

BRUIT



JUILLET 2005



SERIE STRATEGIE SOBANE
GESTION DES RISQUES PROFESSIONNELS

Direction générale Humanisation du travail

Cette publication a été réalisée avec le soutien de l'Union européenne - Fonds social européen

SOBANE STRATEGIE

La stratégie SOBANE est une stratégie de prévention des risques à quatre niveaux (Dépistage (Screening), Observation, Analyse, Expertise).

La série de publications " STRATEGIE SOBANE Gestion des risques professionnels " a pour objectif de faire connaître cette stratégie de prévention et de montrer comment l'appliquer de manière générale aux différentes situations de travail.

La méthode DEPARIS est la méthode générale de Dépistage.

Les méthodes d'Observation, d'Analyse et d'Expertise ont été développées et seront publiées en ce qui concerne les 14 domaines de risque suivants:

- 1 Locaux sociaux
- 2 Machines et outils à main
- 3 Sécurité (accidents, chutes, glissades...)
- 4 Risques électriques
- 5 Risques d'incendie ou d'explosion
- 6 Travail avec écran
- 7 Troubles musculosquelettiques
- 8 Eclairage
- 9 Bruit
- 10 Ambiances thermiques de travail
- 11 Produits chimiques dangereux
- 12 Agents biologiques
- 13 Vibrations de l'ensemble du corps
- 14 Vibrations mains - bras

L'ensemble des méthodes a été développé dans le cadre du projet de recherche SOBANE cofinancé par le Service public fédéral Emploi, Travail et Concertation sociale et le Fonds social européen.

Cette brochure présente la stratégie SOBANE de prévention appliquée au **bruit**. Elle fait suite à la méthode DEPARIS qui constitue le premier niveau Dépistage de la stratégie SOBANE et présente les méthodes à utiliser aux trois autres niveaux Observation, Analyse et Expertise.

Ces méthodes cherchent à optimiser le temps et les efforts de l'entreprise pour rendre la situation de travail acceptable quelle que soit la complexité du problème rencontré. Elles favorisent le développement d'un plan dynamique de gestion des risques et d'une culture de concertation dans l'entreprise.

Cette publication a été réalisée par une équipe de recherche comprenant:

- L'Unité hygiène et physiologie du travail de l'UCL (Prof. J. Malchaire, A. Piette);
- Le Service de recherche et développement de IDEWE (Prof. G. Moens);
- Le service externe en prévention et protection CESI (S. Boodts, F. Cornillie);
- Le service externe en prévention et protection IDEWE (Dr. D. Delaruelle);
- Le service externe en prévention et protection IKMO (Dr. G. De Cooman, I. Timmerman);
- Le service externe en prévention et protection MSR-FAMEDI (Dr. P. Carlier, F. Mathy);
- Le Département nouvelles technologies et formation du CIFO (J.F. Husson).

Pour plus de détails sur la stratégie SOBANE:
www.sobane.be

Cette publication et les autres titres de la série peuvent être obtenus gratuitement:

- Par téléphone au 02 233 42 14
- Par commande directe sur le site du Service public fédéral: <http://www.meta.fgov.be>
- Par écrit à la Cellule Publications du SPF Emploi, Travail et Concertation sociale
rue Ernest Blerot 1 - 1070 Bruxelles
Fax: 02 233 42 36
E-mail: publi@meta.fgov.be

Cette publication peut également être consultée sur le site Internet du Service public fédéral <http://meta.fgov.be>

Deze publicatie is ook verkrijgbaar in het Nederlands

La reproduction totale ou partielle des textes de cette publication est autorisée moyennant la citation de la source.

La rédaction de cette publication a été achevée le 1er juillet 2005

Production: Direction générale Humanisation du travail

Coordination: Direction de la communication

Mise en page: Sylvie Peeters

Dessin: Serge Dehaes

Impression: Imprimerie Bietlot

Diffusion: Cellule Publications

Editeur responsable:

Service public fédéral Emploi, Travail et Concertation sociale

Dépôt légal: D/2005/1205/48

H/F

Les termes «travailleur», «employeur», «expert», «conseiller en prévention» utilisés dans cette brochure désignent les personnes des deux sexes.





AVANT-PROPOS

La nouvelle réglementation européenne et belge concernant le bruit demande que chaque entreprise cherche à éviter ou, à tout le moins, réduire l'exposition des travailleurs à ce facteur de risque.

L'objectif du document est de présenter des outils dirigeant le regard des travailleurs, de leur encadrement technique et des conseillers en prévention, vers tous les aspects techniques, organisationnels et humains qui déterminent les conditions d'exposition. Il ambitionne de conduire plus rapidement et plus économiquement vers une prévention efficace.

Conformément à la stratégie SOBANE, il est conseillé à l'entreprise de remettre le problème du bruit dans le contexte général de la situation de travail en utilisant la méthode de dépistage participatif des risques Déparis. Cette méthode permet de passer en revue l'ensemble des risques liés aux aires de travail, à l'organisation du poste, aux autres facteurs d'ambiance et aux aspects psychosociaux, à la recherche à optimiser de manière cohérente les conditions de vie de travail.

Dans un second temps, le présent document est utilisé pour "observer" en détail tous les aspects liés au bruit en recherchant toutes les améliorations concrètes simples. Dans un troisième temps, lorsque nécessaire, la méthode d'Analyse peut être utilisée avec l'assistance d'un conseiller en prévention compétent pour identifier des mesures d'amélioration plus sophistiquées et évaluer le risque résiduel.

Ce document s'adresse non seulement aux conseillers en prévention que sont les médecins du travail, responsables de sécurité, ergonomes... mais aussi aux chefs d'entreprise responsables de la mise en œuvre de la prévention et aux travailleurs qui vivent cette prévention.



TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.....	3
TABLE DES MATIERES.....	5
I. STRATEGIE GENERALE DE GESTION DES RISQUES PROFESSIONNELS.....	7
I.1 PRINCIPES DE BASE.....	8
I.1.1 Primauté de la prévention.....	8
I.1.2 Le risque.....	8
I.1.3 Les compétences disponibles sont complémentaires.....	8
I.1.4 Le travailleur: acteur principal de la prévention.....	8
I.1.5 La nature des problèmes.....	8
I.1.6 Estimation vs mesurages.....	9
I.1.7 PME.....	9
I.2 STRATEGIE DE GESTION DES RISQUES.....	9
I.2.1 Introduction.....	9
I.2.2 Les 4 niveaux de la stratégie.....	10
I.3 MISE EN ŒUVRE GENERALE DES METHODES D'OBSERVATION SOBANE.....	11
I.3.1 Mise en oeuvre.....	11
I.3.2 Le rapport.....	13
I.3.3 Présentation écrite.....	13
I.3.4 Présentation orale.....	14
I.3.5 Suite de l'étude.....	14
I.4 MISE EN ŒUVRE GENERALE DES METHODES D'ANALYSE SOBANE.....	15
I.4.1 Révision de l'Observation avec le conseiller en prévention.....	15
I.4.2 Analyse proprement dite.....	16
I.4.3 Synthèse des résultats au terme de l'analyse.....	18
2. NIVEAU 2: OBSERVATION.....	21
2.1 INTRODUCTION.....	22
2.1.1 Objectifs.....	22
2.1.2 Qui?.....	22
2.1.3 Comment?.....	22
2.1.4 Points à discuter.....	23
2.2 PROCÉDURE.....	23
2.2.1 Description de la situation de travail.....	23
2.2.2 Caractéristiques et réduction des sources de bruit.....	24
2.2.3 Traitement du local (Fiches 3 et 4).....	25
2.2.4 Synthèse.....	25
2.2.5 Bilan des mesures de prévention/amélioration envisagées.....	26
2.2.6 Mesures à court terme (protection individuelle).....	26
2.3 RAPPORT DE L'ETUDE D'OBSERVATION.....	26
2.3.1 Synthèse des résultats de l'Observation.....	26
2.3.2 Le rapport.....	27
3. NIVEAU 3: ANALYSE.....	29
3.1 INTRODUCTION.....	30
3.1.1 Objectifs.....	30
3.1.2 Qui?.....	30
3.1.3 Comment?.....	30
3.1.4 Points à discuter.....	30
3.1.5 Terminologie.....	31

3.2	PROCÉDURE.....	31
3.2.1	Niveau sonore maximal souhaité	31
3.2.2	Exposition des salariés: état actuel	31
3.2.3	Mesurage du N_{Aeq} à chaque emplacement de travail	31
3.2.4	Risque actuel (Fiches 8 et 18)	32
3.2.5	Hiérarchisation des phases de travail	33
3.2.6	Etude approfondie du local et des sources de bruit	33
3.2.7	Traitement acoustique du local (Fiches 10 et 11)	33
3.2.8	Isolements acoustiques	34
3.2.9	Réorganisation du travail.....	34
3.2.10	Etat futur anticipé	34
3.2.11	Risque résiduel	34
3.2.12	Nécessité d'un niveau 4, Expertise, plus approfondi.	35
3.2.13	Bilan des mesures de prévention/amélioration envisagées.	35
3.2.14	Mesures de protection à court terme (Fiche 15).	35
3.2.15	Surveillance de la santé (Fiche 19)	35
3.3	RAPPORT DE L'ETUDE D'ANALYSE.....	35
3.3.1	Synthèse des résultats de l'analyse	35
3.3.2	Le rapport	36
4.	NIVEAU 4: EXPERTISE	39
4.1	OBJECTIFS.....	40
4.2	QUI?.....	40
4.3	COMMENT?	40
4.4	RAPPORT.....	40

FICHES D'AIDE (Observation, Analyse)

Observation

Fiche 1	Le bruit	43
Fiche 2	Réglementation	45
Fiche 3	Matériaux acoustiques	46
Fiche 4	Propagation du bruit.....	47
Fiche 5	Lutte contre le bruit a la source	48
Fiche 6	Équipements de Protection Individuelle (EPI)	50

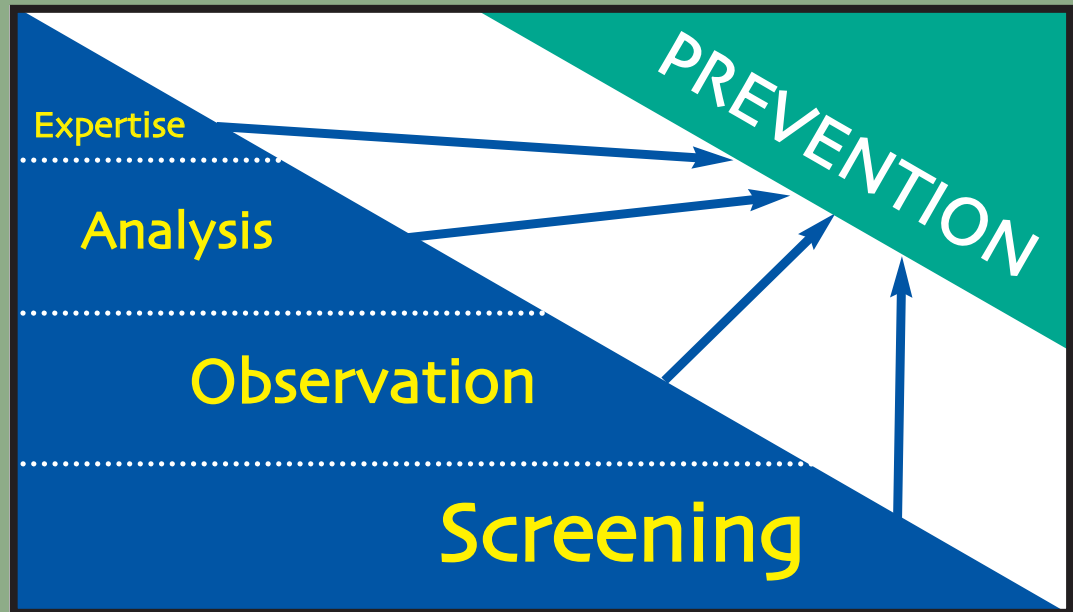
Analyse

Fiche 7	Ordres de grandeur de niveaux sonores	51
Fiche 8	Réglementation	54
Fiche 9	Propagation sonore en champ libre et écrans.....	59
Fiche 10	Propagation sonore en champ diffus (matériaux absorbants).....	60
Fiche 11	Temps de réverbération T_{60} Amélioration de l'acoustique interne d'un local	62
Fiche 12	Isolement acoustique (matériaux isolants).....	64
Fiche 13	Réduction de la transmission des vibrations (matériaux résilients) .	66
Fiche 14	Bruits d'impact	68
Fiche 15	Critères de choix de protection individuelle (EPI)	69
Fiche 16	Appareils de mesurage	71
Fiche 17	Stratégie de mesurage.....	73
Fiche 18	Evaluation du risque de surdité	75
Fiche 19	Surveillance de la santé.....	77
Fiche 20	Critères de confort acoustique	82

BIBLIOGRAPHIE	84
SOURCE DES ILLUSTRATIONS	84



1. STRATEGIE GENERALE DE GESTION DES RISQUES PROFESSIONNELS



1.1 PRINCIPES DE BASE

La loi sur le bien-être au travail requiert que l'employeur assure la sécurité et la santé des travailleurs dans tous les aspects liés au travail en mettant en œuvre les principes généraux de la prévention:

1. Eviter les risques
2. Evaluer les risques qui ne peuvent pas être évités
3. Combattre les risques à la source
4. Adapter le travail à l'homme ...
5. ...

La stratégie SOBANE qui est utilisée dans le présent document cherche à rendre ces exigences plus réalisables et plus efficaces.

Cette stratégie s'appuie sur quelques principes de base fondamentaux:

1.1.1 Primauté de la prévention

L'accent est mis, non pas sur la protection et la surveillance de la santé, mais sur la prévention des risques.

1.1.2 Le risque

Un risque est la probabilité de développer un dommage d'une certaine gravité, compte tenu de l'exposition à un certain facteur de risque et des conditions dans lesquelles se fait cette exposition.

La réduction du risque doit donc se faire, en réduisant l'exposition, en améliorant les conditions de cette exposition et en tentant de réduire la gravité des effets. Il s'agit d'agir de manière cohérente sur ces différents aspects.

1.1.3 Les compétences disponibles sont complémentaires

- Les compétences en santé et sécurité sont peut-être croissantes, du salarié à l'expert en passant par la ligne hiérarchique, les conseillers en prévention internes, les médecins du travail, les conseillers externes...
- Cependant, en même temps, la connaissance de ce qui se passe réellement dans la situation de travail diminue.
- Il est donc nécessaire de combiner ces 2 savoirs complémentaires de manière cohérente en fonction des besoins.

1.1.4 Le travailleur: acteur principal de la prévention

Dans la mesure où le but est le maintien et l'amélioration du bien-être du salarié, aucune action pertinente ne peut être entreprise sans la connaissance de la situation de travail que seul le salarié détient. Le salarié est alors l'acteur principal et non pas seulement l'objet de la prévention

1.1.5 La nature des problèmes

Le salarié "vit" sa situation de travail, non comme un ensemble de faits distincts et indépendants, mais comme un tout: le bruit influence les relations; l'organisation technique entre postes influence les risques musculosquelettiques; le partage des responsabilités influence le contenu du travail.

Une action cohérente sur la situation de travail nécessite donc une approche systémique, globale de cette situation, remettant tout problème qui fait surface dans son contexte.



1.1.6 Estimation vs mesurages

L'évaluation des risques s'intéresse prioritairement à la quantification, alors que la prévention demande que l'on s'intéresse au pourquoi des choses et à comment les modifier pour améliorer globalement la situation.

Les mesurages sont chers, longs, difficiles et souvent peu représentatifs. Ils seront donc réalisés à bon escient, plus tard, lorsque les solutions simples ont été mises en œuvre.

La préférence est donnée à la prévention sur l'évaluation des risques.

1.1.7 PME

Les méthodes développées dans les grandes entreprises ne sont pas applicables dans les PME, alors que l'inverse est vrai.

Les méthodes sont donc à développer en prenant en compte les capacités et moyens des PME où travaillent plus de 60% de la population de salariés.

1.2 STRATEGIE DE GESTION DES RISQUES

1.2.1 Introduction

La stratégie SOBANE, est constituée de quatre niveaux progressifs, Dépistage, Observation, Analyse et Expertise.

Il s'agit bien d'une stratégie, en ce sens qu'elle fait intervenir des outils, des méthodes, des moyens de plus en plus spécialisés, au fur et à mesure des besoins.

A chaque niveau, des solutions d'amélioration des conditions de travail sont recherchées.

Le recours au niveau suivant n'est nécessaire que si, malgré les améliorations apportées, la situation reste inacceptable.

Le niveau de Dépistage est réalisé quelle que soit la nature de l'élément (plainte, accident...) qui déclenche l'intérêt pour la situation de travail. Ce problème est ainsi remis dans son contexte et d'autres aspects conditionnant également la santé, la sécurité et le bien-être sont identifiés. Des solutions sont recherchées pour l'ensemble de la situation de travail.

