir clairement** tous les mots de la conversation ?  oui  non

---

2. Dans certaines zones de travail, **demandez-vous à des travailleurs, à des travailleuses ou à vos autres interlocuteurs de répéter** certaines parties de phrase ?  oui  non

---

3. Des personnes vous ont-elles déjà **demandé de prendre des mesures pour réduire le bruit** émis par certains équipements ou outils, ou de réduire le bruit dans certains secteurs de l'usine ?  oui  non

---

4. Vous a-t-on adressé des **demandes de transfert à des aires ou à des postes de travail moins bruyants** ?  oui  non

---

5. Des réclamations pour **surdité professionnelle** vous ont-elles déjà été adressées ?  oui  non

---

6. Les **visiteurs** vous demandent-ils des **protecteurs auditifs** ?  oui  non

---

7. Avez-vous déjà entendu **des remarques** semblables :  
« **C'est trop bruyant ici** » ?  oui  non

---

8. Remarquez-vous un **taux d'absentéisme** ou de rotation de personnel **plus élevé à certains postes** de travail bruyants ?  oui  non

---

9. Vous arrive-t-il de **ne pas entendre les véhicules motorisés** circulant près de vous ?  oui  non

---

10. Vous a-t-on déjà signalé **des incidents** consécutifs à un **signal sonore non perçu** et qui auraient pu provoquer un accident ?  oui  non

---

11. Lorsque des **équipements doivent être renouvelés**, les fournisseurs vous **proposent-ils** l'achat d'**équipements moins bruyants** ou vous suggèrent-ils des **options insonorisantes** ?  oui  non

---

12. Les résultats d'examens audiométriques indiquent-ils **la présence, d'atteintes auditives chez un certain nombre** de travailleurs ou de travailleuses ?  oui  non

---

13. **Au terme d'une visite dans l'usine**, appréciez-vous la **quiétude et le silence** de votre **bureau** ?  oui  non

*Des réponses affirmatives à plusieurs de ces questions sont autant d'éléments observables qui peuvent indiquer la présence de problèmes majeurs de bruit dans votre milieu de travail.*

## B Notions utiles sur le bruit

Lorsqu'on parle de bruit, on fait souvent référence à des notions telles que décibels (dB), décibels A (dBA), bruits continus, bruits d'impact ou niveau de bruit équivalent. Pour comprendre ces notions, voici quelques explications simples.

Les dB et les dBA sont les unités de mesure qui quantifient le niveau de bruit.

### dB

En physique, le bruit réel d'une machine se mesure en dB.

Pour obtenir cette mesure, il faut régler l'instrument de telle sorte que le signal sonore, reçu par le microphone, passe par le réseau de pondération linéaire.

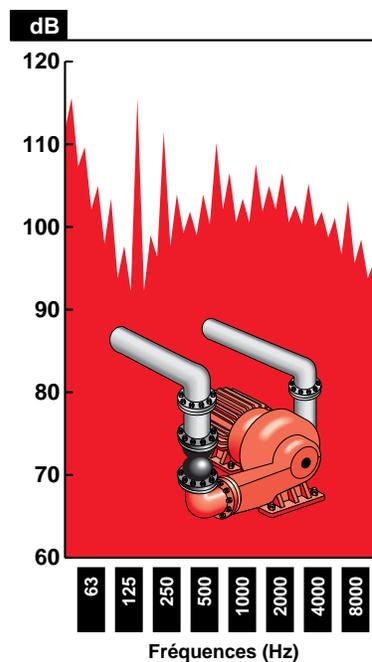


Figure 45

### dBA

Au niveau de la perception par l'oreille, le bruit se mesure en dBA.

Pour obtenir cette mesure, il faut régler l'instrument de mesure de telle sorte que le signal sonore, reçu par le microphone, passe par le réseau de pondération A.

La pondération A diminue surtout les bruits en basse fréquence pour tenir compte de la réponse de l'oreille à ces fréquences.

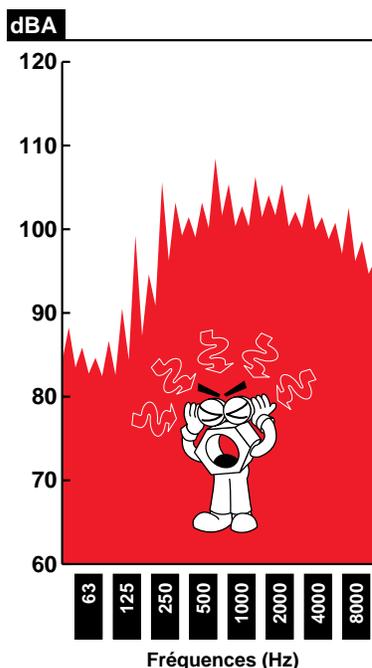


Figure 46



## Bruit continu

Un bruit continu est un bruit qui se prolonge dans le temps.

