

MASTER PROFESSIONNEL
PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES

LE BRUIT EN MILIEU DU TRAVAIL



Projet UE 5

Amandine ESTEVE
Marie Caroline HUBE
Simon FERRE

SOMMAIRE

I- LE BRUIT	P 3
I-1 Qu'est ce que le bruit ?	p 3
I-2 Les conséquences du bruit	p3
I-3 Notions d'acoustique	p4
II- REGLEMENTATION	p 5
III- MESURE DU BRUIT EN MILIEU DE TRAVAIL	p 8
III-1. Comment mesure-t-on le bruit en milieu de travail?	p 8
<u>III-1-1 Comment savoir si le bruit pose un problème sur les lieux de travail?</u>	P 8
<u>III-1-2 Que faut-il considérer en planifiant la mesure du bruit?</u>	P 8
III-2 Les instruments servant à évaluer le bruit	p 9
<u>III-2-1 Le sonomètre</u>	p 10
<u>III-2-2 L' audiodosimètre</u>	p 10
<u>III-2-3 Le sonomètre intégrateur</u>	p 10
III-3 Réalisation d'une enquête sur le bruit	p 11
IV- REDUCTION DU BRUIT	p 12
IV-1- Analyser la situation	p 12
<u>IV-1-1 Etablir un bilan de l'émission sonore</u>	p 12
<u>IV-1-2 Etudier le comportement acoustique d'un local</u>	p 12
IV-2 Réduire le bruit à la source.	p 13
IV-3 Agir sur la propagation des ondes sonores	p 13
<u>IV-3-1 Absorber les bruits produits à l'intérieur du local</u>	p 13
<u>IV-3-2 Isoler le local des bruits extérieurs</u>	p 15
<u>IV-3-3 Organiser le travail</u>	p 16
IV- 4 Les aides financières	p 18

INTRODUCTION

La réduction du bruit est une préoccupation sociale à laquelle la grande majorité des individus est sensibilisée dans la vie quotidienne (voisinage, environnement ...).

Le contexte pris en compte ici est le milieu de travail, qui semble paradoxalement moins toucher le public, alors que les atteintes de l'audition, générées par l'exposition sonore au travail, restent encore aujourd'hui une des causes principales de maladies professionnelles.

Ce fait justifie en lui-même le souci de réduire le bruit en entreprise : une surdité n'est pas qu'une maladie banale, c'est une déficience irréversible qui affectera l'individu toute au long de sa vie. Les implications professionnelles sont nombreuses : difficultés d'adaptation au poste de travail, difficultés de perception des messages ...

Ainsi le succès d'une action de réduction du bruit dépend pour une large part de la pertinence de l'analyse des situations de travail réelles des opérateurs exposés. En effet, parmi ces dispositions, figure le mesurage du bruit subi pendant le temps de travail. Compte tenu des fluctuations des activités, du nombre des machines et d'opérations bruyantes, le mesurage n'est pas toujours facile à réaliser, car il doit permettre, à partir de mesures effectuées sur un temps limité, de quantifier l'exposition moyenne des travailleurs durant différentes activités professionnelles.

Ainsi, la difficulté des acteurs réside dans l'évaluation qualitative et quantitative du bruit dans le but d'impulser les premières actions conformes à la réglementation pour réduire le bruit sans pour autant négliger la viabilité de l'entreprise, c'est-à-dire, trouver un compromis entre les diverses contraintes rencontrées et l'efficacité de la réduction du bruit.

I- LE BRUIT

I-1 Qu'est ce que le bruit ?

Le bruit est une vibration de l'air qui se propage en ondes acoustiques. Il peut devenir gênant lorsque, en raison de sa nature, de sa fréquence ou de son intensité, il est de nature à causer des troubles excessifs aux personnes, des dangers, à nuire à la santé ou à porter atteinte à l'environnement.

Le bruit est donc classé dans la famille des sons à effets importuns ou gênants.

Sources de bruit	Mesure du bruit	Niveaux de bruit
Silence	0 dB	Seuil d'audibilité
Bruissement de feuilles	20 dB	
Intérieur d'un appartement calme	35 dB	
Conversation animée	65 dB	Seuil de gêne ou de fatigue
Klaxon	85 dB	Seuil de risque pour l'audition
Discothèque	95 dB	Seuil de danger pour l'audition
Marteau-pilon	120 dB	Seuil de la douleur

I-2 Les conséquences du bruit

Le bruit constitue une nuisance majeure dans de nombreuses activités professionnelles. A partir d'un certain niveau d'exposition sonore quotidien les opérateurs encourent des risques de lésions auditives, en effet le bruit entraîne de nombreuses altérations :

- **Fatigue auditive** : A la suite d'une exposition à un bruit intense, on peut souffrir temporairement de sifflements d'oreille, de bourdonnements ainsi que d'une baisse que l'acuité auditive. Cette fatigue auditive demande quelques semaines sans sur exposition au bruit pour disparaître.

- **La surdité** : L'exposition prolongée à des niveaux de bruit intenses détruit peu à peu les cellules ciliées de l'oreille interne. Elle conduit progressivement à une surdité, dite de perception, qui est irréversible.