Les niveaux suivants (Observation, Analyse, Expertise) ne sont menés que si le niveau précédent n'a pas abouti à solutionner le problème de manière totalement satisfaisante. La nécessité du passage aux autres niveaux dépend donc de la complexité de la situation de travail.

Les moyens mis en œuvre pour la recherche de solutions sont peu coûteux aux 2 premiers niveaux. Ils sont plus coûteux aux niveaux supérieurs mais utilisés à bon escient et appropriés à la situation rencontrée. La stratégie permet donc d'être plus efficace, plus rapidement et de manière moins coûteuse.

La stratégie permet également de situer les différents intervenants: les personnes des entreprises pour mener les niveaux de Dépistage et d'Observation, le recours à une aide généralement externe, le conseiller en prévention, pour l'Analyse et éventuellement un spécialiste pour l'Expertise.

1.2.2 Les 4 niveaux de la stratégie

Niveau 1, Dépistage

Il s'agit ici seulement d'identifier les problèmes principaux et de remédier aux erreurs flagrantes telles que trous dans le sol, récipients contenant un solvant et laissés à l'abandon, écran tourné vers une fenêtre....

Cette identification est réalisée de manière interne, par des personnes de l'entreprise connaissant parfaitement les situations de travail, quand bien même elles n'ont pas de formation ou n'ont qu'une formation rudimentaire en ce qui concerne les problèmes de sécurité, de physiologie ou d'ergonomie. Ce seront donc les opérateurs eux-mêmes, leur encadrement technique immédiat, l'employeur lui-même dans les PME, un conseiller en prévention interne avec les opérateurs dans les entreprises plus grandes.

Un groupe formé de quelques opérateurs et de leur entourage professionnel (avec un conseiller en prévention, si disponible) réfléchit sur les principaux facteurs de risque, recherche les actions immédiates d'amélioration et de prévention et identifie ce qu'il faut étudier plus en détails.

Une personne au sein de l'entreprise, le coordinateur, est désignée pour mener à bien ce Dépistage et coordonner la mise en œuvre des solutions immédiates et la poursuite de l'étude (niveau 2, Observation) pour les points à approfondir.

La méthode utilisée est la méthode **Déparis** présentée dans le premier numéro de la collection SOBANE.

Niveau 2, Observation

De nouveau, un groupe (de préférence le même) de travailleurs et de responsables techniques (avec un conseiller en prévention, si disponible) observent plus en détails les conditions de travail afin d'identifier les solutions moins immédiates et déterminer ce pour quoi l'assistance d'un conseiller en prévention est indispensable.

A défaut de pouvoir réunir un tel groupe de réflexion, l'utilisateur réalise seul l'Observation en recueillant auprès des opérateurs principalement les informations nécessaires.

Ce niveau 2, Observation, requiert une connaissance intime de la situation de travail sous ses différents aspects, ses variantes, les fonctionnements normaux et anormaux. La profondeur de cette Observation varie en fonction du facteur de risque abordé et en fonction de l'entreprise et de la compétence des participants.

De nouveau, un coordinateur (de préférence le même) est désigné pour mener à bien ce niveau d'Observation et coordonner la mise en œuvre des solutions immédiates et la poursuite de l'étude (niveau 3, Analyse) pour les points difficiles à approfondir.

Niveau 3, Analyse

Lorsque les niveaux de Dépistage et Observation n'ont pas permis de ramener le risque à une valeur acceptable ou qu'un doute subsiste, il faut aller plus loin dans l'Analyse de ses composantes et dans la recherche de solutions.

Cet approfondissement doit être réalisé avec l'assistance de conseillers en prévention ayant la compétence requise et disposant des outils et des techniques nécessaires. Ces personnes seront en général des conseillers en prévention externes à l'entreprise, intervenant en étroite collaboration avec les conseillers en prévention internes (et non en leur lieu et place) pour leur apporter la compétence et les moyens nécessaires.

L'Analyse concerne la situation de travail dans des circonstances particulières déterminées au terme du niveau 2, Observation. Elle peut requérir des mesurages simples



avec des appareils courants, ces mesurages ayant des objectifs explicitement définis d'authentification des problèmes, de recherche des causes, d'optimisation des solutions... Le point important de ce niveau est le recours à une aide généralement externe, un conseiller en prévention, ayant une formation suffisante dans le domaine de risque du problème résiduel.

Le conseiller en prévention et le coordinateur repartent du travail réalisé aux niveaux précédents. La première tâche est donc de revoir les résultats du Dépistage mais surtout de l'Observation. Ensuite, l'Analyse des items identifiés précédemment est réalisée. Les résultats de cette Analyse sont discutés avec les intervenants des niveaux précédents et en particulier le coordinateur. Ils décident éventuellement du recours à un spécialiste (Expertise) pour des mesurages sophistiqués et ponctuels.

Niveau 4, Expertise

- L'étude à ce niveau 4, Expertise, est à réaliser par les mêmes personnes de l'entreprise et conseillers en prévention, avec l'assistance supplémentaire d'experts très spécialisés. Elle va concerner des situations particulièrement complexes et requérir éventuellement des mesurages spéciaux.

1.3 MISE EN ŒUVRE GÉNÉRALE DES MÉTHODES D'OBSERVATION SOBANE

La méthode de **Dépistage Déparis** est idéalement utilisée au cours d'une réunion avec 4 à 7 personnes connaissant intimement la situation de travail ou appelées à intervenir dans la recherche et la concrétisation des solutions préconisées au cours de la réunion.

Au terme du **Dépistage**, il a été décidé par exemple

- de réparer les sols, remplacer certains outils et certains récipients contenant des produits chimiques, remplacer certains filtres sur certaines machines, déplacer des aires de stockage, rehausser un plan de travail...
- d'approfondir un ou plusieurs aspects de la situation de travail, par exemple: les aires de travail, les contraintes posturales, les produits chimiques...

1.3.1 Mise en oeuvre

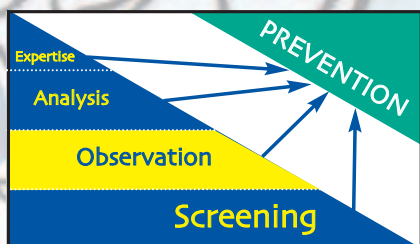
Selon la philosophie **SOBANE**, cet approfondissement est réalisé au moyen de la méthode d'**Observation** se rapportant au problème à étudier plus en détails et, de nouveau, au cours d'une réunion avec les mêmes personnes.

Alors que, au cours de la réunion **Déparis**, l'ensemble des aspects de la situation de travail était passé en revue, lors de la réunion d'**Observation**, la discussion est centrée sur un aspect particulier: le bruit dans l'atelier ou les manutentions ou le travail sur écran...

La mise en oeuvre reprend de nombreux points déjà décrits pour le niveau I, **Dépistage Déparis**.

La direction doit au préalable à toute action

- avoir été informée pleinement des implications de l'utilisation de la méthode
- avoir pris conscience de ses engagements
- avoir marqué son total accord à sa mise en oeuvre



Les étapes de la mise en oeuvre sont les suivantes:

1. Information par la direction de la ligne hiérarchique et des salariés sur les objectifs poursuivis et engagement de celle-ci de tenir compte des résultats des réunions et des études.
2. Définition d'un petit groupe de postes formant un ensemble, une "situation" de travail: celui-ci devrait être le même que celui constitué au niveau 1, **Dépistage Déparis**
3. Désignation d'un coordinateur par la direction avec l'accord des travailleurs: de nouveau, ce devrait être la même personne que celle ayant coordonné le **Dépistage Déparis**.
4. Préparation du coordinateur: il lit la méthode d'**Observation** en détails et se forme à son utilisation. Il adapte l'outil à la situation de travail concernée en modifiant des termes, en éliminant certains aspects non concernés, en transformant d'autres ou encore en ajoutant des aspects supplémentaires.
5. Constitution d'un groupe de travail avec des travailleurs-clés de la situation de travail concernée, désignés par leurs collègues et leurs représentants et de personnels d'encadrement technique choisis par la direction. Il comprend au moins un homme et une femme en cas de groupe mixte. Ce groupe de travail devrait être le même que celui qui a participé au **Dépistage Déparis**, avec, éventuellement 1 ou 2 personnes en plus du bureau des méthodes, du service de maintenance ou encore du service des achats.
6. Réunion du groupe de réflexion dans un local calme près des postes de travail, de nouveau afin de pouvoir retourner directement aux postes de travail pour discuter certains points.
7. Explication claire par le coordinateur du but de la réunion et de la procédure. Les items à discuter peuvent, soit être distribués aux participants avant ou au début de la réunion, soit être projetés par rétroprojecteur ou multimédia sur un écran, de manière à guider efficacement la discussion.
8. Discussion sur chaque rubrique en se concentrant sur les aspects repris sous cette rubrique et en s'attardant, non pas à déterminer si la situation est pas, un peu ou beaucoup satisfaisante, mais à
 - ce qui peut être fait pour améliorer la situation, par qui et quand
 - ce pour quoi il faudra demander l'assistance d'un conseiller en prévention lors d'un niveau 3, **Analyse**
9. Après la réunion, synthèse par le coordinateur en mettant au net
 - les rubriques utilisées, contenant les informations détaillées ressortant de la réunion
 - la liste de solutions envisagées avec indication de qui fait quoi et quand
 - la liste des points à étudier plus en détails avec les priorités.
10. Présentation des résultats aux participants, révision, ajouts...
11. Finalisation de la synthèse.
12. Présentation à la direction et aux organes de concertation.
13. Poursuite de l'étude pour les problèmes non résolus au moyen de la méthode de niveau 3, **Analyse**, de la stratégie **SOBANE**.

Le texte suivant peut aider à préciser le but de la réunion:

"Au cours de la réunion, nous allons passer en revue tous les points relatifs au facteur de risque "———" qui font que le travail est difficile, dangereux, peu efficace ou désagréable.

L'objectif n'est pas de savoir si c'est facile ou agréable à 20, 50 ou 100 %.

Il est de trouver ce qui peut être fait concrètement, tout de suite, dans 3 mois et plus tard pour que ce soit plus efficace et plus agréable. Il peut s'agir de modifications techniques, de nouvelles techniques de travail, mais aussi de meilleures communications, de réorganisation des horaires, de formations plus spécifiques.

Pour certains points, nous devrions arriver à dire ce qu'il faut changer et comment concrètement le changer.

Pour d'autres, des études complémentaires devront être réalisées.

La Direction s'engage à établir un plan d'actions dans le but de donner suite au mieux à ce qui sera discuté."



A défaut de pouvoir organiser une réunion de 3 à 6 personnes, le **coordinateur** conduira l'**Observation** seul ou avec une ou deux personnes et éventuellement sur le lieu même de travail. Cette solution non idéale reste utile puisqu'elle fait progresser la prévention et prépare le recours éventuel à un conseiller en prévention externe.

Le **coordinateur** ou ces personnes doivent cependant:

- bien connaître le poste de travail (aussi bien que les opérateurs eux-mêmes !)
- prendre les avis des opérateurs de façon informelle
- avoir des connaissances techniques pour la recherche et la mise en œuvre pratique des solutions
- retourner par la suite directement ou indirectement vers les opérateurs et leur encadrement technique pour avis sur les solutions envisagées.

Cette façon de faire n'est donc conseillée que si la mise sur pied d'une réunion d'un groupe de travail n'est pas possible, à ce moment là, au sein de l'entreprise.

1.3.2 Le rapport

Ce rapport doit comprendre:

- L'exposé du problème:
 - la façon dont le problème est apparu et a été posé au départ: plaintes, maladies, absences ...
 - les avis des opérateurs et des personnes de l'entreprise lors du niveau de **Dépistage**.
- Les résultats de l'intervention, sans trop s'attarder aux différentes interventions successives mais en rendant aux intervenants leurs mérites respectifs:
 - les aspects qui ont été **Observés** en détail et les solutions proposées.
 - le cas échéant, les aspects pour lesquels une **Analyse** est à réaliser.
- Une synthèse des solutions et améliorations techniques ou organisationnelles.
- Une justification globale de ces solutions, en montrant que:
 - elles sont réellement susceptibles de résoudre les problèmes décrits précédemment
 - elles ne vont pas engendrer d'autres problèmes pour l'ensemble ou pour certains opérateurs
 - elles sont compatibles avec les exigences de productivité et de rentabilité de l'entreprise.
- La justification éventuelle de la nécessité d'une **Analyse** complémentaire.
- Un schéma de réalisation des solutions préconisées avec **qui fait quoi, quand, comment** et avec quel **suivi** dans le temps, afin d'augmenter la probabilité que le rapport soit suivi d'effets concrets.
- Une synthèse de ce rapport final en 1 page reprenant les solutions techniques principales.

1.3.3 Présentation écrite

La critique majeure concernant de tels rapports est qu'ils sont en général beaucoup trop littéraires et conventionnels.

Le but étant de donner l'information nécessaire à la prise de décision, le rapport doit être court, simple et débarrassé de toute considération superflue, générale ou hors de propos.

Sans tomber dans le style télégraphique:

- des alinéas, des retraits sont utilisés, comme dans le présent texte, pour souligner et hiérarchiser les informations
- le nombre de tableaux, de graphiques statistiques... est réduit au minimum

- les informations y sont présentées sous une forme systématique, facile à saisir, intuitive
- des schémas techniques, photos, sont utilisés si nécessaire.

Enfin, le texte est revu mot par mot pour

- supprimer toute répétition;
- simplifier la lecture et la compréhension;
- respecter la suite logique des items, idées ...;
- faciliter la recherche d'une information particulière.

Contrairement à l'habitude, le rapport commencera par la synthèse de 1 page, repoussant en second plan et en annexe l'information détaillée.

1.3.4 Présentation orale

Les circonstances déterminent la procédure exacte à suivre.

Idéalement cependant, la synthèse doit être présentée simultanément ou séquentiellement:

- A l'employeur, parce qu'il a la responsabilité des conditions de santé au travail et est celui qui décide.
- Aux opérateurs, parce qu'ils sont directement concernés. La mise en œuvre de solutions techniques, même excellentes, sans consultation préalable des intéressés, compromet temporairement, voire définitivement, leur efficacité.
- A toutes les personnes qui ont participé aux différentes étapes de l'intervention, parce qu'ils en ont le mérite principal.
- A la hiérarchie, à l'encadrement technique, parce qu'ils sont responsables de la mise en œuvre et du maintien des solutions.
- Aux autres partenaires de la prévention (médecins du travail, conseillers en prévention ...), bien naturellement.

Le succès de l'intervention dépend non seulement de sa qualité, mais bien souvent surtout de la façon dont elle est présentée.

Alors que tous les protagonistes (employeurs, encadrement, opérateurs) pensent bien connaître les conditions de travail, ils en ont des visions parfois étonnamment différentes. Des photos sont alors très utiles pour arriver à une représentation commune de la situation et des problèmes, ainsi que des possibilités d'amélioration. Elles doivent attirer l'attention sur le travail qui est réalisé et les conditions générales de travail, et non pas sur la manière dont tel ou tel opérateur le réalise.

1.3.5 Suite de l'étude

Si l'étude d'**Observation** met en évidence des points nécessitant une **Analyse** plus approfondie, un conseiller en prévention spécialisé dans le domaine concerné doit être contacté.

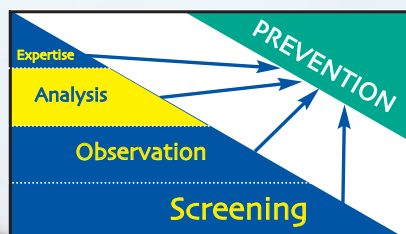
La démarche à adopter avec ce conseiller en prévention est de:

- lui donner connaissance du travail accompli précédemment aux niveaux **Dépistage** et **Observation**
- revoir ces résultats, conclusions, propositions de solutions
- confirmer ou amender ces propositions
- définir de manière précise ce qui fera l'objet de l'**Analyse** et dans quel but

Tous les documents de travail des différents niveaux seront conservés dans l'entreprise afin de servir plus tard de point de référence lors de modifications des postes ou lors de la conception de nouvelles conditions de travail.



1.4 MISE EN ŒUVRE GÉNÉRALE DES MÉTHODES D'ANALYSE SOBANE



Les méthodes de **Dépistage Déparis** et des méthodes d'**Observation** sont idéalement utilisées au cours d'une réunion avec 4 à 7 personnes connaissant intimement la situation de travail ou appelées à intervenir dans la recherche et la concrétisation des solutions préconisées au cours de la réunion.

- Au terme du **Dépistage**, il a été décidé par exemple
 - de réparer les sols, remplacer certains outils et certains récipients contenant des produits chimiques, remplacer certains filtres sur certaines machines, déplacer des aires de stockage, rehausser un plan de travail...
 - d'approfondir un ou plusieurs aspects de la situation de travail lors d'une ou de plusieurs réunions d'**Observation** particulières: par exemple: les aires de travail, les contraintes posturales, les produits chimiques...
- Au cours de la réunion d'**Observation** relative, par exemple aux produits chimiques - la situation a été revue, les solutions envisagées lors du **Dépistage** ont été validées et diverses solutions complémentaires ont été proposées pour contrôler les déchets et les emballages. Par contre, reste un problème majeur de ventilation des locaux
- La méthode d'**Analyse** va donc porter sur ce problème de ventilation, tout en revoyant la situation générale du point de vue de ces produits chimiques et ce qui a été proposé jusque là.