La figure ci-contre illustre deux types de bruit continu.

La valeur d'un bruit continu se mesure à l'aide d'un sonomètre, d'un sonomètre intégrateur ou d'un dosimètre. Les deux derniers instruments permettent d'obtenir une moyenne des niveaux de bruit pour la durée de la mesure.

La valeur du signal sonore enregistré par l'instrument s'exprime en dBA.

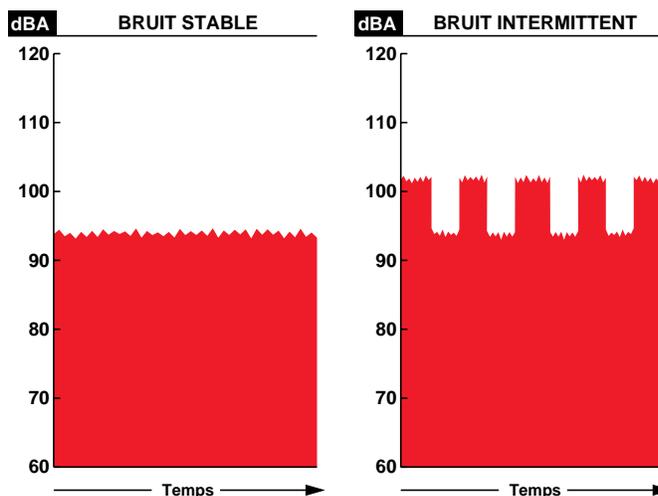


Figure 47

## Bruit d'impact

Le bruit d'impact est composé d'une série de chocs séparés entre eux par plus d'une seconde.

La figure ci-contre représente des bruits d'impact.

La valeur d'un bruit d'impact se mesure à l'aide d'un sonomètre possédant une fonction crête et un réseau de pondération linéaire.

La valeur du signal sonore enregistré par l'instrument s'exprime en dB.

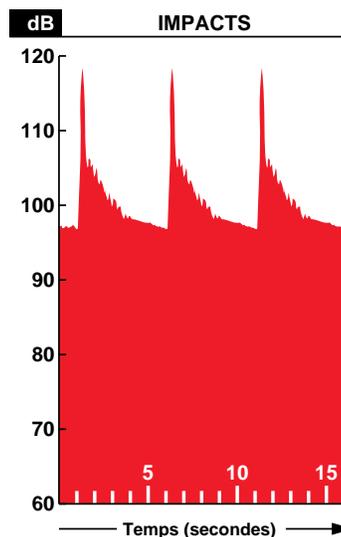


Figure 48

## Niveau de bruit équivalent - $L_{eq}$

La notion de niveau de bruit équivalent permet de mesurer l'exposition moyenne d'une personne au bruit pendant une période de référence telle, par exemple, une journée de 8 heures. Pour illustrer cette notion, comparons les **trois situations** suivantes :

### Situation 1

Une première personne travaille tous les jours pendant deux heures dans une salle où le niveau de bruit est de 107 dBA; au cours des six autres heures de travail, elle est exposée à un niveau de bruit de 83 dBA<sup>1</sup>.

Le calcul de ces données nous amène à constater que cette personne est exposée à un niveau de bruit qui équivaut à 97 dBA pendant huit heures.

**La figure ci-contre illustre son profil quotidien d'exposition au bruit.**

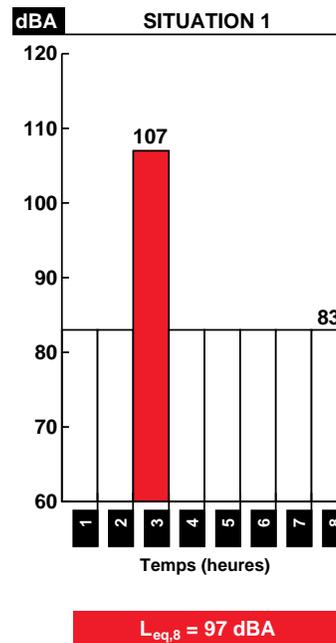


Figure 49

### Situation 2

Une deuxième personne travaille pendant huit heures à une machine générant un niveau de bruit de 97 dBA.