Les stades de la surdité

1er stade	surdité légère	Le sujet ne se rend pas compte de sa perte auditive car les fréquences de la parole sont peu touchées.
2e stade	surdité moyenne	Les fréquences aiguës de la conversation sont touchées, le sujet devient "dur d'oreille" et ne comprend plus distinctement ce qui se dit.
3e stade	surdité profonde et irréversible	Il existe d'autres surdités dont les causes sont sans rapport avec ce type d'exposition et qui peuvent, dans certains cas, être opérées ou corrigées.

La surdité peut être reconnue comme [maladie professionnelle](#) selon des critères médicaux, professionnels et administratifs bien précis, qui sont stipulés dans le [tableau n°42](#) des maladies professionnelles du régime général.

- Effet non traumatisant : C'est-à-dire néfaste pour d'autres fonctions que l'audition. Les effets non traumatiques du bruit se manifestent aux niveaux physiologique et comportemental.

En effet, le bruit **favorise le risque d'accident de travail** car il perturbe la communication verbale et détourne l'attention.

De plus, **les troubles cardiovasculaires**, en particulier l'hypertension, **sont les plus fréquents chez les travailleurs exposés au bruit**, ces troubles dépendent également du caractère prévisible ou non du bruit, du type d'activité exercée et d'autres facteurs de stress.

I-3 Notions d'acoustique

- Décibel pondéré A :

L'oreille n'est pas sensible de façon identique à toutes les plages fréquentielles des sons, la sensibilité maximale se situe entre 500 et 1000 hertz (la plage d'audibilité est de 20 Hz à 20 000 Hz). La pondération A tient compte de la réponse fréquentielle de l'oreille.

- Niveau de pression acoustique continu équivalent pondérée A : $L_{Aeq,T}$:

Le niveau de bruit reçu fluctue au cours du temps. Cette indication représente le niveau de bruit moyen durant une période T. Il est équivalent au niveau de bruit continu qui possède, pendant ce temps, la même énergie que le bruit considéré. Il s'exprime en décibels pondérés A.

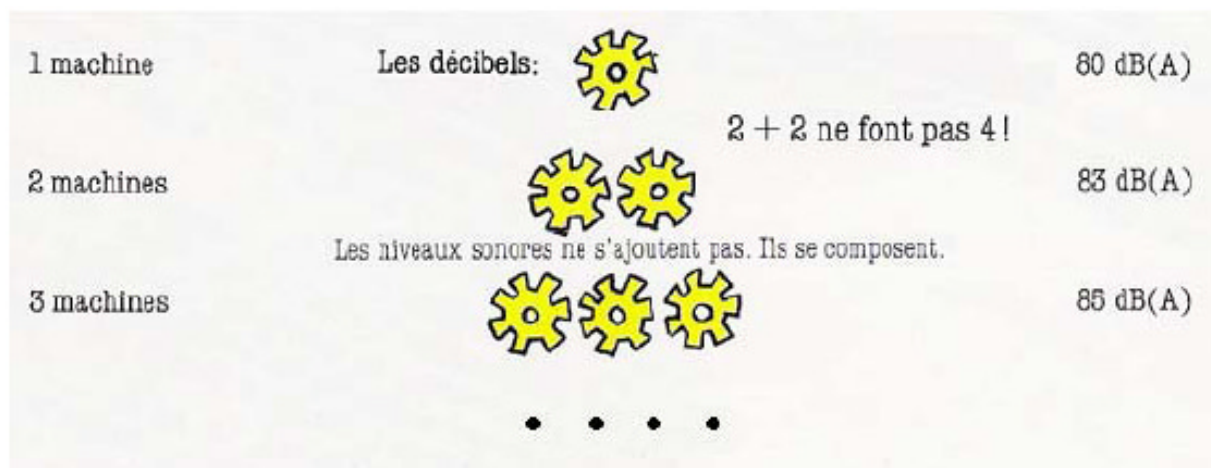
- Niveau d'exposition sonore quotidien : $L_{EX,d}$

C'est la valeur en dB(A) du niveau moyen de bruit reçu par un travailleur durant toute la durée de sa journée de travail, exprimé en fonction d'une journée de référence T_0 , fixée par la norme NF S 31-084 et égale à 8h.

- Niveau de pression de crête : L_{PC}

C'est la valeur de la pression acoustique instantanée P_c , observée durant une période de temps représentative de la journée de travail.

- Addition de niveaux sonores :



II- REGLEMENTATION

La directive 2003/10/CE du 6 février 2003 est un renforcement de la protection des travailleurs contre le bruit. Les objectifs sont de fixer des prescriptions minima en matière de protection des travailleurs contre les risques pour leur santé et leur sécurité résultant d'une exposition au bruit.

Comparaison de la réglementation 1988 et de la Directive 2003/10/CE

Principales incidences	Décret du 21 AVRIL 1988	2003/10/CE Directive
1^{er} niveau déclenchant l'action Protections auditives à disposition Surveillance médicale spéciale Plan d'action de réduction du bruit	$L_{ex,8h}$ 85 dB(A) $P_{crête}$ 135 dB(C)	$L_{ex,8h}$ 80 dB(A) $P_{crête}$ 135 dB(C)
2^{ème} niveau déclenchant l'action Port des protections auditives obligatoire Surveillance médicale spéciale Plan d'action de réduction du bruit	$L_{ex,8h}$ 90 dB(A) $P_{crête}$ 140 dB(C)	$L_{ex,8h}$ 85 dB(A) $P_{crête}$ 137 dB(C)

- Evaluation de risques

L'employeur est tenu d'évaluer le risque d'exposition au bruit, et si nécessaire de mesurer le niveau de bruit auquel les travailleurs sont exposés. L'employeur procède à une nouvelle estimation et, si besoin est, à un nouveau mesurage tous les trois ans et lors d'une modification des installations ou des modes de travail.