Au contraire des méthodes de **Dépistage** et d'**Observation**, l'**Analyse** est réalisée dans un premier temps par un **conseiller en prévention** souvent extérieur à l'entreprise qui n'a pas nécessairement participé aux réunions de **Dépistage** et d'**Observation**. Il convient donc qu'il se mette d'abord au courant de ce qui a déjà été fait et revoit les choix et actions envisagées, avant d'entreprendre des investigations complémentaires.

La démarche à adopter par ce **conseiller en prévention** est la suivante:

1. **Révision** des résultats du **Dépistage** et de l'**Observation** de la situation de travail avec le **coordinateur** qui a mené les études à ces deux premiers niveaux:
 - en prenant connaissance du travail accompli précédemment aux niveaux **Dépistage** et **Observation**
 - en revoyant ce travail et les différentes solutions envisagées et en y apportant sa compétence pour les confirmer ou non
 - en déterminant les aspects qui nécessitent une **Analyse** particulière complémentaire.
2. **Analyse** proprement dite de la situation de travail sous ces points particuliers, et en collaboration avec les personnes de l'entreprise
 - en étudiant plus en profondeur ces aspects particuliers
 - en réalisant éventuellement des mesurages, toujours dans une optique de prévention
 - en aidant l'entreprise à mettre en œuvre les solutions préconisées.

Une **quantification** des risques peut s'avérer nécessaire, afin, par exemple, de souligner l'importance d'un problème, pour justifier la mise en œuvre de solutions ou encore afin d'établir une liaison entre une exposition et un traumatisme ou une maladie professionnelle.

La durée de l'**Analyse** et donc son coût dépendent directement du problème rencontré et de la nécessité ou non de quantifier certaines contraintes ou expositions.

1.4.1 Révision de l'Observation avec le conseiller en prévention

Dans l'esprit de la continuité de la stratégie et de la collaboration entre les partenaires des niveaux successifs, les informations collectées au niveau du **Dépistage** et au niveau d'**Observation** sont passées en revue par le **conseiller en prévention**



avec ceux qui ont étudié ces informations et, au minimum, le **coordinateur** à ces niveaux (animateur du groupe ou à défaut l'observateur isolé).

La discussion doit porter sur:

- Les informations relatives à la situation de travail: organisation du travail, rotation des opérateurs, variation de la production au cours de la journée, de la semaine, de l'année, ...
- Les différentes solutions qui ont été dégagées, en les confirmant ou non.
- Les aspects qui nécessitent une **Analyse** complémentaire.

Le **conseiller en prévention** est appelé à:

- Confirmer ou non les solutions préconisées, mises ou non en œuvre lors des niveaux 1, **Dépistage** et 2, **Observation**.
- Analyser plus en profondeur certains problèmes qui n'ont pu être résolus jusque là.
- Aider l'entreprise à mettre en œuvre les solutions préconisées.

1.4.2 Analyse proprement dite

A. Objectifs

Cette seconde phase de l'**Analyse** a pour but de rechercher des solutions aux problèmes non résolus précédemment. Elle est donc orientée vers certains aspects particuliers de la situation de travail.

Elle va consister en une collecte d'informations plus spécifiques ou moins évidentes pour déterminer ce sur quoi il serait possible d'agir pour résoudre ces problèmes particuliers.

Cette collecte d'informations spécifiques doit être préparée par le **conseiller en prévention**, avec les **personnes de l'entreprise** et le **coordinateur** qui ont réalisé les niveaux antérieurs.

Dans certains cas, l'**Analyse** demandera d'observer en détails certains opérateurs. Le choix est crucial. Si ce choix est mal fait c'est à dire non représentatif, les résultats de l'**Analyse** ne seront pas fiables et aucune information ne pourra en être déduite pour l'ensemble des opérateurs.

Le nombre d'opérateurs à observer dépend de la taille du groupe. Le tableau suivant est basé sur des notions de statistiques. Il donne la taille de l'échantillon nécessaire pour qu'on soit sûr à 95% qu'au moins un opérateur parmi les 20% les plus "exposés" fasse partie de l'étude. Cette probabilité n'est correcte que si l'échantillonnage est purement aléatoire, ce qui n'est donc pas strictement le cas. Le tableau permet cependant de déterminer l'ordre de grandeur du nombre d'opérateurs à considérer idéalement.

Taille du groupe N	N ≤ 6	7-8	9-11	12-14	15-18	19-26	27-43	44-50	>50
Taille de l'échantillon N _s	N	6	7	8	9	10	11	12	14


B. Conditions de travail à analyser

Tout comme pour le choix des opérateurs, le choix des moments où l'**Analyse** sera conduite ne peut pas être laissé au hasard, mais doit autant que nécessaire tenir compte des différentes variations des conditions de travail liées à:

- la production: normale, habituelle, saisonnière...
- l'état de la ligne de production: machines en panne, mal réglées, nouvelles ...
- la rotation des opérateurs.
- l'absentéisme.

A défaut de temps ou de moyens pour étudier les points à approfondir dans tous ces cas de variations, il apparaît indispensable de caractériser correctement les situations





analysées en vérifiant si elles sont bien représentatives des conditions générales ou des conditions les plus mauvaises. A titre d'exemple, il n'est peut-être pas possible d'étudier les conditions de travail quand tous les opérateurs sont présents et quand l'un d'eux ou plusieurs manquent. Cependant, il est nécessaire de vérifier si ce changement dans le nombre d'opérateurs a une influence sur les procédures de travail et l'exposition des travailleurs. Si c'est le cas, il sera nécessaire de prouver la pertinence générale de l'**Analyse** réalisée.

Le **conseiller en prévention** va rechercher l'information manquante par des méthodes qu'il choisira en fonction des besoins:

- en comparant les façons de travailler de certains opérateurs;
- en cherchant à comprendre ce qui détermine ces différences;
- en recherchant ce sur quoi on peut agir techniquement;
- ...

La méthode principale est l'observation directe des opérateurs dans leur situation de travail. Pour certains aspects tels que la disposition des postes, l'organisation du travail, les risques de troubles musculosquelettiques, les manutentions...des photos ou une vidéo peuvent être des outils complémentaires, mais ne peuvent pas remplacer cette observation directe. Elles permettent cependant, en plus:

- la vision des mêmes images par différentes personnes (opérateurs, service méthodes ...) afin d'obtenir des avis complémentaires.
- l'étude de la pertinence et de l'impact réel de certaines solutions proposées.
- la constitution plus tard d'un matériel didactique pour former les opérateurs et en particulier les débutants.
- la mise au point d'aide pour la mise en œuvre efficace de certaines solutions préconisées, comme l'organisation d'une formation à la manutention.

Un des risques liés à l'utilisation de la vidéo est de modifier le comportement et donc la façon de travailler de l'opérateur qui se sait filmé. Ce risque est minimisé si:

- Une étroite collaboration a été établie précédemment entre le **conseiller en prévention** et les opérateurs.
- Les raisons de ces enregistrements vidéo et l'usage qui en sera fait ont été clairement expliqués à chaque opérateur et ce d'autant plus s'il n'a pas participé aux niveaux précédents de la stratégie.
- Son consentement a été acquis tout à fait librement.

C. Mesurages éventuels

Dans certains cas, le **conseiller en prévention** jugera peut-être nécessaire de réaliser quelques mesurages: éclairage, vitesse de l'air, forces, concentrations... Des mesurages simples peuvent être effectués et les méthodes d'**Analyse** développées et présentées dans les différents domaines, les décrivent.

Les mesurages sophistiqués, utilisant des appareils complexes, tels que luminancemètres, analyseurs de fréquences, goniomètres...sont cependant à réserver au niveau 4, **Expertise** et réalisés à bon escient par des **experts** spécialement compétents.

D. Exploitation des données

L'exploitation des données est la partie qui requiert toutes les compétences du **conseiller en prévention**.

Aucune méthodologie particulière ne peut donc être définie: les problèmes sont connus, on sait ce que l'on recherche.

Il y a lieu d'insister sur le fait que l'**Analyse** ainsi décrite est totalement différente de la **quantification** qui serait réalisée dans un but épidémiologique par exemple.

Les questions auxquelles on tente de répondre sont ici du type "Pourquoi la situation est telle?" "Que peut-on faire pour la modifier?"

Les discussions sur ces questions devraient conduire directement vers les solutions.

Par contre, la méthode de quantification cherche à répondre à des questions du type "Quel est le pourcentage du temps pendant lequel le travailleur est exposé à tel risque?"

Pour ce faire, elle cherche à quantifier les temps, les concentrations, les niveaux... sans se soucier directement des raisons de ces contraintes.

L'**Analyse** circonstanciée des informations collectées et la recherche des solutions n'est pas du ressort exclusif du **conseiller en prévention**, même si, dans la majorité des cas, il en était l'exécutant.

- Idéalement doivent y participer directement ceux qui connaissent les contingences techniques et pratiques – les **opérateurs** et l'**encadrement**.
- A défaut d'une participation directe, il faudra leur demander, plus tard, mais avant toute mise en œuvre, leur avis sur les recommandations formulées par le **conseiller en prévention**. Cette intervention en cascade est la plus fréquente. Elle n'est pas toujours celle qui conduit aux meilleures solutions et certainement pas le plus rapidement.

Le succès de l'intervention du **conseiller en prévention** est directement lié à :

- La qualité du travail effectué aux niveaux antérieurs de l'intervention.
- La qualité de cette concertation avec les personnes concernées de l'entreprise.

1.4.3 Synthèse des résultats au terme de l'analyse

Au terme de l'**Analyse**, un rapport est en général attendu du conseiller en prévention.

Le processus de préparation, présentation et discussion du rapport final doit être structuré dès le départ, de sorte qu'il aboutisse à des décisions, quelles qu'elles soient (fussent-elles de ne rien faire!).

Pour ce faire, dès le début de l'intervention du **conseiller en prévention**, la procédure doit être définie une fois pour toutes en ce qui concerne :

- les personnes de l'entreprise avec qui le **conseiller en prévention** collaborera
- la programmation dans le temps
- la nature du rapport
- la ou les présentations de ce rapport
- la suite qui lui sera donnée, avec si nécessaire l'intervention d'un **expert**
- la façon dont la situation de travail sera suivie plus tard en ce qui concerne la mise en œuvre des solutions et l'étude de leur efficacité
- la planification, avec **qui fait quoi, quand** et **comment**, indispensable pour que les recommandations ne restent pas lettres mortes mais se traduisent par des actions concrètes pour les opérateurs.

A. Le contenu

Cette **Analyse** devrait normalement être la dernière étape de l'intervention. Le rapport doit donc faire la synthèse de toutes les informations progressivement récoltées et des solutions/améliorations progressivement mises en œuvre ou projetées.

Ce rapport doit comprendre :

- L'exposé du problème :
 - la façon dont le problème est apparu et a été posé au départ: plaintes, maladies, absences ...
 - les avis des opérateurs et des personnes de l'entreprise lors du niveau de **Dépistage**.
- Les résultats de l'intervention, sans trop s'attarder aux différentes interventions successives mais en rendant aux intervenants leurs mérites respectifs :
 - les aspects qui ont été **Observés** en détails et les solutions proposées.



- les aspects qui ont été **Analysés** en détails et les solutions qui sont proposées.
- le cas échéant, les aspects pour lesquels une **Expertise** est à réaliser.
- Une synthèse des solutions et améliorations techniques ou organisationnelles.
- La proposition d'élaboration de prototypes ou la réalisation d'essais si certaines solutions demandent à être mises au point techniquement.
- Les mesures à prendre le cas échéant pour l'information et la formation adéquate des opérateurs en ce qui concerne:
 - les procédures de travail optimales et celles à éviter
 - les risques de santé et de sécurité
- Une hiérarchisation des mesures préconisées selon:
 - ce qui est indispensable
 - ce qui est nécessaire
 - ce qui est souhaitable
- Une justification globale de ces solutions, en montrant que:
 - elles sont réellement susceptibles de résoudre les problèmes décrits précédemment
 - elles ne vont pas engendrer d'autres problèmes pour l'ensemble ou pour certains opérateurs
 - elles sont compatibles avec les exigences de productivité et de rentabilité de l'entreprise.
- La justification éventuelle de la nécessité d'une **Expertise** complémentaire.
- Un schéma de réalisation des solutions préconisées avec **qui fait quoi, quand, comment** et avec quel suivi dans le temps, afin d'augmenter la probabilité que le rapport soit **suivi** d'effets concrets.
- Une synthèse de ce rapport final en 1 page reprenant les solutions techniques principales.

B. Présentation écrite

La critique majeure concernant de tels rapports est qu'ils sont en général beaucoup trop littéraires et conventionnels.

Le but étant de donner l'information nécessaire à la prise de décision, le rapport doit être court, simple et débarrassé de toute considération superflue, générale ou hors de propos.

Sans tomber dans le style télégraphique:

- des alinéas, des retraits sont utilisés, comme dans le présent texte, pour souligner et hiérarchiser les informations
- le nombre de tableaux, de graphiques statistiques... est réduit au minimum
- les informations y sont présentées sous une forme systématique, facile à saisir, intuitive
- des schémas techniques, photos, sont utilisés si nécessaire.

Enfin, le texte est revu mot par mot pour

- supprimer toute répétition;
- simplifier la lecture et la compréhension;
- respecter la suite logique des items, idées ...;
- faciliter la recherche d'une information particulière.

Contrairement à l'habitude, le rapport commencera par la synthèse de 1 page, repoussant en second plan et en annexe l'information détaillée.

C. Présentation orale

Les circonstances déterminent la procédure exacte à suivre.

Idéalement cependant, la synthèse doit être présentée simultanément ou séquentiellement:

- A l'employeur, parce qu'il a la responsabilité des conditions de santé au travail et est celui qui décide.

- Aux opérateurs, parce qu'ils sont directement concernés. La mise en œuvre de solutions techniques, même excellentes, sans consultation préalable des intéressés, compromet temporairement, voire définitivement, leur efficacité.
- A toutes les personnes qui ont participé aux différentes étapes de l'intervention, parce qu'ils en ont le mérite principal.
- A la hiérarchie, à l'encadrement technique, parce qu'ils sont responsables de la mise en œuvre et du maintien des solutions.
- Aux autres partenaires de la prévention (médecins du travail, conseillers en prévention ...), bien naturellement.

Le succès de l'intervention dépend non seulement de sa qualité, mais bien souvent surtout de la façon dont elle est présentée. Dès lors, un soin particulier doit être apporté à l'élaboration du matériel audiovisuel. Ce point sort des objectifs du présent document et ne sera pas abordé, sauf en ce qui concerne l'exploitation des enregistrements vidéo.

Alors que tous les protagonistes (employeurs, encadrement, opérateurs) pensent bien connaître les conditions de travail, ils en ont des visions parfois étonnamment différentes. Des photos ou une bande vidéo sont alors très utiles pour arriver à une représentation commune de la situation et des problèmes, ainsi que des possibilités d'amélioration. Elles doivent attirer l'attention sur le travail qui est réalisé et les conditions générales de travail, et non pas sur la manière dont tel ou tel opérateur le réalise.

Des photos ou une bande vidéo peuvent également être préparées dans une optique de formation des opérateurs et en particulier des nouveaux arrivés dans la situation concernée. Il s'agit cette fois de photos ou de vidéos orientées vers la façon de réaliser le travail. Ce sont donc des photos ou vidéos différentes mais complémentaires des précédentes. **Avec l'accord individuel de chaque opérateur** (après qu'il a été complètement informé des objectifs poursuivis), ces photos ou vidéos sont préparées de manière à illustrer certaines manières de travailler qui peuvent être "dangereuses" et les comparer à d'autres, plus favorables pour la sécurité ou la santé (façon de travailler, tel outil plutôt qu'un autre, économies de forces, rangement, circulation...). Cette bande ne pourra être utilisée par la suite, de nouveau, qu'avec l'accord des opérateurs et à condition qu'aucune culpabilisation ne soit possible.