Cette personne est donc exposée à un niveau de bruit qui équivaut à 97 dBA pendant huit heures.

**La figure ci-contre illustre son profil quotidien d'exposition au bruit.**

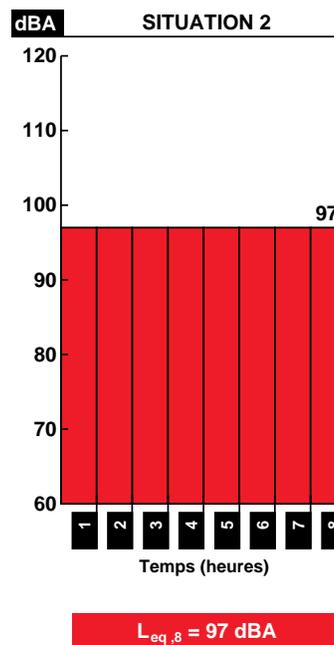


Figure 50

<sup>1</sup> Conformément au *Règlement sur la qualité du milieu de travail* - 1982, tous les niveaux de bruit de moins de 85 dBA sont exclus des calculs.

## Niveau de bruit équivalent - $L_{eq}$ (suite)

### Situation 3

Une troisième personne travaille à quatre machines différentes.

Son profil d'exposition est le suivant :

- 5 heures à 95 dBA
- 45 minutes à 105 dBA
- 15 minutes à 112 dBA
- 2 heures à 75 dBA<sup>1</sup>

**La figure ci-contre illustre son profil d'exposition au bruit.**

Cette personne est donc exposée à un niveau de bruit qui équivaut à 97 dBA pendant huit heures.

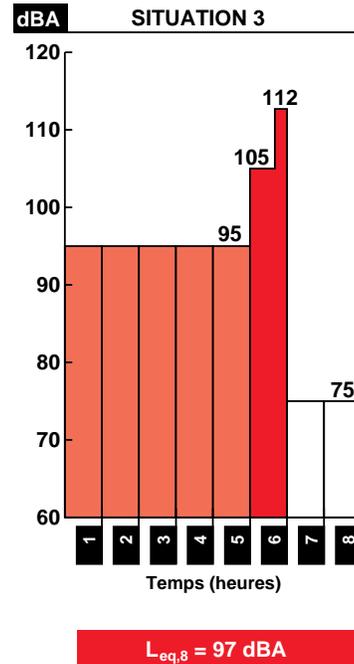


Figure 51

Donc, malgré la différence apparente de ces trois profils d'exposition quotidienne, on constate que le niveau de bruit équivalent, calculé sur une période de huit heures, représente pour ces personnes, le même niveau d'exposition de 97 dBA en appliquant la méthode actuelle de calcul réglementaire.

### REMARQUE

Si l'équivalence des niveaux de bruit est établie par la méthode de calcul du cumul de l'énergie acoustique à l'oreille (méthode de calcul ISO), on constate que :

- le premier travailleur subit une exposition quotidienne de 101 dBA;
- le deuxième travailleur subit une exposition quotidienne de 97 dBA;
- le troisième travailleur subit une exposition quotidienne de 100 dBA.

Ce type d'information permet d'identifier les postes les plus à risque et de définir adéquatement les priorités d'intervention en terme de réduction du bruit.

<sup>1</sup> Conformément au *Règlement sur la qualité du milieu de travail - 1982*, tous les niveaux de bruit de moins de 85 dBA sont exclus des calculs.

Le sonomètre est utilisé pour mesurer les niveaux de bruit.

Cet instrument est constitué principalement d'un microphone et d'une unité de traitement électronique des signaux sonores.

Il peut être réglé pour afficher un niveau de bruit moyen en modes lent (« slow »), rapide (« fast »), ou  $L_{eq}$ , en pondération A. Il peut aussi être réglé pour afficher un niveau de crête, en pondération linéaire.

La sonométrie a notamment pour but :

- d'identifier les lieux et les postes de travail à risque pour le personnel;
- d'estimer l'exposition au bruit d'une personne occupant un poste fixe;
- de mesurer les niveaux de bruit des sources responsables des dépassements des limites fixées;
- de mesurer la contribution de chacune de ces sources au dépassement de ces limites.

#### REMARQUE

Pour mesurer la contribution de chaque source de bruit, il faut les faire fonctionner séparément.