Art R 232-8-1

Une fois l'évaluation des risques réalisée, l'employeur doit déterminer, en fonction des résultats obtenus, les mesures à prendre.

Art R 232-8-2 Protection technique collective et Art R 232-8-3 et protection individuelle

- Détermination des risques

Les méthodes et appareillages utilisés doivent être adaptés aux conditions existantes (caractéristiques du bruit à mesurer, durée d'exposition, facteurs ambiants...)

Les méthodes utilisées peuvent comporter un échantillonnage représentatif de l'exposition du travailleur.

L'évaluation du résultat des mesures prend en compte l'incertitude de mesure déterminée conformément aux pratiques de la métrologie.

- Disposition visant à éviter ou à réduire l'exposition

En tenant compte du progrès technique, les risques résultant de l'exposition au bruit sont supprimés à leur source ou réduits au minimum notamment en prenant en considération :

- D'autres méthodes de travail
- Le choix d'équipements émettant le moins de bruit possible
- La conception et l'agencement des lieux et postes de travail
- L'information et la formation des travailleurs afin d'utiliser correctement les équipements de travail
- La réduction du bruit :
 - o Aérien (écran, capotage...)
 - o De structure (isolation, amortisseur...)
- Des programmes de maintenance des équipements
- L'organisation du travail par la limitation de l'exposition.

Sur la base de l'évaluation des risques, l'employeur, lorsque les valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action sont dépassées, établit ou met en œuvre :

- un programme de mesures techniques et/ou organisationnelles visant à réduire l'exposition au bruit
- une signalisation des zones à risques
- une limitation de l'accès à ces zones (si techniquement réalisable)
- la mise à disposition de zones de repos à niveau de bruit réduit.

- Protection individuelle

Si les moyens mis en œuvre ne permettent pas d'éviter les risques dus à l'exposition au bruit, des protecteurs auditifs individuels appropriés et correctement adaptés sont mis à disposition des travailleurs. *Art R 232-8-3*

<p>1^{er} niveau déclenchant l'action Protections auditives à disposition Surveillance médicale spéciale Plan d'action de réduction du bruit</p>	<p>$L_{ex,8h}$, 80 dB(A) $P_{crête}$ 135 dB(C)</p>
<p>2^{ème} niveau déclenchant l'action Port des protections auditives obligatoire Surveillance médicale spéciale Plan d'action de réduction du bruit</p>	<p>$L_{ex,8h}$, 85 dB(A) $P_{crête}$ 137 dB(C)</p>
<p>3^{ème} niveau déclenchant l'action Mesure immédiate pour réduire l'exposition Détermination des causes de l'exposition excessive Mesure de protection et de prévention</p>	<p>$L_{ex,8h}$, 87 dB(A) $P_{crête}$ 140 dB(C)</p>

- Information et formation des travailleurs

Les travailleurs exposés à un niveau égal ou supérieur aux valeurs d'exposition déclenchant l'action, reçoivent une information et une formation sur les risques, notamment sur :

- sa nature
- les mesures prises pour réduire les risques au minimum
- les résultats des évaluations et des mesures réalisées
- l'utilisation des protections individuelles
- le dépistage et la surveillance médicale
- les pratiques professionnelles afin de réduire le bruit.

Art R 232-8-5

- Surveillance de la santé

Les travailleurs exposés à un niveau égal ou supérieur aux valeurs d'exposition déclenchant l'action :

- ont le droit de bénéficier d'un contrôle de leur ouïe
- font l'objet d'une surveillance spéciale, avec l'établissement d'un dossier médical.

En cas où la surveillance fait apparaître une altération de l'ouïe le travailleur doit être informé.

L'employeur est tenu de :

- revoir l'évaluation des risques
- revoir les mesures prévues pour réduire le bruit
- mettre en œuvre les mesures pour supprimer ou réduire le bruit
- affecter éventuellement le travailleur à un autre poste sans risque d'exposition
- organiser une surveillance systématique de la santé et prend des mesures pour les autres travailleurs ayant subi une exposition semblable.

III- MESURE DU BRUIT EN MILIEU DE TRAVAIL

La mesure des niveaux sonores et des bruits auxquels les travailleurs sont exposés est la partie la plus importante d'un programme de lutte contre le bruit, car elle permet de découvrir quels sont les postes de travail où le bruit est excessif, quels sont les employés les plus exposés.

III-1. Comment mesure-t-on le bruit en milieu de travail?

En hygiène professionnelle, on mesure le niveau de pression acoustique pour découvrir l'importance de l'exposition au bruit. Des techniques et des instruments divers peuvent servir à cette fin. Le choix dépend du genre de bruit à mesurer et des données qu'il faut recueillir. La première étape consiste à découvrir si le bruit pose un problème dans un milieu de travail particulier.