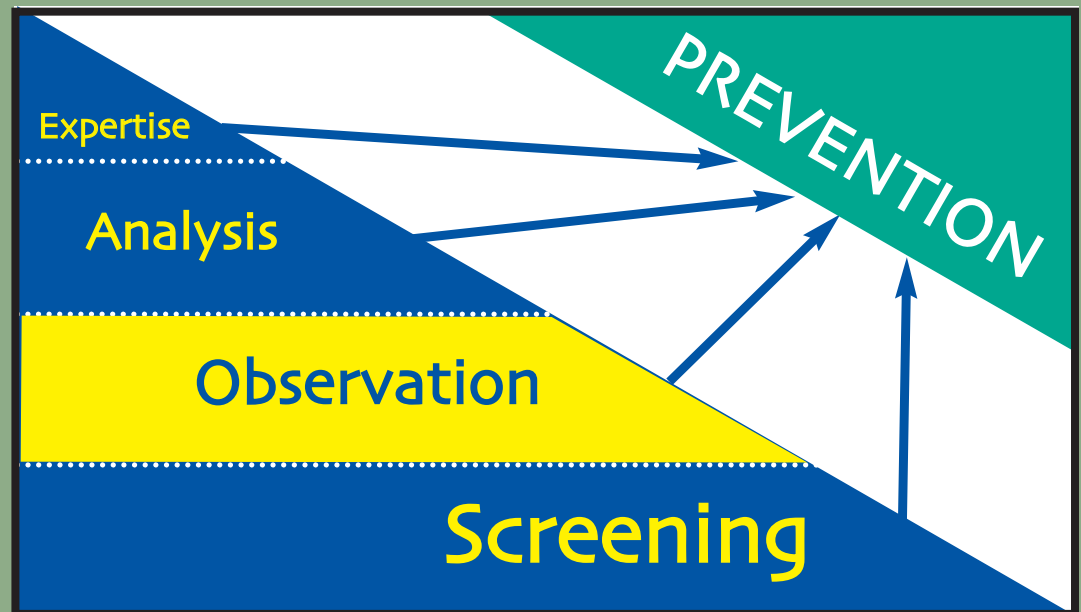
D. Suite de l'étude

Si l'étude a démarré suite à des plaintes concrètes chez certains opérateurs, il reste à s'occuper concrètement de ces personnes pour qu'elles récupèrent et puissent retrouver le plus vite possible des conditions de vie et des conditions de travail normales. C'est là un problème médical que doit traiter directement ou indirectement (avec le médecin généraliste) le médecin du travail.

Il y a lieu d'attirer l'attention sur le fait que des conditions de travail peuvent être acceptables pour un opérateur, mais rester dangereuses pour un autre. La récupération peut s'en trouver ralentie ou, dans certains cas, les problèmes peuvent continuer à s'aggraver. Il ne s'agit donc pas de remettre directement au travail les personnes avec des problèmes de santé dès que les conditions de travail ont été améliorées.

Tous les documents de travail qui ont servi aux différents niveaux seront conservés dans l'entreprise afin de servir plus tard de point de référence lors de modifications des postes ou lors de la conception de nouvelles conditions de travail.

2. NIVEAU 2: OBSERVATION



2.1 INTRODUCTION

2.1.1 Objectifs

- Étudier la situation **en général et sur le terrain**, en ce qui concerne:
 - les conditions de travail
 - les sources de bruit.
- Déterminer les mesures techniques immédiates qui peuvent être prises pour prévenir/améliorer les risques.
- Déterminer si une **Analyse** (niveau 3) plus approfondie
 - est nécessaire
 - avec quelle urgence
 - avec quels objectifs.

2.1.2 Qui?

- Les **salariés** et leur **encadrement**.
- Les **personnes de l'entreprise** (encadrement, bureau d'étude, conseillers en prévention internes) connaissant parfaitement la situation de travail.

2.1.3 Comment?

Une description plus détaillée de la façon de mettre en oeuvre les méthodes d'Observation se trouve dans l'introduction générale de la méthode SOBANE.

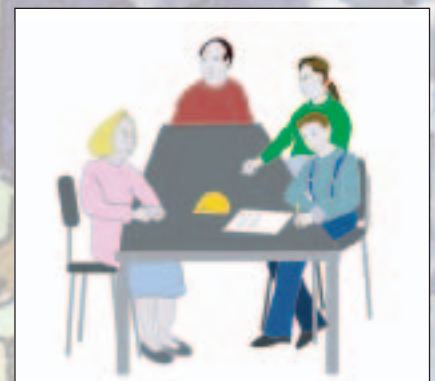
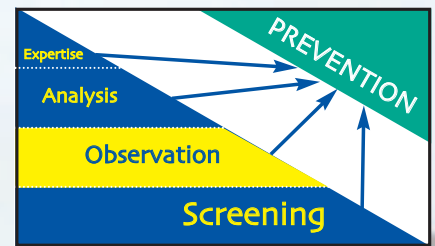
Seules les directives principales sont rappelées ci-dessous.

La démarche est semblable à celle utilisée lors du niveau 1, **Dépistage Déparis** et les participants devraient être les mêmes:

1. Définition du petit groupe de postes formant une "**situation**" de travail
2. Désignation d'un **coordinateur**
3. Préparation du coordinateur: il lit la **méthode d'Observation** en détails, se forme à son utilisation et adapte l'outil à la situation de travail
4. Constitution d'un **groupe de travail** avec des travailleurs-clés et de personnels d'encadrement technique. Ce groupe comprend au moins un homme et une femme en cas de poste mixte
5. Réunion du groupe de réflexion dans un local calme près des postes de travail (pendant 2 heures en moyenne)
6. Explication claire par le coordinateur du but de la réunion et de la procédure
7. Discussion sur chaque rubrique en se concentrant sur
 - ce qui peut être fait **concrètement** pour améliorer la situation, par qui et quand
 - ce pour quoi il faudra demander l'**assistance** d'un conseiller en prévention au niveau d'**Analyse**

La discussion porte sur la situation de travail en prenant en compte les caractéristiques des travailleurs et, en particulier, le fait qu'il s'agit d'hommes ou de femmes, de sujets jeunes, de plus âgés, de personnes connaissant la langue locale ou non...

8. Après la réunion, préparation de la synthèse des résultats par le coordinateur, en mettant au net
 - les tableaux utilisés, contenant les informations détaillées ressortant de la réunion
 - la liste de solutions envisagées avec des propositions sur **qui fait quoi et quand**
 - la liste des points à étudier plus en détails à un niveau 3, **Analyse**, avec les priorités.



9. Les résultats sont présentés aux participants, à la direction et au comité de prévention et de protection au travail pour révision, ajouts et décisions
10. Poursuite de l'étude pour les problèmes non résolus par la méthode de niveau 3, **Analyse**.

A défaut de pouvoir organiser une réunion de 3 à 6 personnes, le **coordinateur** conduit l'**Observation** seul ou avec une ou deux personnes et éventuellement sur le lieu même de travail. Cette solution non idéale reste utile puisqu'elle fait progresser la prévention et prépare le recours éventuel à un conseiller en prévention externe.

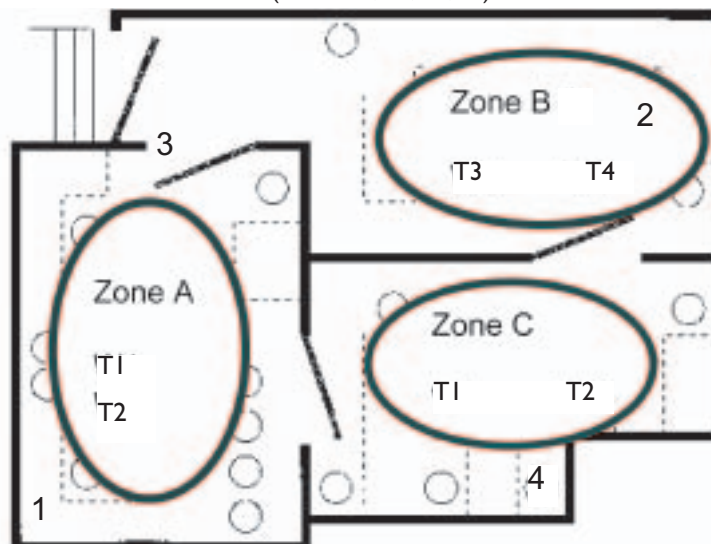
2.1.4 Points à discuter

1. **Description succincte de la situation de travail:**
 - croquis
 - emplacement des sources de bruit
 - emplacement des postes de travail
 - salariés concernés.
2. **Recueil des informations séparément pour chaque source:**
 - description
 - niveau sonore estimé ou mesuré à chaque poste et dû à chaque source.
3. **Prévention/amélioration, possibilité de réduction**
 - à la source
 - par éloignement de la source
 - par traitement du local.
4. **Synthèse: jugement de la situation de travail dans son ensemble:**
 - jugement de la situation actuelle
 - bilan des actions prévention/amélioration
 - jugement de la situation future
 - nécessité d'une **Analyse**, niveau 3, urgence et objectifs.

2.2 PROCÉDURE

2.2.1 Description de la situation de travail

- Repérez le plus clairement possible le plan des lieux, avec:
 - les emplacements des sources de bruit (notés 1, 2, 3, ...)
 - les postes de travail (notés zone A, B, C, ...)
 - Ce sont les endroits où les salariés effectuent certaines activités.
 - les salariés concernés (notés T1, T2, T3, ...)



Sources		Postes concernés Salariés concernés
Numéro	Description	
1	Meuleuse	T1 T2 dans zone A
2	Meuleuse	T3 T4 dans zone B
3	Foreuse sur pieds	T1 à T4 zones A et B
4	Ventilateur centrifuge d'aspiration	T1 T2 dans zone C

Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?

Que faut-il étudier plus en détails ?

2.2.2 Caractéristiques et réduction des sources de bruit

- **Liste** des sources de bruit les plus audibles
Pour chacune, si possible
 - **type de bruit:** continu, intermittent
 - bruits d'**impacts** (marteau, ...) et/ou **sons purs** (sifflement, sirène, ...)
- **Évaluez le niveau de bruit** grâce au niveau de la voix pour se faire comprendre à 1 m de distance
- Estimez le niveau sonore correspondant et le risque possible (Fiche 1)

Voix	normale	élevée	Très forte	criée	extrême
Niveau (dB(A))	50	70	85	90	100
Satisfaction	☺	☹	☹	☹☹	☹☹☹
Risque	inconfort léger	inconfort élevé	risque faible de surdité	risque moyen de surdité	risque élevé de surdité

Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?

Que faut-il étudier plus en détails ?

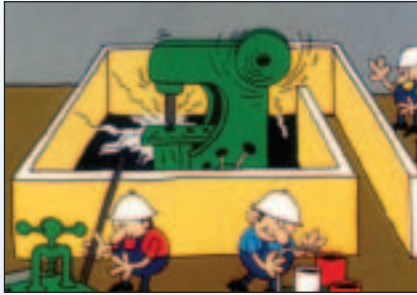
Lutte contre le bruit à la source (Fiche 5)

- **Vibrations** de pièces ou panneaux:
 - . resserrez les pièces ou panneaux
 - . les recouvrir d'un matériau caoutchouteux.
- **Sol qui vibre:**
 - . montez des silent blocs sous les machines qui produisent ces vibrations.
- **Impacts dus à des chutes** de pièces sur une surface dure
 - . inclinez la plaque sur laquelle la pièce tombe
 - . la recouvrir directement ou en sandwich d'un matériau caoutchouteux.
- **Bruit mécanique:**
 - . remplacez les engrenages droits par des engrenages hélicoïdaux
 - . utilisez des matériaux plastiques quand possible
 - . équilibrez les parties en rotation.
- **Bruit aérodynamique:**
 - . évitez les discontinuités (coudes, ...) ou les objets (bords nets,) dans le courant d'air
 - . installez des silencieux dans les gaines.



Enmo/Bruël & Kjaer





Enmo/Bruël & Kjaer

- **Détente de gaz:**
 - . placez des silencieux de détente.
- **Jets d'air:**
 - . utilisez des pistolets spéciaux avec silencieux
 - . réduisez la vitesse de sortie
 - . évitez l'impact du jet perpendiculaire à toute surface.
- **Capotage de la machine:**
 - . rendez le capot hermétique
 - . recouvrez le de matériaux caoutchouteux
 - . placez des matériaux absorbants à l'intérieur.
- **Sons purs** (bruit d'une tonalité particulière):
 - ventilateur
 - . réglez les ailettes
 - . rééquilibrez les parties en rotation.
 - scies
 - . utilisez des lames avec amortissement interne.
 - résonance
 - . placez des matériaux caoutchouteux sur toutes les pièces ou panneaux qui résonnent.



Eloignement de la source (Fiche 4)

- . éloignez la source du salarié
- . placez un écran entre sources et salariés.

Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?
Que faut-il étudier plus en détails ?

2.2.3 Traitement du local (Fiches 3 et 4)

Le traitement acoustique du local requiert des calculs qui ne peuvent généralement être effectués que par des conseillers en prévention lors du niveau 3, Analyse.

"Qualifier" la situation :

- caractérisez les **matériaux** actuels des surfaces (plafonds, parois)
 - ajoutez des matériaux absorbants (laine de verre ou de roche, mousses...)
- testez la **réverbération du local** en créant un bruit instantané très fort (claquement de mains ou objets)
- si le bruit se réverbère longtemps ou que l'on entend des échos
 - ajoutez des matériaux absorbants sur les parois
- vérifiez le passage éventuel du bruit d'un local à l'autre ou de l'extérieur au local
 - utilisez des matériaux isolants lourds (béton, brique, ...) pour mieux séparer les locaux ou les espaces.

Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?
Que faut-il étudier plus en détails ?

2.2.4 Synthèse

Pour chaque poste de travail:

Risque actuel

- jugement sur la situation de travail actuelle sur base (Fiche 2)
 - . des **Observations** réalisées ci-dessus
 - . des **avis des salariés**: difficultés d'audition en fin de journée, interférence avec la parole, ...

Critères:

inconfort léger	Force de la voix nécessaire supérieure à la normale: bureaux avec des niveaux de l'ordre de 50 dB(A)
inconfort élevé	voix élevée: ateliers où le niveau est de l'ordre de 70 dB(A)
risque faible de surdité	voix très forte: niveau proche de 85 dB(A)
risque moyen de surdité	voix criée: niveau proche de 90 dB(A)
risque élevé de surdité	voix extrême: niveau proche de 100 dB(A)

Risque résiduel après prévention

- évaluez l'état futur probable si les mesures de prévention/amélioration envisagées ci-dessus sont réellement prises.

2.2.5 Bilan des mesures de prévention/amélioration envisagées

Précisez qui fait quoi et quand , par ordre de priorité, à partir des réponses aux questions:

- *Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?*
- *Que faut-il étudier plus en détails ?*

Nécessité d'une Analyse (niveau 3) plus approfondie

- sur base du risque résiduel évalué
- quelle en est l' **urgence**?
- quels sont les **objectifs**: sur quoi doit-elle porter?
 - pour quelles sources et pour atteindre quel niveau de risque?

2.2.6 Mesures à court terme (protection individuelle): (Fiche 6)

- Quelle protection auditive?
- Portée par qui?
- A quels moments et pendant combien de temps?



Enmo/Bruël & Kjaer

2.3 RAPPORT DE L'ETUDE D'OBSERVATION

2.3.1 Synthèse des résultats de l'Observation

Le rapport doit faire la synthèse de toutes les informations progressivement récoltées et des solutions ou améliorations mises en œuvre ou projetées. Il comprendra:

- Un résumé des antécédents à l'**Observation**
 - la façon dont le problème est apparu et a été posé au départ
 - les grandes lignes de l'étude de **Dépistage** avec les opérateurs et l'encadrement
- Les résultats de l'**Observation** et les solutions proposées, en se servant du modèle de rapport préparé à cet effet et qui suit les différents points de la méthode **d'Observation**
- Une justification globale de ces solutions, en montrant que:
 - elles sont réellement susceptibles de résoudre les problèmes décrits précédemment
 - elles ne vont pas engendrer d'autres problèmes pour les opérateurs
 - elles sont compatibles avec les exigences de productivité et de rentabilité de l'entreprise.



- Une synthèse des solutions et améliorations techniques ou organisationnelles avec des propositions de **qui fait quoi, quand, comment** et avec quel **suivi** dans le temps
- Le cas échéant, les aspects pour lesquels une **Analyse** est à réaliser.
- Une synthèse de ce rapport final en 1 page reprenant les solutions techniques principales.

Une description plus détaillée de la façon de rédiger ce rapport et de le présenter à la Direction et aux opérateurs se trouve dans l'introduction générale de la méthode **SOBANE**.

2.3.2 Le rapport

Canevas de collecte des informations:

- à adapter à la situation rencontrée
- utilisé pour la rédaction du rapport

Entreprise:

Situation de travail:

Coordinateur:

Personnes ayant participé à l'étude:

Dates:

A. DESCRIPTION DE LA SITUATION DE TRAVAIL

- **Nom de la situation de travail:**
- **Nombre de salariés:**
- **Croquis de l'environnement avec les sources de bruit, les zones de travail et les emplacements des salariés:**

- **Description des sources et activités:**

Sources		Postes concernés Salariés concernés
Numéro	Description	
1		
2		
3		
4		
5		
...		
...		
...		