Pour effectuer des mesures ponctuelles, on peut utiliser la procédure suivante :

- vérifier les piles;
- étalonner le sonomètre avec un calibre acoustique et noter la valeur du signal sonore mesuré, avant et après la séance de mesure;
- sélectionner une gamme adéquate de mesures;
- régler les fonctions du sonomètre selon le type de mesure désirée :
  - pour les bruits continus, utiliser le mode « *slow* », « *fast* » ou  $L_{eq}$  et le réseau de pondération A;
  - pour les bruits d'impact, employer la fonction crête et le réseau de pondération linéaire;
- effectuer les mesures lorsque les équipements fonctionnent à un régime normal; noter tous les paramètres susceptibles d'influencer les résultats (vitesse de fonctionnement, autres sources bruyantes, etc.);
- mesurer le niveau de bruit au niveau de l'oreille de la personne; ou, s'il s'agit de mesurer le niveau de bruit à un poste de travail, mesurer le bruit à des points fixes, à 1 mètre de l'équipement et à environ 1,5 mètre du plancher;
- représenter les points et noter les résultats des mesures sur un schéma localisant les équipements, les postes de travail et les personnes exposées.

Les mesures ponctuelles permettent également de vérifier la validité des résultats des mesures dosimétriques de l'exposition au bruit des travailleurs et des travailleuses (p. ex. dans un milieu où les niveaux de bruit n'excèdent pas 90 dBA, le niveau de bruit équivalent ne peut pas dépasser 90 dBA).

Le dosimètre est utilisé principalement pour mesurer l'exposition au bruit des travailleurs ou des travailleuses lorsque leur profil d'exposition varie au cours de la journée de travail, ou lorsque les niveaux de bruit sont variables.

Cet instrument est constitué d'un microphone, d'une unité de traitement électronique des signaux et d'une unité qui calcule automatiquement l'exposition au bruit.

Cet instrument est porté par la personne exposée au bruit. À la fin de la période d'échantillonnage, le dosimètre, qui intègre les niveaux de bruit avec le temps, fournit un niveau de bruit moyen ( $L_{eq}$ ) pour la durée de la mesure et le pourcentage d'exposition correspondant à ce niveau.

Pour effectuer des mesures dosimétriques, on peut utiliser la procédure suivante :

- vérifier les piles;
- étalonner le dosimètre avec un calibre acoustique et noter la valeur du signal sonore, avant et après la séance de mesure;
- expliquer aux personnes le but et le déroulement de l'étude et demander leur coopération (p. ex. ne pas souffler dans le microphone ni le heurter);
- placer le dosimètre dans une poche du vêtement de travail ou à la ceinture et installer le microphone le plus près possible de l'oreille de la personne;
- noter l'heure du début de la mesure;
- effectuer les mesures lorsque les équipements fonctionnent à un régime normal;
- noter tous les paramètres qui peuvent influencer les résultats (vitesse de fonctionnement, autres sources bruyantes, etc.);
- surveiller régulièrement l'instrument.

#### REMARQUE

La durée de mesure requise peut varier selon la fluctuation des niveaux de bruit :

- lorsque les niveaux de bruit sont stables, une mesure représentative de courte durée peut suffire;
- lorsque les niveaux de bruit varient selon un cycle répétitif, la durée de la mesure doit couvrir un minimum de deux à trois cycles;
- lorsque le profil d'exposition est inconnu ou sans caractéristiques précises, la durée de la mesure doit couvrir la durée du quart de travail;
- noter l'heure de la fin de la période d'échantillonnage, enlever le dosimètre et consigner les résultats.

# Bureaux régionaux de la CSST

## **Abitibi – Témiscamingue**

33, rue Gamble Ouest  
**Rouyn-Noranda** (Québec)  
J9X 2R3  
(819) 797-6191  
1 800 668-2922  
Télécopieur : 762-9325

1355, chemin Sullivan

## **Val-d'Or** (Québec)

J9P 1M2  
(819) 354-7100  
1 800 668-4593  
Télécopieur : 874-2522

## **Bas-Saint-Laurent**

180, rue des Gouverneurs  
C.P. 2180

## **Rimouski** (Québec)

G5L 7P3  
(418) 725-6100  
1 800 668-2773  
Télécopieur : 727-3948

## **Chaudière – Appalaches**

777, rue des Promenades  
**Saint-Romuald** (Québec)  
G6W 7P7  
(418) 839-2500  
1 800 668-4613  
Télécopieur : 839-2498