Le présent chapitre donne un aperçu des diverses étapes de la mesure du bruit. Pour plus de détails, consultez la norme CSA Z 107.56 de normalisation, ou alors la norme qui s'applique dans votre région.

III-1-1 Comment savoir si le bruit pose un problème sur les lieux de travail?

Il faut commencer par observer si le bruit semble poser un problème en faisant le tour des locaux à la recherche des signes suivants :

- bruits plus forts que celui d'une circulation routière intense
- nécessité d'élever la voix pour se faire entendre à un mètre de distance
- employés qui doivent monter le volume ordinaire de la radio pour bien l'entendre après un quart de travail
- après quelques années de travail, l'employé trouve difficile de communiquer en public où il y a des voix et des sons divers.

Les mesures de bruit prises dans des études sur des situations semblables sont très utiles pour évaluer le risque occasionné par le bruit dans une situation particulière. La base de données Niveaux de bruit du CCHST renferme une collection des mesures de bruit prises dans une gamme étendue de situations de travail.

III-1-2 Que faut-il considérer en planifiant la mesure du bruit?

Avant de prendre des mesures, le responsable doit savoir quel est le genre d'information nécessaire :

- l'objet de la prise de mesure : conformité aux règlements sur le bruit, prévention de perte auditive, lutte contre le bruit, égards pour l'entourage, etc.
- les sources du bruit et à quels moments elles produisent ce bruit
- l'aspect temporel du bruit : soutenu, varié, intermittent, impulsif
- l'emplacement des personnes exposées

Il faut ensuite établir quels sont les niveaux d'exposition, c'est-à-dire la quantité de bruit à laquelle chaque employé est exposé. Si l'exposition est constante, les données

qui existent sur des lieux de travail semblables peuvent servir pour établir les niveaux d'exposition. Si les niveaux de bruit varient au cours de la journée ou si l'employé se déplace moyennement, il faut faire appel à la dosimétrie.

III-2 Les instruments servant à évaluer le bruit

Les instruments les plus courants pour mesurer le bruit sont le sonomètre, l'audiodosimètre et le sonomètre intégrateur. Il est important de comprendre le calibrage, le fonctionnement et la lecture des instruments que vous utilisez. À cette fin, le guide d'utilisation du fabricant donne la plupart des renseignements nécessaires.

Indications sur le choix d'un instrument de mesure			
Genre de mesure	Instruments appropriés (par ordre de préférence)	Résultats	Remarques
Exposition personnelle au bruit	1) Dosimètre	Dose ou niveau sonore équivalent	Le plus précis pour mesurer l'exposition personnelle au bruit
	2) Sonomètre intégrateur	Niveau sonore équivalent	Si le travailleur se déplace, il peut être difficile de mesurer son exposition personnelle, à moins que ses diverses tâches ne soient très distinctes
	3) Sonomètre	dB(A)	Si les niveaux de bruit varient beaucoup, il est difficile d'établir une exposition moyenne. Cet instrument n'est utile que lorsque le travail se divise en tâches distinctes et que les niveaux sonores sont stables en tout temps
Niveaux sonores ayant une même source	1) Sonomètre	dB(A)	Prendre les mesures à une distance de 1 à 3 mètres de la source.
	2) Sonomètre intégrateur	Niveau sonore équivalent en dB(A)	Particulièrement utile pour les bruits variables; obtient un niveau sonore équivalent sur une très courte durée (1 minute)
Relevé de niveaux sonores	1) Sonomètre	dB(A)	Produit la carte sonore d'une zone; prend des mesures à la grille
	2) Sonomètre intégrateur	Niveau sonore équivalent en dB(A)	Pour les bruits très variables
Sons impulsifs	1) Sonomètre à impulsion	Pression de pointe en dB(A)	Mesure les pointes de chaque impulsion.

III-2-1 Le sonomètre

Le sonomètre se compose d'un microphone, de circuits électroniques et d'un affichage. Après avoir été captées par le microphone, les petites variations de pression d'air produites par le son sont transformées en signaux électriques, qui sont alors traités dans le circuit électronique de l'instrument et qui s'affichent en décibels de niveau sonore. Cet instrument mesure le niveau de pression acoustique à un moment donné dans un endroit particulier.

La personne qui prend les mesures tient le sonomètre à bout de bras, à la hauteur des oreilles de ceux qui sont exposés au bruit. Dans la plupart des cas, l'orientation du microphone par rapport à la source de bruit importe peu. La façon de tenir le microphone est expliquée dans le guide d'utilisation de l'instrument. Le calibrage du sonomètre doit être vérifié avant et après chaque utilisation, également expliqué dans le guide d'utilisation.

Le sonomètre ordinaire ne prend que des mesures ponctuelles, ce qui suffit dans les lieux de travail où le niveau de bruit est uniforme, mais qui ne permet pas d'établir une moyenne d'exposition sur la durée de travail lorsque les bruits sont impulsifs, intermittents ou variables. Dans de tels milieux, un audiodosimètre peut être utile.