B. CARACTERISTIQUES ET REDUCTION DES SOURCES DE BRUIT

	Source n°1	Source n°2	Source n° 3	Source n°...
Type de bruit				
Niveau de voix				
dB(A)				
Impacts				
Sons purs				
Vibrations				
Sol qui vibre				
Impacts dus à des chutes				
Bruit mécanique				
Bruit aérodynamique				
Détente de gaz				
Jets d'air				
Capotage				
Éloignement				

C. TRAITEMENT DU LOCAL

- Matériaux actuels
- Réverbération
- Isolement par rapport à l'extérieur

D. SYNTHESE

Poste	Jugement		ANALYSE Urgence	Objectifs
	Risque actuel	Risque résiduel		

E. QUI FAIT QUOI, QUAND, PAR ORDRE DE PRIORITE ?

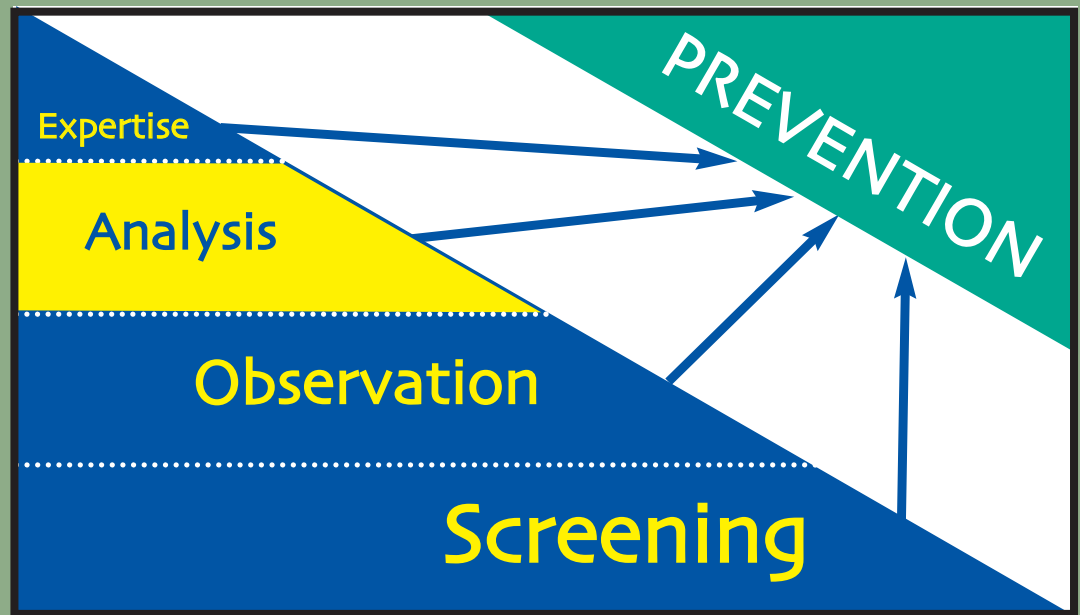
Qui	Quoi	Quand

F. MESURES A COURT TERME: PROTECTION INDIVIDUELLE

- Laquelle?
- Qui?
- Quand?



3. NIVEAU 3: ANALYSE



3.1 INTRODUCTION

3.1.1 Objectifs

- Evaluer l'exposition réelle des salariés par des mesurages simples.
- Approfondir la recherche de mesures de prévention/amélioration,
 - par des mesurages particuliers,
 - par des techniques plus spécialisées.
- Estimer s'il est nécessaire de procéder à une étude encore plus approfondie (**Expertise**, niveau 4).

3.1.2 Qui ?

- Les personnes **de l'entreprise avec l'assistance d'un conseiller en prévention** possédant:
 - les compétences méthodologiques
 - les appareils de mesurage.

3.1.3 Comment ?

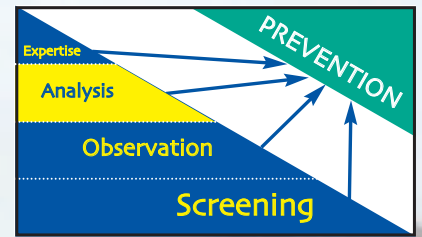
Une description plus détaillée de la façon de mettre en œuvre les méthodes d'Analyse se trouve dans l'introduction générale de la méthode SOBANE. Seules les directives principales sont rappelées ci-dessous.

La démarche à adopter par le **conseiller en prévention** est la suivante:

1. **Révision** des résultats du **Dépistage** et de l'**Observation** de la situation de travail avec le **coordinateur** qui a mené les études à ces deux premiers niveaux:
 - en prenant connaissance du travail accompli précédemment aux niveaux **Dépistage** et **Observation**
 - en revoyant ce travail et les différentes solutions envisagées et en y apportant sa compétence pour les confirmer ou non
 - en déterminant les aspects qui nécessitent une **Analyse** particulière complémentaire.
2. **Analyse** proprement dite de la situation de travail sous ces points particuliers, et en collaboration avec les **personnes de l'entreprise**
 - en étudiant plus en profondeur ces aspects particuliers
 - en réalisant éventuellement des mesurages, toujours dans une optique de prévention
 - en aidant l'entreprise à mettre en œuvre les solutions préconisées.

3.1.4 Points à discuter

1. Estimez le **niveau d'exposition personnelle** pour chaque groupe homogène de salariés.
2. Déterminez le **risque actuel**.
3. Approfondissez la **caractérisation des sources de bruit**.
4. Recherchez des **mesures de prévention/amélioration** possibles en reprenant la démarche du niveau 2, **Observation**.
5. Déterminez le **risque résiduel** après prévention/amélioration.
6. Déterminez si un niveau 4, **Expertise** est nécessaire, son urgence, ses objectifs.
7. Déterminez les **mesures à court terme**.
8. Déterminez la **surveillance** de la santé nécessaire.



3.1.5 Terminologie

Dommege-effet	tout effet indésirable dû au bruit : <ul style="list-style-type: none">• inconfort, interférence avec les activités, la parole• surdité
Risque	probabilité d'un certain effet ou dommege compte tenu de l'exposition au bruit.
Risque r�sidual	probabilité de ce même effet après amélioration de la situation de travail.
Niveau �quivalent (N_{Aeq}, dB(A))	niveau continu équivalent (au point de vue énergie sonore) au bruit fluctuant ou intermittent ou d'impact, pendant un certain intervalle de temps.
Niveau d'exposition personnelle (N_{EP}, dB(A))	niveau continu qui, pendant 8 heures par jour, 5 jours par semaine , donnerait la même exposition (au point de vue énergie sonore) que l'exposition réelle du salarié au cours d'une semaine typique de travail, qu'il travaille ou non 8h par jour et 5 jours par semaine.

3.2 PROCÉDURE

3.2.1 Niveau sonore maximal souhaité

- Sur base de la législation (Fiches 7 et 8)
- En fonction du type de local
- En fonction du degré de concentration requis par le travail (Fiche 20)
- En fonction des possibilités "raisonnables"

Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?

Que faut-il étudier plus en détails ?

3.2.2 Exposition des salariés:  tat actuel

- **Période représentative** (en heures, jours, semaines)
 - pour couvrir toutes les circonstances d'exposition au bruit (plusieurs cycles de travail, s'ils existent) (Fiche 17)
Exemple: montage automobile: 2 à 4 h; fondeurs de haut fourneau: 15 jours, ouvriers d'entretien: 1 semaine
- **Moments** de mesurage
 - dates, heures
 - prouvez leur représentativité par rapport à la période ci-dessus (le travail s'effectue-t-il dans des conditions représentatives)
- **Techniques** de mesurage
 - choix et étalonnage des appareils de mesurage (Fiche 16)
- **Localisation** des mesurages
 - près de l'oreille des salariés

Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?

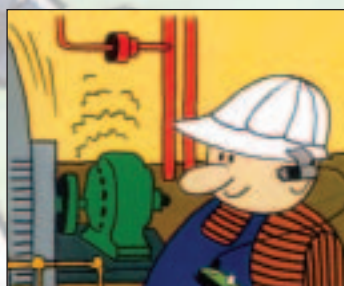
Que faut-il étudier plus en détails ?

3.2.3 Mesurage du N_{Aeq} à chaque emplacement de travail

- mesurages en dB(A)
- présence ou non de bruits d'impact
- Estimation de la **durée moyenne d'exposition par jour** au niveau équivalent mesuré (durée d'existence des conditions mesurées)



Enmo/Bruël & Kjaer



Enmo/Bruël & Kjaer

- Calcul du **niveau partiel d'exposition personnelle** $N_{EP,i}$ en retirant du N_{Aeq} la valeur K fonction de la durée d'exposition, donnée par le tableau suivant

Durée	1'	5'	10'	20'	30'	45'	1h	1,5h	2h	3h	4h	5h	6h	8h
K (dB(A))	27	20	17	14	12	10	9	7	6	4	3	2	1	0

Exemple: groupe de salariés T1 et T2:

Phase de travail	Durée d'exposition par jour	N_{Aeq} dB(A)	Impact >140 dB	$N_{EP,i}$ dB(A)	Commentaires
meulage, poste A	2h	98	non	92	
autre travail, poste A	4h	86	non	83	
forage, poste B	1h	90	non	81	
repos	1h	70	non	61	

• Niveau d'exposition personnelle N_{EP}

- calculé par le programme fourni (Fiche 17)
- ou en combinant par paire les $N_{EP,i}$ en fonction de leur différence

Différence	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
Ajout dB(A)	3	2,5	2,1	1,8	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2

Exemple:

- 92 et 83 dB(A) différence = 9 dB(A) somme = 92 + 0,5 = 92,5 dB(A)
- 92,5 et 81 dB(A) différence = 11,5 dB(A) somme = 92,5 + 0,3 = 92,8 dB(A)
- négligez les $N_{EP,i}$ inférieurs de plus de 12 dB à la valeur la plus élevée.

Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?

Que faut-il étudier plus en détails ?

3.2.4. Risque actuel (Fiches 8 et 18)

- **Inconfort**: à apprécier en comparant N_{EP} au niveau souhaité
- **Surdité**: à apprécier par rapport aux valeurs limites de la réglementation et en fonction de la présence ou non d'impacts
 - réglementation belge actuelle: N_{EP} 85 ou 90 dB(A) en général et 140 dB pour les bruits d'impacts
 - réglementation belge future (directive européenne 2003/10/CE): N_{EP} 80 ou 85 dB(A) en général et 135 dB(C) ou 137 dB(C) pour les bruits d'impacts
- **Pourcentage de sujets** susceptibles de devenir **sourds** à l'âge de 60 ans, après 40 ans d'exposition
 - handicap (perte moyenne > 35 dB)
 - invalidité (perte moyenne > 50 dB)

N_{EP} dB(A)	85	90	92	94	97	98	99	100
Risque invalidité %	6	9	12	15	20	23	26	30
Risque handicap %	21	26	29	34	43	47	51	56

Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?

Que faut-il étudier plus en détails ?

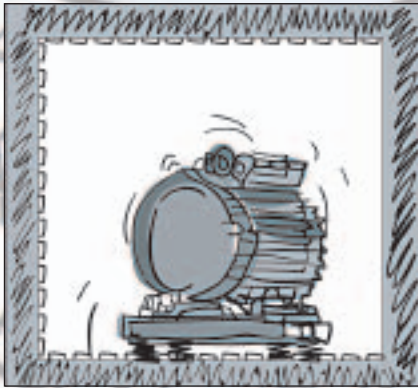


3.2.5 Hiérarchisation des phases de travail

- Les phases de travail donnant un N_{EPi} supérieur au niveau sonore souhaité sont prioritaires
- Les phases donnant lieu à un N_{EPi} inférieur de plus de 12 dB(A) au N_{EPi} le plus élevé ne sont pas prioritaires.
- Déterminez les sources de bruit principales responsables de ces N_{EPi}

Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?

Que faut-il étudier plus en détails ?



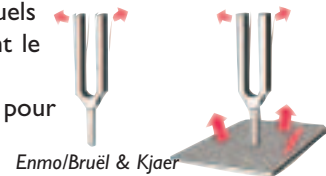
3.2.6 Etude approfondie du local et des sources de bruit

• Recherche de techniques de travail moins bruyantes

- changement de technologie
- remplacement de machines bruyantes

• Caractéristiques des sources de bruit

- identifiez de manière précise
 - . les **causes** du bruit (exemple: vibrations, impact, ...) (Fiches 13 et 14)
 - . les **sources** de bruit (panneaux et pièces auxquels sont transmises les vibrations et qui rayonnent le bruit)
- mesurez le niveau sonore au niveau des sources pour identifier (Fiches 16 et 17)
- les **sources** de bruit réelles
- les **directions** dans lesquelles le bruit est principalement émis



• Réduction du bruit à la source (Fiche 5)

- reprenez les points décrits à la section 2 de la méthode d'**Observation** avec attention particulière
 - . aux transmissions des vibrations de pièces vibrantes à d'autres pièces ou surfaces: les désolidariser (Fiches 13 et 14)
 - . aux surfaces légères (panneaux, capots, ...): les recouvrir de matériaux résilients

• Propagation directe du bruit (Fiche 9)

- reprenez les points décrits à la section 2, éloignement de la source de la méthode d'**Observation** avec attention particulière
 - . à la distance sources-salariés: éloignez le plus possible
 - . à la directivité des sources: recouvrir, si possible, les surfaces proches de matériaux absorbants
 - . aux écrans entre sources et salariés: intercalez des écrans les plus grands possible en largeur et en hauteur

Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?

Que faut-il étudier plus en détails ?

3.2.7 Traitement acoustique du local (Fiches 10 et 11)

- Reprenez les points décrits à la section 3 de la méthode d'**Observation** avec attention particulière
 - aux échos (réflexions entre surfaces parallèles): recouvrir les surfaces responsables de matériaux absorbants
 - aux parois, plafond, sol réfléchissants (Fiches 10 et 11): ajoutez des matériaux absorbants en utilisant pour le calcul la procédure décrite dans la fiche 11

Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?

Que faut-il étudier plus en détails ?

3.2.8 Isolements acoustiques

- Avec les **locaux voisins**
- Avec l'**extérieur** (Fiche 12)
 - vérifiez et améliorez l'étanchéité des portes et fenêtres
 - éliminez ou réduisez les fentes, orifices
 - placez des joints lourds
 - alourdir les parois

Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?

Que faut-il étudier plus en détails ?

3.2.9 Réorganisation du travail

- Etudiez les possibilités de réorganisation
 - des emplacements de travail
 - des séquences de travail
 - des durées de travail de manière à réduire les durées d'exposition aux bruits les plus élevés

Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?

Que faut-il étudier plus en détails ?

3.2.10 Etat futur anticipé

- **Exposition des salariés: état futur anticipé**
 - reprenez le tableau, section 3 de la méthode d'**Analyse**, compte tenu
 - . des mesures de prévention/amélioration à la source
 - . des modifications envisagées pour le local et les parois
 - . de la réorganisation du travail envisagée
 - estimez les durées d'exposition anticipées
 - estimez les niveaux partiels d'exposition N_{EPi} anticipés
 - calculez le niveau d'exposition personnelle N_{EP} (voir section 3 de la méthode d'Analyse)

Exemple: groupe de salariés T1 et T2:

Phase de travail	Durée d'exposition par jour	N_{Aeq} attendu dB(A)	Impact >140 dB	N_{EPi} dB(A)	Commentaires
meulage, poste A, automatisation partielle	30'	98	non	86	
autre travail, poste A	5h	86	non	84	
forage, poste B	1h	90	non	81	
repos	1,30h	70	non	63	
Total	8h		non	89	

3.2.11 Risque résiduel

- Reprenez la démarche de la section 4 de la méthode d'**Analyse** «risque actuel»
 - type de dommage résiduel
 - prédiction du risque de surdité



3.2.12 Nécessité d'un niveau 4, Expertise, plus approfondi

- Sur base du risque résiduel évalué ci-dessus
 - quelle en est l'**urgence**?
 - **objectifs**: sur quoi doit-elle porter?
 - . quelles sources?
 - . pour quel niveau de risque?



3.2.13 Bilan des mesures de prévention/amélioration envisagées

- Précisez **qui** fait **quoi** et **quand** par ordre de priorité, à partir des réponses aux questions:

Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?
Que faut-il étudier plus en détails ?

3.2.14 Mesures de protection à court terme (Fiche 15)

- **Protection individuelle**
 - quelle protection?
 - portée par qui?
 - à quels moments
 - et pendant combien de temps?



Enmo/Bruël & Kjaer



Enmo/Bruël & Kjaer

3.2.15. Surveillance de la santé (Fiche 19)

- **Examens audiométriques légaux**
 - embauche
 - après 1 an
 - tous les 3 ans si $85 < N_{EP} < 90$ dB(A) et pas de bruit d'impact > 140 dB
 - tous les ans si $N_{EP} > 90$ dB(A) ou impact > 140 dB
- **Programmation** dans le temps des examens audiométriques dans le cadre d'un programme de conservation de l'audition

3.3 RAPPORT DE L'ETUDE D'ANALYSE

3.3.1 Synthèse des résultats de l'analyse

Le rapport doit faire la synthèse de toutes les informations progressivement récoltées et des solutions ou améliorations mises en œuvre ou projetées.