## **Côte-Nord**

Bureau 236  
700, boulevard Laure  
**Sept-Îles** (Québec)  
G4R 1Y1  
(418) 964-3900  
1 800 668-5214  
Télécopieur : 964-8230

235, boulevard Lasalle

## **Baie-Comeau** (Québec)

G4Z 2Z4  
(418) 294-7300  
1 800 668-0583  
Télécopieur : 294-8691

## **Estrie**

Place Jacques-Cartier  
Bureau 300  
1650, rue King Ouest  
**Sherbrooke** (Québec)  
J1J 2C3  
(819) 821-5000  
1 800 668-3090  
Télécopieur : 820-3927

## **Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine**

163, boulevard Gaspé  
C.P. 5000

## **Gaspé** (Québec)

G0C 1R0  
(418) 368-7800  
1 800 668-6789  
Télécopieur : 360-8375

200, boulevard Perron Ouest

## **New Richmond** (Québec)

G0C 2B0  
(418) 392-5091  
1 800 668-4595  
Télécopieur : 392-5406

## **Île-de-Montréal**

1, complexe Desjardins  
Tour du sud, 34<sup>e</sup> étage  
C.P. 3, succursale place  
Desjardins

## **Montréal** (Québec)

H5B 1H1  
(514) 873-3990  
Télécopieurs  
Montréal - 1 : 873-2057  
Montréal - 2 : 873-1319  
Montréal - 3 : 873-1992  
Montréal - 4 : 873-1317  
Montréal - 5 : 873-1318

## **Lanaudière**

432, rue de Lanaudière  
C.P. 550

## **Joliette** (Québec)

J6E 7N2  
(514) 753-2600  
1 800 461-4489  
Télécopieur : 756-6832

## **Laurentides**

1000, rue Labelle  
**Saint-Jérôme** (Québec)  
J7Z 5N6  
(514) 431-4000  
1 800 465-2234  
Télécopieur : 432-1765

## **Laval**

1700, boulevard Laval  
**Laval** (Québec)  
H7S 2G6  
(514) 967-3200  
Télécopieur : 668-1174

## **Longueuil**

25, boulevard Lafayette

## **Longueuil** (Québec)

J4K 5B7  
(514) 442-6200  
1 800 668-4612  
Télécopieur : 873-4155

## **Mauricie –**

## **Centre-du-Québec**

Bureau 200  
1055, boulevard des Forges  
**Trois-Rivières** (Québec)  
G8Z 4J9  
(819) 372-3400  
1 800 668-6210  
Télécopieur : 371-6105

## **Outaouais**

15, rue Gamelin  
C.P. 454  
**Hull** (Québec)  
J8Y 6P2  
(819) 778-8600  
1 800 668-4483  
Télécopieur : 772-3966

## **Québec**

730, boulevard Charest Est  
C.P. 4900, succursale  
Terminus  
**Québec** (Québec)  
G1K 7S6  
(418) 643-5860  
1 800 668-6811  
Télécopieur : 643-8364

## **Richelieu – Salaberry**

145, boulevard Saint-Joseph  
C.P. 100  
**Saint-Jean-sur-Richelieu**  
(Québec)  
J3B 6Z1  
(514) 359-2100  
1 800 668-2204  
Télécopieur : 359-1307

9, rue Nicholson

## **C.P. 478**

## **Valleyfield** (Québec)

J6S 4V7  
(514) 377-6200  
1 800 668-2550  
Télécopieur : 377-8228

## **Saguenay – Lac-Saint-Jean**

Place du Fjord  
901, boulevard Talbot  
C.P. 5400

## **Chicoutimi** (Québec)

G7H 6P8  
(418) 696-5200  
1 800 668-0087  
Télécopieur : 545-3543

Complexe du Parc

6<sup>e</sup> étage  
1209, boulevard Sacré-Cœur  
C.P. 47

## **Saint-Félicien** (Québec)

G8K 2P8  
(418) 679-5463  
1 800 668-6820  
Télécopieur : 679-5931

## **Yamaska**

2710, rue Bachand  
C.P. 430  
**Saint-Hyacinthe** (Québec)  
J2S 7B8  
(514) 771-3900  
1 800 668-2465  
Télécopieur : 773-8126

66, rue Court

## **Granby** (Québec)

J2G 4Y5  
(514) 378-7971

26, place Charles-De

## **Montmagny**

## **Sorel** (Québec)

J3P 7E3  
(514) 743-2727