III-2-2 L' audiodosimètre

L'audiodosimètre est un petit appareil léger qui se porte à la ceinture et qui est relié à un petit microphone qui s'attache au col, près de l'oreille du porteur. Cet appareil enregistre les niveaux sonores, dont il calcule la moyenne. Il est très utile dans un milieu où la durée et l'intensité des bruits varient et où le travailleur se déplace. Au préalable, 3 valeurs doivent être fixées. Le niveau de référence (limite d'exposition pour 8 heures par jour, 5 jours par semaine), le taux d'échange (précisé dans les règlements sur le bruit) et le seuil d'enregistrement (niveau sonore minimum enregistré).

En portant l'audiodosimètre, on obtient la moyenne et la dose d'exposition au bruit. La moyenne se rapporte ordinairement à l'exposition maximale permise. Lorsqu'on dit qu'un travailleur a reçu une dose sonore de 100%, cela signifie qu'il a été exposé en moyenne au maximum permis. Par exemple, si le niveau de référence est fixé à 90 dB(A) et le taux d'échange à 3 dB(A), une exposition de 8 heures à 90 dB(A) donne une dose de 100%. Une exposition de 4 heures à 93 dB(A) donne aussi une dose de 100%, alors qu'une exposition de 8 heures à 93 dB(A) donne une dose de 200%.

III-2-3 Le sonomètre intégrateur

Le sonomètre intégrateur ressemble à l'audiodosimètre. Il établit un niveau sonore équivalent sur une période d'enregistrement des bruits. La principale différence est qu'il ne marque pas l'exposition personnelle, puisqu'il est tenu à la main plutôt que d'être porté sur soi.

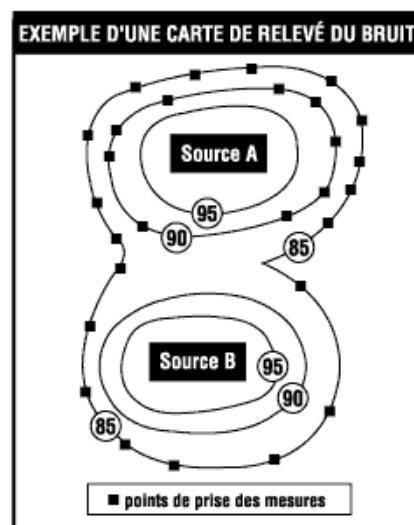
Le sonomètre intégrateur établit les niveaux sonores équivalents en un endroit précis, sur un bruit donné, même si le niveau sonore réel de ce bruit varie continuellement.

III-3 Réalisation d'une enquête sur le bruit

L'enquête sur le bruit consiste à prendre des mesures de niveaux sonores dans toutes les parties d'une entreprise ou d'un secteur de travail à la recherche des sources de bruit et de renseignements utiles qui permettront de cerner :

- les zones où les travailleurs risquent d'être exposés à des niveaux de bruit nuisibles et où il convient de mesurer les doses d'exposition personnelle
- les machines et équipements qui produisent des niveaux sonores nuisibles
- l'exposition à des niveaux sonores inacceptables
- les mesures de lutte contre le bruit capables de réduire l'exposition des travailleurs

L'enquête se fait ordinairement à l'aide d'un sonomètre et d'une carte permettant d'indiquer avec une exactitude raisonnable les endroits où les travailleurs sont exposés à des sources de bruits ainsi que la nature de ces bruits. Les mesures prises en divers points de la zone bruyante s'inscrivent sur la carte. Une carte sonore pourra alors être dessinée en traçant une ligne qui relie les points de niveau sonore égal. Les cartes de relevé du bruit donnent des informations très utiles en indiquant clairement quelles sont les zones où le bruit présente un danger.



Pour vous aider dans vos mesures de bruit, certaines entreprises proposent leurs services. Une liste de celles-ci vous est fournie en annexe (ANNEXE 1).

IV- REDUCTION DU BRUIT

IV-1- Analyser la situation

Les résultats du mesurage de l'exposition des salariés une fois interprétés, il s'agit maintenant de conduire la démarche de réduction du bruit. L'analyse préalable du lieu de travail s'impose, à la fois pour analyser la contribution des différentes sources de bruit et le comportement du local.

IV-1-1 Etablir un bilan de l'émission sonore

- Repérer l'origine des bruits

Le plus souvent, dans un atelier, les sources sonores sont multiples et complexes (présence de nombreuses machines très différentes, bruit de ventilation, ...).

Faire le bilan de l'émission sonore est nécessaire pour bien connaître la situation d'un atelier. Ceci nécessite d'identifier les sources sonores une par une. Le service entretien, qui connaît bien les machines, leur mode d'utilisation, leur état, leurs défauts, est tout désigné pour participer à ce bilan et guider le professionnel de l'acoustique industriel dans cette tâche.

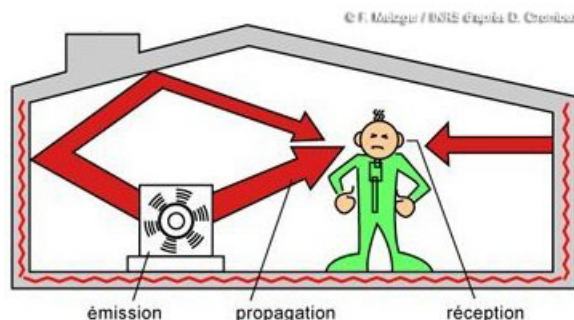
- Déterminer l'émission sonore des machines

Hormis une estimation par mesurage in situ conduite par un professionnel, le meilleur moyen de déterminer l'émission sonore des machines consiste à se servir des notices du constructeur. Cette action peut être conduite par le chargé de sécurité et/ou le bureau d'études de l'entreprise. Elle consiste à consulter les sociétés ayant fourni les machines en service et à leur demander de communiquer l'information dont elles disposent sur l'émission sonore des machines utilisées.