Il comprendra:

- Un résumé des antécédents à l'**Analyse**
 - la façon dont le problème est apparu et a été posé au départ
 - les grandes lignes de l'étude de **Dépistage** avec les opérateurs et l'encadrement
 - la révision des résultats de l'**Observation**: aspects **Observés** et solutions proposées
- Les résultats de l'**Analyse** et les solutions proposées, en se servant du modèle de rapport préparé à cet effet et qui suit les différents points de la **méthode d'Analyse**
- Une justification globale de ces solutions, en montrant que:

- elles sont réellement susceptibles de résoudre les problèmes décrits précédemment
- elles ne vont pas engendrer d'autres problèmes pour les opérateurs
- elles sont compatibles avec les exigences de productivité et de rentabilité de l'entreprise.
- Une synthèse des solutions et améliorations techniques ou organisationnelles avec des propositions de **qui fait quoi, quand, comment** et avec quel **suivi** dans le temps.
- Les mesures à prendre le cas échéant pour l'information et la formation adéquate des opérateurs en ce qui concerne: les procédures de travail optimales et celles à éviter et les risques de santé et de sécurité
- Le cas échéant, les aspects pour lesquels une **Expertise** est à réaliser.
- Une synthèse de ce rapport final en 1 page reprenant les solutions techniques principales.

Une description plus détaillée de la façon de rédiger ce rapport et de le présenter à la Direction et aux opérateurs se trouve dans l'introduction générale de la méthode **SOBANE**.

3.3.2 Le rapport

Canevas de collecte des informations:

- à adapter à la situation rencontrée
- utilisé pour la rédaction du rapport

Entreprise:

Situation de travail:

Coordinateur:

Personnes ayant participé à l'étude:

Dates:

A. NIVEAU SONORE MAXIMAL SOUHAITE

B. EXPOSITION DES SALARIES: ETAT ACTUEL

Période représentative	
Moments de mesurage	
phases de travail	
dates et heures	
représentativité	
Technique de mesurage	
appareil	
étalonnage	
Localisation des mesurages	



C. MESURAGES DU N_{Aeq} A CHAQUE EMPLACEMENT DE TRAVAIL

Phase de travail	Durée d'exposition par jour	N_{Aeq} dB(A)	Impact >140 dB	$N_{EP,i}$ dB(A)	Commentaires
Total				$N_{EP} =$	

D. RISQUE ACTUEL

E. HIERARCHISATION DES PHASES DE TRAVAIL

Priorité	Source de bruit	$N_{EP,i}$	Sources principales
1			
2			
3			
4			
...			

F. ETUDE APPROFONDIE DU LOCAL ET DES SOURCES DE BRUIT

Modifications des techniques de travail	
Caractéristiques des sources de bruit	
Réduction du bruit à la source	
Propagation directe du bruit, écrans	

G. TRAITEMENT ACOUSTIQUE DU LOCAL

- T_{60} mesuré
- Calcul de l'absorption

Surfaces partielles	Surfaces S_i	Coefficient d'absorption a_i	Aire équivalente d'absorption $S_i a_i$
Total			

- T_{60} anticipé

H. ISOLEMENTS ACOUSTIQUES

- **Locaux voisins**
- **Extérieur**

I. REORGANISATION DU TRAVAIL

Emplacements de travail	
Séquences de travail	
Durées de travail	

J. ETAT FUTUR ANTICIPE

Exposition des salariés: état futur anticipé

Phase de travail	Durée d'exposition par jour	N _{Aeq} dB(A)	Impact > 140 dB	N _{EP,I} dB(A)	Commentaires
total				N _{EP=}	

K. RISQUE RESIDUEL

L. NECESSITE D'UN NIVEAU 4, EXPERTISE, PLUS APPROFONDI

- **Urgence**
- **Objectifs**

M. BILAN DES MESURES DE PREVENTION/AMELIORATION ENVISAGEES

Qui	Quoi	Quand

N. MESURES A COURT TERME: PROTECTION INDIVIDUELLE

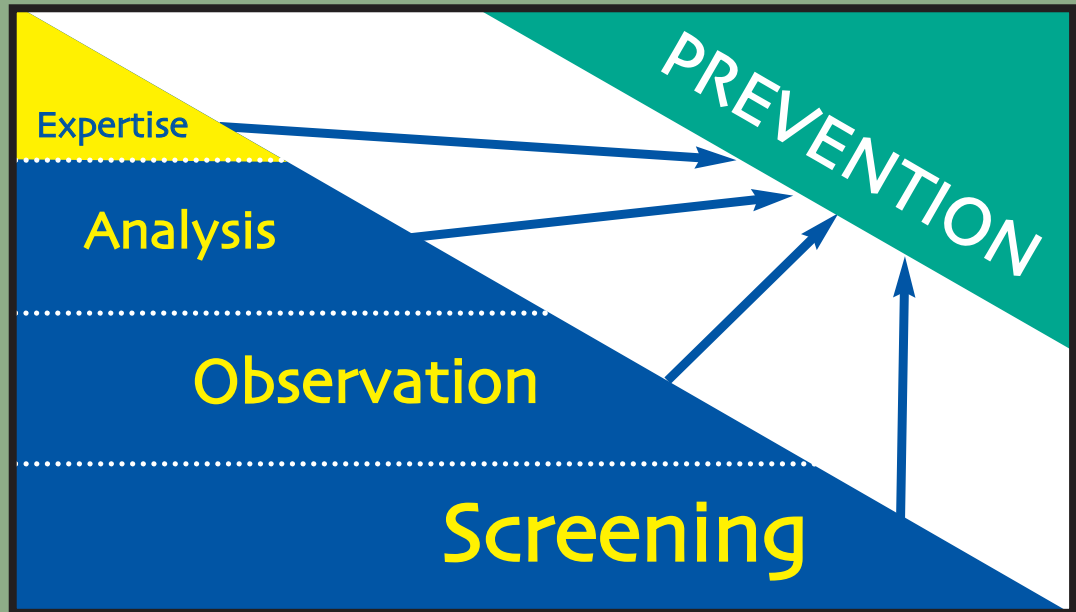
- **Laquelle?**
- **Par qui?**
- **Quand?**

O. SURVEILLANCE DE LA SANTE

- **Examens audiométriques légaux**
- **Programme de conservation de l'audition**



4. NIVEAU 4: EXPERTISE



Le présent document n'a pas pour but de décrire comment l'expertise doit être conduite, mais

- **ce en quoi elle doit consister**
- **ce que l'on doit en exiger.**

4.1 OBJECTIFS

- Par des mesurages spéciaux, mieux caractériser certaines sources de bruit et/ou certains phénomènes acoustiques dans les espaces de travail.

4.2 QUI?

Les personnes de l'entreprise et le **Conseiller en prévention** avec l'aide supplémentaire d'un **Expert** possédant:

- les moyens de mesure et d'interprétation nécessaires
- la compétence technique pour la recherche de solutions particulières.

4.3 COMMENT?

- Suite à l'Analyse et à la demande des personnes de l'entreprise et du **Conseiller en prévention**, l'**Expert** sera amené, suivant le cas, à:
 - Mesurer le temps de réverbération et recommander le type de matériaux absorbants à ajouter, la quantité à ajouter, l'endroit où les placer
 - Mesurer l'isolement acoustique entre 2 locaux et recommandez les mesures d'amélioration
 - Etudier un mécanisme d'émission de bruit sur une machine pour l'éliminer ou le réduire
 - Etudier la propagation des vibrations et recommander les matériaux à utiliser pour bloquer cette transmission et éliminer le bruit qui en résulte
 - ...

4.4 RAPPORT

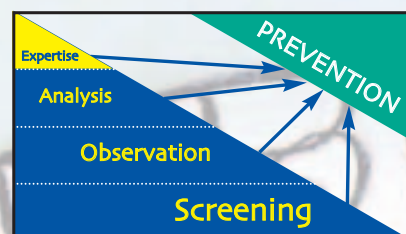
Aucun document de travail n'est présenté ici. L'**expert** appropriera les informations au cas rencontré.

Le rapport d'**Expertise** doit cependant comprendre:

- la justification des techniques utilisées
- l'évaluation du risque actuel
- les mesures de prévention/amélioration préconisées
- qui fait quoi et quand?
- le risque résiduel après prévention/amélioration
- la surveillance de la santé à pratiquer éventuellement.

La synthèse doit être établie à nouveau

- par les **personnes de l'entreprise**
- avec l'assistance des **conseillers en prévention** et des **experts**.



FICHES D'AIDE

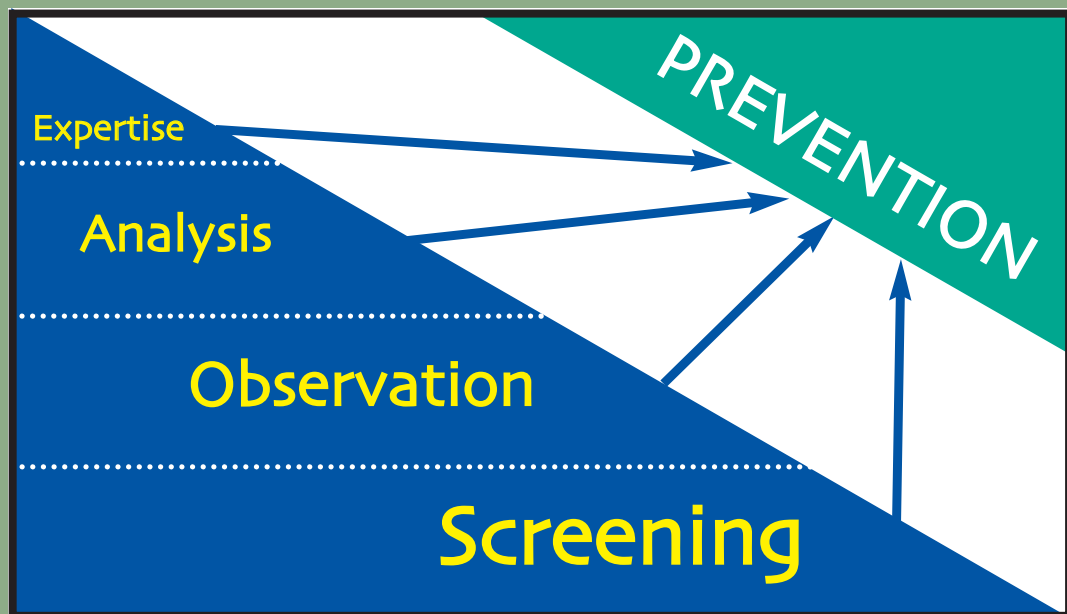


TABLE DES MATIÈRES DES FICHES D'AIDE

OBSERVATION

Fiche 1	Le bruit	43
Fiche 2	Réglementation	45
Fiche 3	Matériaux acoustiques	46
Fiche 4	Propagation du bruit.....	47
Fiche 5	Lutte contre le bruit a la source	48
Fiche 6	Équipements de Protection Individuelle (EPI)	50

ANALYSE

Fiche 7	Ordres de grandeur de niveaux sonores	51
Fiche 8	Réglementation	54
Fiche 9	Propagation sonore en champ libre et écrans.....	59
Fiche 10	Propagation sonore en champ diffus (matériaux absorbants).....	60
Fiche 11	Temps de réverbération T_{60} Amélioration de l'acoustique interne d'un local	62
Fiche 12	Isolement acoustique (matériaux isolants).....	64
Fiche 13	Réduction de la transmission des vibrations (matériaux résilients) .	66
Fiche 14	Bruits d'impact	68
Fiche 15	Critères de choix de protection individuelle (EPI)	69
Fiche 16	Appareils de mesurage	71
Fiche 17	Stratégie de mesurage.....	73
Fiche 18	Évaluation du risque de surdité	75
Fiche 19	Surveillance de la santé	77
Fiche 20	Critères de confort acoustique	82

FICHE 1

LE BRUIT

Définition

Le bruit est une oscillation de l'air qui, frappant le tympan, est interprété par l'oreille et le cerveau.

Inconfort

On parle en général de bruit pour les sons (musiques, paroles, ...) non nécessaires et qui déplaisent. Le bruit des autres est beaucoup plus gênant que notre propre bruit. Aussi, réduire le bruit des autres en empêchant le bruit de se propager d'un poste de travail à l'autre, diminue très fort l'inconfort.

Surdité

Par contre, tous les bruits, sons, musiques, quel que soit leur caractère agréable ou non, sont susceptibles de rendre sourds de la même façon, à partir d'un certain niveau.

On ne peut donc pas se contenter de réduire le bruit des autres, mais il faut lutter contre le bruit à la source pour faire en sorte que la personne qui travaille avec la machine bruyante soit protégée.

Fréquences et tonalités

Les bruits peuvent être:

- **graves:** bruits d'un moteur diesel, d'un camion, d'un compresseur. Ce sont des bruits dit de «**basses fréquences**» difficile à éliminer dans un local et à empêcher de passer d'un local à un autre.
- **moyens:** typiquement les bruits de la voix masculine ou féminine. Les bruits de ce type vont donc particulièrement nuire à la conversation.
- **aigus:** bruit d'une scie circulaire. Ces bruits sont particulièrement dangereux et peuvent entraîner rapidement une surdité.
- **très aigus:** bruit strident tel que celui d'un sifflet, bruit de plus **hautes fréquences**.

En dehors de cette gamme audible, on parle

- d'**infrasons** pour les très basses fréquences
- d'**ultrasons** pour les très hautes fréquences

L'oreille humaine n'est pas capable de les entendre.

Unités

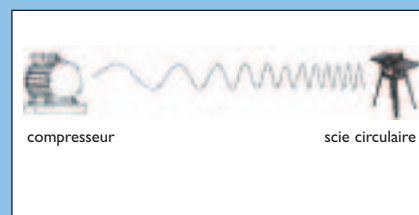
Le bruit se mesure en décibels (dB).

Cependant l'oreille n'entend pas les bruits de toutes les fréquences de la même façon et a tendance à atténuer les bruits graves. Pour tenir compte de ce phénomène, les appareils disposent d'un circuit électronique permettant également d'atténuer ces bruits de basses fréquences.

Lorsque l'on mesure le bruit, non plus comme il existe, mais comme il est entendu, on parle en dB(A).



Enmo/Bruël & Kjaer



Vitesse, écho, réverbération

- le bruit se déplace à la vitesse de 340 mètres par seconde.
- quand il se réfléchit sur un obstacle (un mur, un rideau d'arbres ...), on parle d'un «**écho**»: on entend le bruit atténué mais tel qu'il était.
- quand il se réfléchit sur tous les murs, le sol, le plafond d'un local, on parle de «réverbération»: on ne peut plus reconnaître le bruit initial ; on a simplement un bruit qui continue et disparaît progressivement.

Ordres de grandeur

Le tableau suivant donne les ordres de grandeur de quelques bruits typiques

Conversation	Sensation auditive	Niveau sonore dB(A)	Exemples
Voix chuchotée	Très calme	<30	Appartement dans quartier tranquille
Voix normale	Assez calme	50	Restaurant tranquille Rue très tranquille
Voix élevée	Bruyant mais supportable	70	Restaurant bruyant Circulation importante
Voix très forte	Pénible	85	Radio très puissante Circulation intense
Voix criée	Peu supportable	90	Atelier de forgeage Trafic très intense
Voix extrême	Insupportable	100	Scie circulaire Marteau-piqueur
Impossible	Seuil de douleur	120	Banc d'essais de moteurs Bruit d'avion au décollage

Addition des décibels

L'échelle des décibels est difficile à utiliser (elle est logarithmique !), de sorte que si deux bruits identiques, par exemple de 60 dB(A) surviennent en même temps, le total ne fait pas 120 dB(A), mais seulement 63 dB(A).

Si un troisième, de nouveau de 60 dB(A), se produit en même temps, le total devient 65 dB(A) et l'existence du troisième est plus difficilement perçue.

Ceci a comme conséquence que

- un bruit peut totalement en masquer un autre s'il est de même tonalité (même fréquence) et plus élevé que l'autre d'environ 10 dB(A)
- dans l'industrie et en général, quand on atténue un bruit, d'autres qui étaient masqués peuvent apparaître.

L'addition mathématique de niveaux sonores est de la compétence des conseillers en prévention

Bruits continus, fluctuants, intermittents

- certains bruits sont continus: bruit d'un aérotherme ou d'un conditionnement d'air
- d'autres sont intermittents: bruit d'une foreuse, d'une scie
- d'autres enfin fluctuent dans le temps: exemple le bruit d'une voiture.

Cette distinction n'a d'importance que quand il faut le mesurer. En pratique, elle n'est guère utile.

Bruits d'impact

Les bruits d'impact sont dus

- soit à des chocs intenses sur des surfaces qui résonnent: coup de marteau sur une tôle, choc d'une pièce qui tombe par terre
- soit à une explosion: coup de feu ...

Ces bruits très intenses peuvent abîmer directement le tympan et l'oreille et entraîner une surdité irréversible immédiate. Ils posent donc un problème direct à court terme, alors que le bruit ordinaire pose seulement un risque de surdité à long terme.



Mathias Meisser

FICHE 2

RÉGLEMENTATION

1. Cette fiche reprend la législation belge en vigueur au 1-1-2004

Cette législation impose à l'entreprise de prendre des actions

- lorsque le niveau instantané maximal d'un bruit d'impact dépasse **140 dB**
- lorsque le niveau moyen sur la journée des bruits ordinaires, continus, fluctuants et intermittents dépasse **85 dB(A) et 90 dB(A)**. Il ne s'agit donc pas du niveau à un moment donné, mais bien du niveau moyen sur la journée, c'est à dire celui qui jour après jour, année après année risque d'entraîner une surdité.

L'évaluation de ces niveaux moyens est très difficile et il est plus simple et plus efficace de rechercher les solutions à chaque bruit individuellement. Exemple: bruit de la meule, bruit dû aux vibrations de la tôle, bruit du pistolet à air comprimé ...

Les mesures à prendre par l'employeur sont les suivantes:

- Si le niveau moyen est supérieur à **85 dB(A)**
 - formation et information du personnel exposé
 - mise à disposition de équipements de protection individuelle (EPI) bien choisis
 - examen audiométrique de contrôle tous les 3 ans.
- Si le niveau moyen est supérieur à **90 dB(A)** ou les bruits d'impact supérieurs à **140 dB**
 - justification de cet état de fait par l'entreprise
 - établissement d'un programme d'actions ou d'organisation du travail
 - délimitation des zones dangereuses et restriction d'accès
 - obligation pour le personnel de porter les EPI
 - examen audiométrique de contrôle tous les ans.

Le personnel doit recevoir une formation concernant

- les dommages éventuels (santé, audition, sécurité)
- l'utilisation des machines bruyantes et le travail dans le bruit
- les objectifs de la surveillance de la santé
- les équipements de protection collective et individuelle.

Le personnel doit collaborer aux

- mesures de prévention/amélioration
- mesurages du niveau d'exposition personnel
- choix des EPI.

2. Directive européenne 2003/10/CE du 6 février 2003

Cette directive doit être mise en vigueur dans chaque état membre avant le 15 février 2006

- **valeurs d'action inférieures:** niveau moyen de **80 dB(A)** et bruits d'impact de **135 dB(C)** compte **NON** tenu de l'atténuation de l'EPI
- **valeurs d'action supérieures:** niveau moyen de **85 dB(A)** et bruits d'impact de **137 dB(C)** compte **NON** tenu de l'atténuation de l'EPI
- **valeurs limites d'exposition:** niveau moyen de **87 dB(A)** et bruits d'impact de **140 dB(C)** **COMPTE TENU** de l'atténuation de l'EPI

Les exigences de la directive restent par ailleurs semblables à la réglementation actuelle.



FICHE 3

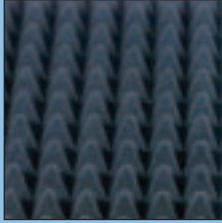
MATÉRIAUX ACOUSTIQUES

Il est important de bien faire la distinction entre les **3 types** de matériaux acoustiques.

1. Matériaux absorbants

laines minérales, mousses, bois expansé, matériaux poreux

- Ils servent à réduire la réverbération du bruit à l'intérieur du local
- Le matériau doit être poreux pour absorber le bruit:
 - le béton n'absorbe rien (coefficient d'absorption = 0)
 - les matériaux poreux absorbent plus les bruits aigus (hautes fréquences).

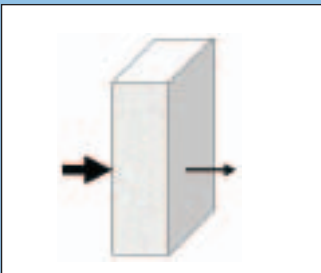


Vitalo acoustics

2. Matériaux isolants:

béton, briques, plâtre, matériaux lourds

- Ils empêchent le bruit de passer d'un local à l'autre
- Le matériau doit être lourd pour ne pas vibrer:
 - la mousse est très légère et n'isole pas du tout
 - les matériaux lourds bloquent mieux les bruits aigus (on entend les basses fréquences de la musique du voisin).



3. Matériaux résilients

feutre, liège, caoutchouc, ressorts, ...

- Ils empêchent les vibrations mécaniques: la main sur la cloche ou sur la tôle qui vibre arrête les vibrations et le bruit émis
- Le matériau doit être caoutchouteux et ne pas être écrasé
- Le béton n'arrête rien et un choc sur un mur est entendu partout
- Une mousse est écrasée et n'arrête rien
- Les matériaux caoutchouteux (les silent blocs) bloquent de nouveau mieux les vibrations rapides que lentes.



Enmo/Bruël & Kjaer

Très fréquemment, les 3 matériaux doivent être utilisés **ensemble**

- Un silent block en dessous de la machine pour que les vibrations ne se transmettent pas au sol et au bâtiment
- Un capot en matériau lourd pour arrêter le bruit au niveau de la machine
- Un matériau absorbant à l'intérieur du capot pour absorber et éliminer le bruit qui s'y accumule.

FICHE 4

PROPAGATION DU BRUIT

Le bruit se propage dans un local de trois façons différentes et les moyens de lutte ne sont pas les mêmes.

1. Voie directe

Le bruit se propage en direct de la source à l'oreille du salarié. Son niveau sera surtout fonction de la distance.

Pour diminuer ce bruit direct, on peut

- éloigner le salarié
- interposer un écran: c'est ce qui est fait au bord des autoroutes par exemple.

2. Voie réverbérée

Le bruit se réfléchit sur toutes les parois, plafonds, sols, machines et arrive de façon indirecte à l'oreille du salarié.

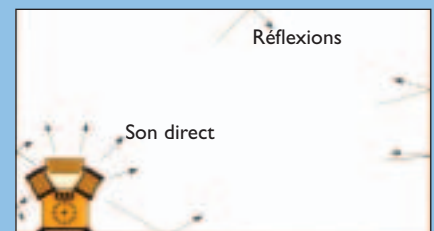
La solution consiste ici à diminuer ces réflexions en rendant les parois plus absorbantes. Un faux plafond absorbant est souvent utile.

3. Par transmission

Les vibrations de la machine passent vers le sol et se transmettent vers une tôle ou un panneau qui entre en vibration et émet du bruit.

Cette transmission des vibrations au sol est bloquée par des matériaux résilients (fiche 3) tels que des ressorts, du caoutchouc ou du liège.

Le niveau sonore entendu par l'opérateur est la somme des trois composantes et il lui est difficile de repérer d'où vient le bruit.



Enmo/Bruël & Kjaer

FICHE 5

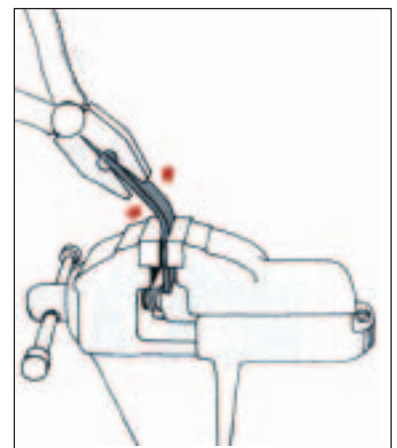
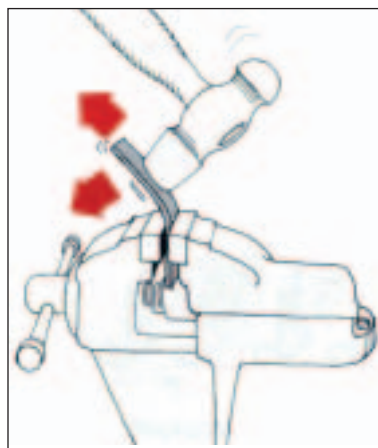
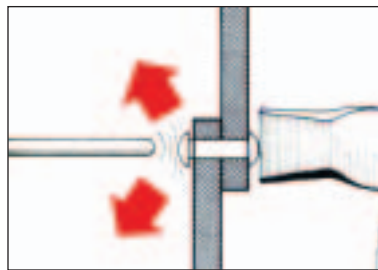
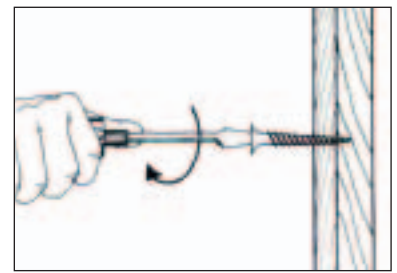
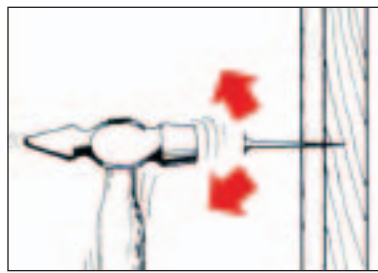
LUTTE CONTRE LE BRUIT A LA SOURCE

1. Réduction des vibrations

- Equilibrez les parties tournantes pour éliminer les balourds
- Remplacez les engrenages droits par des hélicoïdaux de façon à réduire les chocs entre dents et les vibrations et bruits associés
- Désolidarisez la machine par rapport à son environnement:
 - rigidifiez tous les éléments de la machine (capot, ...)
 - utilisez des raccords électriques, aérauliques ou hydrauliques souples
 - placez des "silent blocs" sous la machine pour empêcher la transmission des vibrations au sol.

2. Elimination ou réduction des chocs et impacts

- Réduisez les distances de chute d'objets métal sur métal
- Prévoyez la chute sur une surface oblique plutôt qu'horizontale
- Etablisiez le contact entre 2 objets avant de pousser l'un par l'autre
- Changez la façon de travailler



Enmo/Bruël & Kjaer

3. Echappements d'air d'un récipient sous pression

- Utilisez un plus grand orifice de sortie pour réduire la vitesse
- Placez un silencieux sur cet orifice
- Ne dirigez pas le jet d'air vers une paroi ou un objet.

4. Jets d'air

- Recherchez une autre technique pour effectuer le travail
- Revoyez les pressions et les débits
- Utilisez des pistolets spéciaux.

5. Bruit aéraulique

- Equilibrez les parties tournantes (voir point 1)
- Désolidarisez la machine de son environnement (voir point 1)
- Placez des matériaux absorbants (silencieux) dans le conduit, sur le pourtour et longitudinalement
- Eliminez toute arête vive et toute discontinuité dans la veine d'air.

6. Surfaces et récipients métalliques

A la figure 1 ci-dessous, les vibrations venant des roues sont transmises aux parois métalliques du chariot, qui émettent un bruit important. C'est le cas de toute surface légère (capot, paroi métallique...) à laquelle une vibration est transmise.

Pour éliminer le bruit,

- supprimez la source de vibration:
 - pour le matériel roulant, nivelez le sol et utilisez des roues de grand diamètre en caoutchouc
- supprimez la transmission des vibrations en désolidarisant les parois légères (comme à la figure 2)
- empêchez la paroi de résonner en la recouvrant d'un matériau résilient (caoutchouc, liège...)

7. Capotage

- Le capot d'une machine ne peut être efficace pour réduire le bruit que si:
 - il est constitué d'un matériau suffisamment lourd
 - il est recouvert à l'intérieur d'un matériau absorbant
 - les ouvertures sont réduites au minimum
 - il est désolidarisé de la machine et/ou constitué ou recouvert d'un matériau résilient (bois plutôt que tôle, tôle recouverte de caoutchouc, ...).

8. Entretien et maintenance des machines

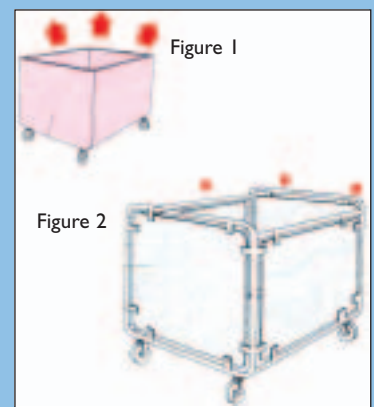
- Surveillez régulièrement l'état des machines (hebdomadaire, mensuelle, ...)
- Entretien régulièrement en fonction de l'utilisation (bimensuelle, annuelle, ...)
 - par une personne compétente
- Remplacez des pièces détériorées avant cassure.



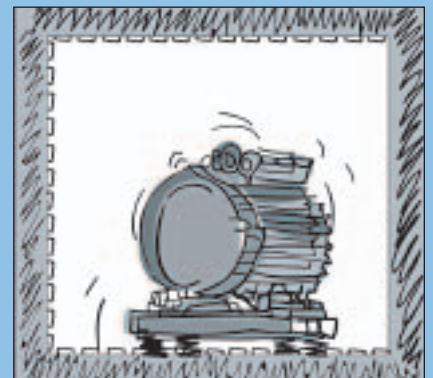
Silvent



Silvent

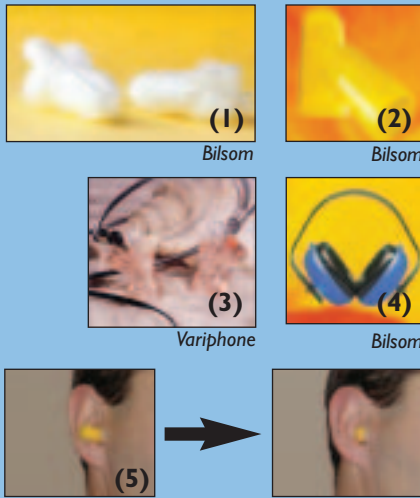


Enmo/Bruël & Kjaer



FICHE 6

ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE (EPI)



1. Types de EPI

- Bouchons:
 - Ouate **(1)**
 - Plastique semi-rigides
 - Mousses semi-poreuses **(2)**
 - Bouchons moulés individuellement. **(3)**
- Coquilles avec serre-tête. **(4)**

2. Choix

- Les atténuations théoriques ne se vérifient en général pas en pratique parce que les EPI sont mal placés et/ou qu'ils bougent avec le travail **(5)**
- Le EPI choisi doit être, non pas le plus efficace en théorie, mais
 - le mieux accepté et
 - celui porté le plus longtemps
- Le tableau donne le pourcentage du temps pendant lequel il faut porter les EPI pour éliminer tout risque de surdité en ramenant le niveau à 85 dB(A).

Niveau de bruit dB(A)	85	87.5	90	92.5	95	97.5	100
% du temps pendant lequel le EPI doit être porté	0	44%	68%	82%	90%	96%	97%

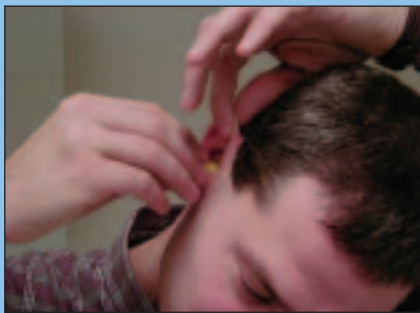
- L'atténuation théorique du EPI a peu d'importance pour autant qu'il atténue d'au moins 10 à 15 dB en pratique (d'où facilité d'emploi).

3. Critères de choix par ordre de priorité

- **Pas dangereux** en lui-même et portant le label CE
- **Compatible** avec d'autre EPI (casque, masque ...)
- **Facile à utiliser:**
 - facile à placer, pas encombrant
 - bouchons reliés par un cordon et non par un arceau rigide car bruit dû au frottement de l'arceau sur le vêtement
 - serre-tête permettant de porter les coquilles autour du cou lorsqu'elles ne sont pas utilisées, sans gêner les mouvements de la tête
 - coussin poreux des coquilles pour laisser passer la transpiration.
- Esthétique: couleurs, formes
- Lutte contre la surprotection, car
 - inconfort physique
 - interférence avec les communications
 - interférence avec le travail.

4. Recommandations pour l'utilisation

Problèmes invoqués	Causes
Gênants, énervants, irritants	Mal adaptés
Maux de tête	Pression trop forte
Transpiration dans l'oreille	Coussins non absorbants
Air ridicule	Esthétique douteuse
"Le bruit fait partie du métier"	Formation professionnelle erronée
"On s'habitue"	Formation insuffisante: habitude = surdité
Interférence avec la communication	EPI trop performant



FICHE 7

ORDRES DE GRANDEUR DE NIVEAUX SONORES

1. Unités

- Le bruit est caractérisé par:
 - sa fréquence (Hz): gamme audible 20 à 20.000 Hz,
 - sons graves: basses fréquences (<400 Hz)
 - sons aigus: hautes fréquences (>1600 Hz).
 - son amplitude en décibels (dB)
 - sa vitesse de propagation: 340 m/s dans l'air
- En terme d'exposition professionnelle, l'unité des niveaux sonores est toujours le dB(A) qui caractérise le bruit tel qu'il est entendu, en tenant compte de la sensibilité de l'oreille humaine.

2. Ordres de grandeur

- La figure ci-après caractérise quelques bruits courants en termes de fréquences et d'amplitudes.
- La table ci-après donne les ordres de grandeur de bruits typiques..