IV-1-2 Etudier le comportement acoustique d'un local

Le bruit émis par une machine peut parvenir à un opérateur par différents cheminements :

- ✓ **Champ direct** : bruit propagé directement depuis la machine
- ✓ **Champ réfléchi** ou **réverbéré** : bruit parvenant à l'opérateur après réflexion sur les parois et l'encombrement du local.



Le bruit reçu en un point ne dépend donc pas que des sources sonores présentes et de la distance à ces sources. Il est la somme du champ direct et du champ réfléchi (qui peut être plus puissant que le champ direct) et dépend aussi du local (durée de réverbération et décroissance sonore spatiale).

Afin d'encourager la conception de locaux de travail moins bruyants, l'article R.235-2-11 du Code du travail et l'arrêté du 30 août 1990 fixent les obligations des maîtres d'ouvrage pour

les locaux où doivent être installées des machines susceptibles d'exposer les travailleurs à un niveau d'exposition sonore quotidienne supérieure à 85 dB(A).

IV-2 Réduire le bruit à la source.

- Supprimer les chocs ou les amortir

Les chocs sont associés à des variations brutales de vitesse. La solution la plus générale consiste à réduire l'amplitude et la soudaineté de la variation de vitesse, ou, à la conception, à utiliser des processus ne générant pas de chocs. On peut également éviter l'entrechoquement bruyant de pièces contre les côtés d'un conteneur par le traitement des parois ou freiner les chutes et en réduire les hauteurs.

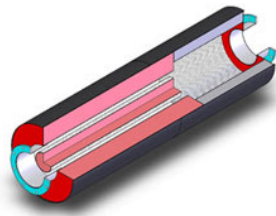
- Modifier les outillages et les techniques

Remplacer une technique bruyante par une technique plus silencieuse constitue bien sûr la solution la plus efficace. On peut ainsi remplacer une opération de poinçonnage sur une tôle par un découpage au rayon laser. Mais, plus simplement, des modifications d'outils, faciles à mettre en œuvre et peu onéreuses peuvent permettre de réduire le bruit.

- Eviter les variations brutales de pression

Les opérations de soufflage et les échappements d'air comprimé s'accompagnent de variations brutales de pression du circuit d'air comprimé et sont donc souvent extrêmement bruyantes. Des détendeurs limitent efficacement la pression. Il existe également des buses silencieuses qui permettent une variation continue de pression. On peut ainsi poser des silencieux en sortie de vérins, prévoir la collecte des échappements vers un silencieux à cartouche filtrante.

Les outils pneumatiques seront avantageusement remplacés par des outils électriques.



- Découpler les machines de leur environnement

Cette opération est quelquefois complexe, pour les presses par exemple. Néanmoins, dans certains cas, on peut obtenir des résultats appréciables en posant la machine sur des suspensions amorties : ressorts amortis, plots de caoutchouc, matelas élastiques ...

IV-3 Agir sur la propagation des ondes sonores

Pour limiter la propagation des ondes sonores, on a donc le choix entre deux solutions :

- ✓ **Absorber les ondes sonores**, c'est-à-dire rendre le local plus sourd et moins sonore en modifiant l'état des surfaces et des parois,
- ✓ **Assurer l'isolation acoustique du local**, c'est-à-dire empêcher, par un obstacle, les ondes de se transmettre du local vers un autre.

IV-3-1 Absorber les bruits produits à l'intérieur du local

Le traitement acoustique du local consiste à recouvrir les parois de matériaux absorbants. Généralement, on traite en priorité les plafonds, puis si nécessaire, la partie haute des parois verticales. On réduit ainsi le champ sonore réverbéré apporté par toutes les sources de bruit.

- Les matériaux absorbants

Ils sont employés pour empêcher la réflexion du son par les parois d'une salle. On les utilise pour réduire le bruit dans la pièce où se trouvent les sources de bruit.

En revanche, si vous recouvrez vos murs d'un matériau absorbant acoustique, vous ne serez pas isolé du bruit provenant d'un autre local. Le matériau absorbant n'empêchera pas le son de traverser les cloisons. Pour cela il faut un matériau isolant.

Les plus efficaces sont les matériaux poreux ou fibreux. En général une faible épaisseur de ces matériaux est efficace dans les fréquences aiguës. Cette efficacité augmente avec l'épaisseur du matériau dans les fréquences moyennes, et pour certains, dans les fréquences graves.

Les **matériaux poreux** sont constitués de cellules ouvertes, donc communicantes : l'énergie acoustique pénètre dans les cellules et est ensuite dégradée en chaleur par friction des molécules d'air.

Parmi ces absorbants, il y a les mousses (matériaux souples tels que mousse synthétique, polyéthylène, polyuréthane à pore ouvert, minéraux expansés rigides tels que la mousse d'argile)

Les **matériaux fibreux** dissipent l'énergie acoustique de la même façon. Ce sont les laines de verre, les laines de roche, les matériaux à fibres végétales, animales ou synthétique. L'absorption des basses fréquences est améliorée par un espace libre derrière la matière absorbante.

Les **matériaux à cellules fermées** (polystyrène expansé, certaines mousses rigides à pores fermés) sont quand à eux, très peu absorbants. Ils peuvent même dégrader les performances en absorption de la paroi qu'ils recouvrent.

- Les techniques absorbantes

L'assemblage de matériaux « non absorbants » peut présenter des qualités d'absorption intéressantes si leur mode de fixation ou leur structure est adéquat.

Les résonateurs plans ou panneaux fléchissant : ces panneaux, fixés sur tasseaux ou ossature indépendante et espacés de la paroi à traiter par une lame d'air, se déforment sous la pression des ondes sonores. Une fraction de l'énergie est alors transformée en énergie vibratoire puis dégradée en chaleur par amortissement. L'absorption est maximale dans les basses fréquences.

Les résonateurs perforés ou à cavités : ce sont essentiellement des plaques, des panneaux de matériaux divers qui ont été perforés, fixés comme les panneaux fléchissant, ou des briques creuses, des agglomérés creux de béton. Grâce à leur structure, ils fonctionnent comme des résonateurs.

Pour certaines fréquences, généralement situées dans les moyennes, ce système devient résonant et son pouvoir d'absorption est maximal.

Le plus souvent, pour obtenir une efficacité accrue couvrant une gamme de fréquences plus large, on combine technique et matériau absorbant. On utilise alors les propriétés absorbantes du matériau dans les hautes fréquences et la technique de

montage lui permet de fonctionner en panneau fléchissant, donc d'être plus absorbant dans les basses fréquences.



Dans certain cas, et notamment pour les locaux industriels de grande hauteur, on utilise des baffles : ce sont des assemblages de panneaux absorbants, suspendus au plafond. En fonction de leur nombre par unité de surface, de l'épaisseur, de leur disposition et de leur hauteur, les résultats sont améliorés en particulier pour les fréquences au delà de 400 hertz.

L'application de matériaux absorbants en plafond, soit en baffles suspendues, soit en faux-plafond, et sur les parois verticales s'avère être une solution intéressante dans de nombreux cas. L'amélioration apportée se situe généralement entre 3 et 9 dB (a).

IV-3-2 Isoler le local des bruits extérieurs

Pour isoler un local, il faut interposer un obstacle à la propagation des ondes sonores de l'extérieur vers l'intérieur : un mur ou une cloison par exemple.

L'isolation ainsi obtenue dépend de la masse surfacique de l'élément et de la fréquence des sons considérés.

- L'encoffrement de la source : l'encoffrement d'une machine permet de réduire le niveau sonore apporté par cette machine en tout point du local et notamment à proximité. Il s'agit d'empêcher la propagation du bruit émis par la machine. Dans ce but, on enferme la machine dans une boîte appelée encoffrement ou capotage.

On distingue 3 types d'encoffrements :

Les encoffrements intégrés ou capotages spécifiques qui sont réalisés au plus près de la machine. Leur intégration est prise en compte dès la conception : ils contribuent en partie à la structure de la machine. Leur mise en œuvre s'apparente à une action de réduction à la source.



Les encoffrements complets de type modulaire, ce sont les plus couramment utilisés au stade de la correction acoustique. La plupart sont constitués d'un ensemble de panneaux munis de portes d'accès, de vitrages, de panneaux pré-équipés ; ces éléments préfabriqués s'assemblent et réalisent un capotage qui assure une certaine étanchéité acoustique. Ils peuvent être conçus et réalisés par l'entreprise ou sous-traités à une entreprise spécialisée.

Les encoffrements partiels, il s'agit d'un ensemble d'écrans entourant une source sur plusieurs cotés. Ils sont utilisés lorsqu'il est impossible de réaliser un encoffrement complet pour des raisons techniques : accessibilité, ventilation, refroidissement ...

Lorsque les impératifs d'accès et de fonctionnement de la machine le permettent, l'encoffrement intégral de la machine est à privilégier. Un bon encoffrement du commerce peut apporter un affaiblissement de l'ordre de 15 à 20 dB(A).

Les encoffrements ouverts sont peu efficaces. La présence d'ouvertures fonctionnelles, de fentes, de défauts d'étanchéité diminue considérablement l'efficacité d'un encoffrement.

Laine de verre	absorbant
Laine de roche	absorbant
Matériaux à fibres végétales	absorbant
Marbre	isolant
Béton	isolant
fibres textiles	absorbant
mousse synthétique	absorbant
verre	isolant

IV-3-3 Organiser le travail

- Isoler les salariés des sources de bruit : cela peut être possible par

Les écrans simples : ils sont utilisés pour protéger un poste de travail d'une machine bruyante. Ils présentent l'avantage de pouvoir être déplacés facilement pour s'adapter aux exigences d'un poste de travail. Ce type d'écran est efficace pour éliminer le champ direct apporté par une machine dans une direction.

Seulement un écran ne sera efficace que si le local a été traité acoustiquement. Dans un local réverbérant, le bruit se propageant en voie directe serait effectivement arrêté, mais le bruit transmis par réflexion est presque intégralement transmis. Et si également la source est proche du récepteur ou le récepteur proche de l'écran.

Les dimensions doivent être suffisantes pour être un réel obstacle, sans pour autant constituer une gêne, en réduisant la visibilité par exemple

Les parois de séparation partielle, elles sont fixes et font partie intégrante du local. Elles sont utilisées pour protéger un certain nombre de poste de travail dans une partie du local contre le bruit émanant d'autres postes de travail, sans pour autant obstruer les voies de passage, ou gêner le fonctionnement des installations communes (ventilation, éclairage...)

Les cabines ou box. Lorsque l'isolation acoustique des machines par encoffrement intégral ne peut être envisagée, l'isolation du personnel en cabine ou en box insonorisé peut être conseillée. C'est le cas notamment des salles de commandes de bancs d'essai ou des postes de surveillance de chaînes acoustiques.

- Eloigner les hommes des machines bruyantes

La séparation des machines bruyantes et des postes de travail silencieux est à rechercher dans la mesure où l'organisation du travail, la circulation des hommes et des produits le permettent. Pour que ce moyen soit efficace, il faut que l'éloignement soit important. Les zones de stockage pourront par exemple être disposées de telle sorte qu'elles créent des espaces tampons entre zones de travail, limitant ainsi l'addition des bruits et facilitant la mise en place d'écrans. Des locaux spécifiques seront prévus pour les pompes, moteurs, compresseurs, broyeurs ou autres machines bruyantes.

- Limiter la durée de l'exposition

Réduire le temps pendant lequel les salariés sont exposés au bruit peut être un moyen de diminuer les niveaux d'exposition sonore quotidienne. A condition toutefois que cette réduction soit importante ; la division du temps d'exposition par deux conduit à une diminution du niveau d'exposition sonore quotidienne de 3 dB(A) : il faudrait réduire par dix le temps d'exposition pour aboutir à une diminution du niveau d'exposition sonore quotidienne de 10 dB(A) et par cent pour le réduire de 20 dB(A).

Pour ce faire, des aménagements peuvent être instaurés dans l'entreprise, notamment par la rotation du personnel aux postes les plus exposés.

Calcul des durées maximales d'exposition sonore quotidienne à ne pas dépasser :

Niveau sonore en décibels A	Durée d'exposition quotidienne maximale
85	8 heures
88	4 heures
91	2 heures
94	1 heures
97	30 minutes
100	15 minutes

IV- 4 Les aides financières

Dans certains cas, les CRAM peuvent accorder une aide financière à l'entreprise qui engage des travaux visant à réduire les risques professionnels.

Le dossier technique est examiné par le service prévention de la CRAM qui soumet le projet au Comité technique régional. L'avis favorable du CHSCT de l'entreprise, ainsi que celui de la Direction régionale du travail sont indispensables pour que la proposition soit instruite.

Des avances peuvent aussi être accordées aux entreprises souscrivant à la convention d'objectifs, préalablement approuvée par la CNAM et fixant un programme d'actions de prévention spécifique à une branche d'activité donnée.

Le Fond pour l'Amélioration des Conditions de Travail (FACT) est ouvert à toutes les entreprises industrielles, agricoles ou commerciales. Ce mécanisme d'aide publique est destiné à encourager la réalisation d'actions exemplaires. Les opérations envisagées doivent répondre aux trois critères suivants : 1. dépasser le simple respect des obligations légales et réglementaires, 2. présenter un caractère exemplaire, 3. offrir la possibilité d'être généralisées.

Le concours financier du ministère du Travail peut atteindre au maximum 50% du coût des études et 30% du coût des équipements. Si le projet vise en même temps plusieurs objectifs (ex : modification entraînant directement des gains de productivité), seul le surcoût entraîné par l'amélioration des conditions de travail est pris en compte.

Le contrat établi avec l'entreprise prévoit l'obligation pour celle-ci d'accepter une diffusion des résultats de l'opération. Le but poursuivi est en effet de montrer la faisabilité économique et technique de telles réalisations et de favoriser la diffusion des innovations techniques.

L'ANVAR, de son côté, a pour mission de mettre en valeur les résultats des recherches scientifiques et techniques et de promouvoir l'innovation. Elle renseigne et conseille les entreprises sur les procédures d'aide publique et attribue des aides financières à la recherche et à l'innovation. Ces modes d'actions s'exercent à travers les délégations régionales de l'ANVAR qui bénéficient d'une large autonomie.

Conclusion

La protection des travailleurs et donc la réduction du bruit en entreprise est une démarche qui incombe au chef d'entreprise et aux industriels, ceci dans le cadre de la directive du 6 février 2003.

Au sein de l'entreprise le préventeur devient un acteur privilégié dans la préparation, le suivi, la vérification et la conduite des actions de réduction. Il doit être en mesure d'apprécier les différentes solutions qui existent dans la résolution des ces problème.

Désormais, la réduction du bruit ne touche plus uniquement l'entreprise ; ainsi il est demandé aux ingénieurs, concepteurs de machines et équipements industriels d'intégrer au sein de leur savoir faire des techniques visant à produire du matériel moins bruyant.

Ainsi en prenant en compte le bruit, dès la conception des locaux et machines, la conquête du silencieux est plus facile et moins onéreuse.