3. Addition des décibels



- Lorsque deux bruits N_1 et N_2 indépendant existent en même temps, le niveau total N_T est égal au niveau le plus élevé, augmenté d'un incrément fonction de la différence entre les deux niveaux

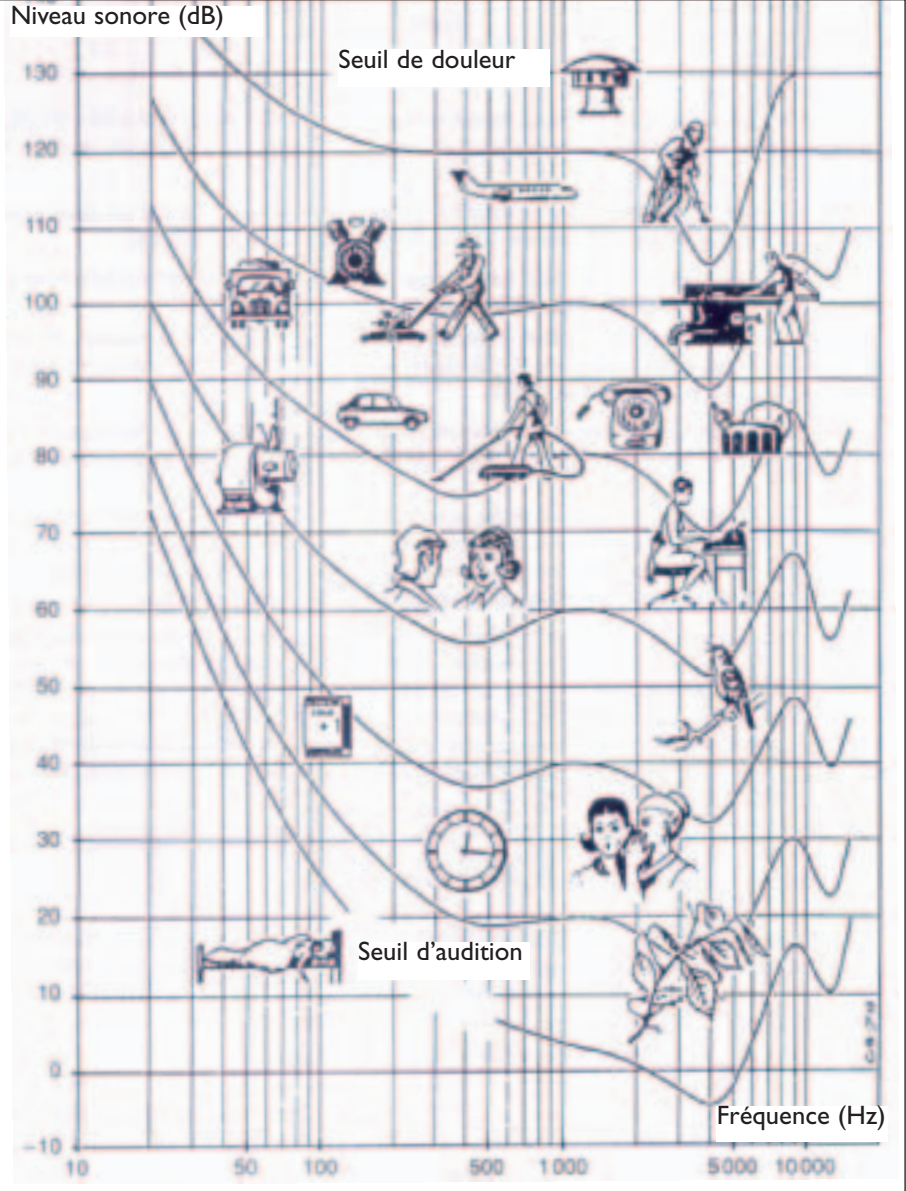
Différence dB(A)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
Ajout dB(A)	3	2,5	2,1	1,8	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2

Exemple:

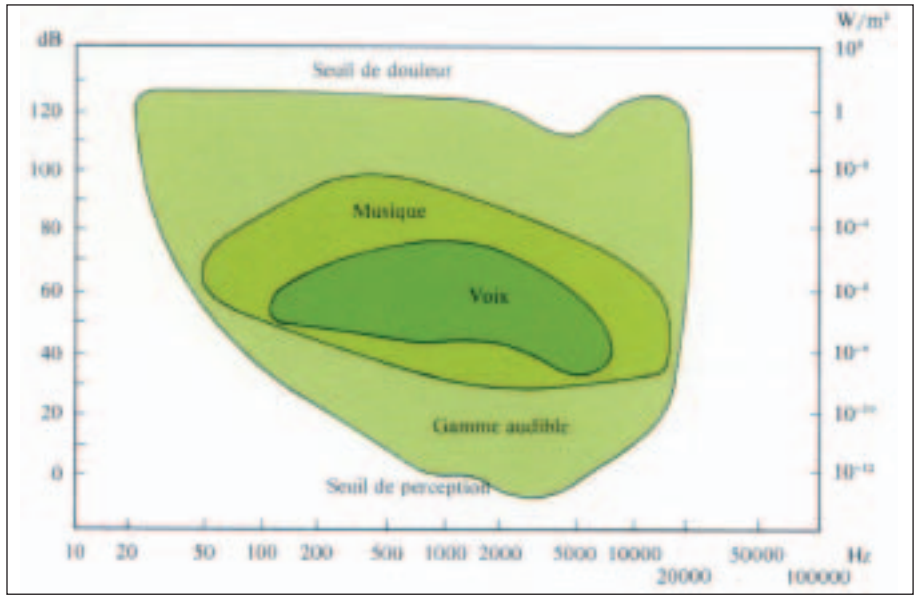
$$N_1 = 90 \text{ dB(A)} \quad N_2 = 90 \text{ dB(A)} \quad N_T = 93 \text{ dB(A)}$$

$$N_1 = 90 \text{ dB(A)} \quad N_2 = 93 \text{ dB(A)} \quad N_T = 94,8 \text{ dB(A)}$$

- Le niveau total peut également être évalué en utilisant le programme ADDB.EXE qui peut être téléchargé gratuitement sur le site SOBANE: <http://www.sobane.be/fr/prog.html>



Enmo/Bruël & Kjaer



Bilsom

Ordres de grandeur de bruits typiques

Conversation	Sensation auditive	Niveau sonore dB(A)	Exemples
Voix chuchotée	Seuil d'audibilité	0	Laboratoire d'acoustique
	Très calme	10	Studio d'enregistrement; cabine de prise de son
		15	Feuilles légères agitées par vent doux dans jardin silencieux
	Calme	20	Studio de radio; jardin tranquille
		40	Bureau tranquille dans quartier calme; appartement normal
Voix normale	Courant	50	Restaurant tranquille; rue très tranquille
		60	Conversation normale; musique de chambre; rue résidentielle
		65	Appartement bruyant
Voix élevée	Bruyant mais supportable	70	Restaurant bruyant; circulation importante
		75	Atelier dactylo; usine moyenne
Voix très forte	Pénible	85	Radio très puissante; atelier de tournage et d'ajustage; circulation intense
Voix criée	Peu supportable	90	Atelier de forgeage; trafic très intense
Voix extrême	Insupportable	100	Scie circulaire ou à ruban; presse à découper de moyenne puissance; marteau-piqueur à moins de 5 m
		110	Atelier de chaudronnerie; rivetage à 10 m
Impossible	Seuil de douleur	120	Banc d'essais de moteurs; bruit d'avion au décollage
		130	Marteau-pilon
		140	Turboréacteur au banc d'essais

FICHE 8

RÉGLEMENTATION

Réglementation belge en vigueur au 1.1.2004

La présente fiche résume très fortement la réglementation qui doit être consultée in extenso.

1. Objectif

- L'employeur prend toutes les mesures pour assurer la protection des salariés contre les dommages liés au bruit (santé, audition, sécurité)
- L'exposition au bruit doit être réduite au niveau le plus bas possible compte tenu des progrès techniques.

2. Evaluation

Les niveaux d'exposition personnelle (N_{EP}) sont évalués et, si nécessaire, mesurés:

- par des personnes compétentes
- avec des méthodes et appareils adaptés
- sous la responsabilité de l'employeur
- en collaboration avec les salariés.

3. Niveaux limites

- **Si $N_{EP} > 85 \text{ dB(A)}$:**
 - formation et information des salariés
 - équipements de protection individuelle (EPI) mis à disposition
- **Si $N_{EP} > 90 \text{ dB(A)}$ et/ou niveau de bruit d'impact $> 140 \text{ dB}$:**
 - justification par l'employeur
 - programme d'action et/ou d'organisation du travail
 - délimitation des zones dangereuses et restriction éventuelle d'accès
 - port obligatoire des équipements de protection individuelle par les salariés.

4. Formation, information, collaboration des salariés

- L'employeur doit procurer aux salariés une formation et une information concernant:
 - les dommages éventuels (santé, audition, sécurité)
 - l'utilisation des machines bruyantes et le travail dans le bruit
 - les objectifs de la surveillance de la santé
 - les équipements de protection collective et individuelle.
- Les salariés doivent collaborer:
 - aux mesures de prévention/amélioration
 - aux mesurages du niveau d'exposition personnelle
 - au choix des EPI.

5. Surveillance de la santé

- **Si $N_{EP} > 85 \text{ dB(A)}$ et/ou impact $> 140 \text{ dB}$:** évaluation de santé avec audiométrie:
 - à l'embauche
 - après 12 mois d'exposition
 - tous les trois ans si N_{EP} compris entre 85 et 90 dB(A).
- Evaluation de santé avec audiométrie tous les ans **si $N_{EP} > 90 \text{ dB(A)}$ et/ou impact $> 140 \text{ dB}$.**

6. Equipements de protection individuelle

- Le choix est fait par le médecin du travail, le conseiller en prévention de sécurité et les salariés



Eliminer le danger



Isoler la source de danger



Protéger le travailleur



- Les EPI sont adaptés à chaque salarié et capables de ramener le NEP à moins de 90 dB(A)
- Les EPI ne peuvent présenter par eux-mêmes de dangers d'accidents du travail.

Directive européenne 2003/10/CE du 6 février 2003

1. Unités

- P_{peak} P_a pondération C
 - . valeur de crête quantifiant les bruits d'impacts
- $N_{\text{EX},8\text{h}}$ dB(A)
 - . valeur moyenne pondérée dans le temps sur une période représentative et ramenée à 8 h/jour
- $N_{\text{EX},40\text{h}}$ dB(A)
 - . valeur moyenne pondérée dans le temps sur une période représentative et ramenée à 5 jours/semaine, 8 h/jour
- C.-à-d. N_{EP} niveau d'exposition personnel y compris les bruits d'impact: niveau continu qui pour une exposition standard de 8 h par jour, 5 jours par semaine, toute l'année, donnerait le même apport d'énergie acoustique que l'exposition réelle au bruit.



2. Limites

- VA_i : valeurs d'action inférieures $N_{\text{EP}} = 80$ dB(A) $P_{\text{peak}} = 112$ Pa = 135 dB(C)
 - compte NON tenu de l'atténuation de l'EPI
- VA_s : valeurs d'action supérieures $N_{\text{EP}} = 85$ dB(A) $P_{\text{peak}} = 140$ Pa = 137 dB(C)
 - compte NON tenu de l'atténuation de l'EPI
- VLE: valeurs limites d'exposition $N_{\text{EP}} = 87$ dB(A) $P_{\text{peak}} = 200$ Pa = 140 dB(C)
 - **COMPTE TENU** de l'atténuation de l'EPI

3. Exposition

- L'employeur détermine si du bruit se produit ou peut se produire pendant le travail
- Si oui
 - il évalue l'exposition et si nécessaire la mesure
 - évaluation ou mesurage planifiés et exécutés
 - . dans le cadre du système dynamique de gestion des risques
 - . par une personne compétente
 - * l'employeur lui-même s'il en a les compétences
 - * un CP compétent d'un SEPP ou laboratoire agréé
 - à intervalle approprié

4. Evaluation ou mesurage:

- par des méthodes et appareillages adaptés aux conditions
 - caractéristiques particulières du bruit à mesurer
 - durée de l'exposition
 - facteurs ambiants
 - caractéristiques des appareils de mesure
- mesurage par échantillonnage représentatif de l'exposition personnelle
- corrections en fonction des erreurs de métrologie

5. Evaluation des risques: attention particulière

- aux niveaux, durées, types d'exposition
 - en particulier aux bruits d'impact
- aux VLE et VA
- aux infos fournies par le fabricant (directive machines)

- à l'existence d'équipements de remplacement conçus pour réduire les émissions de bruit
- à toute incidence sur la santé et la sécurité de travailleurs particulièrement sensibles
- aux interactions éventuelles entre le bruit, les vibrations et les substances ototoxiques
- à tout effet indirect sur la sécurité résultant d'interactions avec d'autres sons tels que signaux d'alarme
- à la mise à disposition d'EPI appropriés

6. Evaluation des risques

- les données de l'évaluation et/ou des mesurages des risques sont conservées sous une forme appropriée
- avec les mesures pour éliminer ou réduire les risques au minimum, compte tenu du progrès technique et de la disponibilité de mesures de maîtrise du risque à la source
- Mise à jour si changements importants ou si la surveillance de la santé en démontrent la nécessité

7. Programme d'action

- Les risques sont supprimés à la source ou réduits au minimum.
 - selon les principes généraux de prévention de la loi sur le bien-être
- En tenant compte
 - du progrès technique
 - de la disponibilité de mesures de maîtrise du risque à la source
 - des groupes à risques particulièrement sensibles
- si exposition $> VA_s$ (85 dB(A), 137 dB(C)), l'employeur établit et met en œuvre
 - un programme de mesures techniques
 - et/ou organisationnelles
 - . avec, pour les postes de travail concernés,
 - * une signalisation
 - * une délimitation et une restriction d'accès si faisable et justifié
 - pour réduire au minimum l'exposition au bruit et les risques
 - en prenant en considération, notamment:
 - . d'autres méthodes de travail donnant exposition moindre
 - . les programmes de maintenance des équipements, du lieu de travail et des systèmes de travail
 - . la conception et aménagement des lieux et postes de travail
 - . la disponibilité d'équipements appropriés et générant moins de bruit
 - . les possibilités de réduction
 - * du bruit aérien (écrans, capots, matériaux absorbants)
 - * du bruit de structure (isolation, damping)
 - . la formation et information des travailleurs pour
 - * une utilisation correcte des équipements de travail
 - * une réduction du bruit
 - . l'organisation du temps de travail
 - . la limitation de la durée et de l'intensité de l'exposition
 - . l'organisation des horaires de travail
 - * avec suffisamment de périodes de repos
 - * si zones de repos acoustique: niveau compatible

8. Limites d'exposition

- En aucun cas la VL_E (87 dB(A), 140 dB(C)) ne peut être dépassée
- Si le niveau d'exposition personnelle dépasse cette limite, l'employeur doit immédiatement:
 - identifier les raisons

- prendre des actions immédiates de réduction à < VLE
- adapter les mesures de protection-prévention pour éviter toute récurrence

9. Protection Individuelle

- Si le bruit ne peut être réduit par d'autres moyens
 - si exposition > VA₁ (80 dB(A), 135 dB(C)): EPI individuels disponibles
 - si exposition > VA₅ (85 dB(A), 137 dB(C)): EPI doivent être utilisés
 - EPI choisis pour éliminer le risque ou le réduire au minimum
 - * appropriés
 - * correctement adaptés
 - l'employeur «s'efforce» de faire respecter l'obligation du port
 - il vérifie l'efficacité des mesures de protection individuelle prises

10. Information – formation des travailleurs/CPPT

- Si exposition > VA₁ (80 dB(A), 135 dB(C)), information et formation sur
 - les résultats des évaluations et mesurages
 - les mesures prises pour éliminer ou réduire au minimum
 - les pratiques professionnelles sûres, pour réduire le bruit
 - les VLE et VA
 - la nature du type de risque
 - l'utilité et la façon de dépister et de signaler des symptômes d'altération de l'ouïe
 - les conditions dans lesquelles la surveillance de la santé est obligatoire et les objectifs de cette surveillance
 - l'utilisation correcte de protecteurs auditifs

11. Consultation et participation des travailleurs et leurs représentants

- Selon les dispositions générales des missions et fonctionnement des CPPT
 - l'évaluation des risques et la détermination des mesures à prendre
 - les mesures visant à supprimer ou à réduire les risques résultant de l'exposition au bruit
 - le choix de protecteurs auditifs individuels

12. Surveillance de la santé

- Les travailleurs exposés au bruit sont soumis à une surveillance appropriée de la santé
 - sauf si l'évaluation des risques ne révèle pas de risques pour leur santé
 - «Offert» si exposition > VA₁ (80 dB(A), 135 dB(C))
 - Obligatoire si exposition > VA₅ (85 dB(A), 137 dB(C))
- selon les dispositions générales de la surveillance de la santé des travailleurs
- Objectifs
 - diagnostic précoce de toute perte d'audition due au bruit
 - préservation de la fonction auditive
- Dossier de santé:
 - selon la réglementation générale
 - contient un résumé des résultats de la surveillance de la santé
 - sous une forme qui permet de les consulter ultérieurement dans le respect du secret médical.
 - les médecins-inspecteurs sociaux de la Direction générale Contrôle du bien-être au travail du Service public fédéral Emploi, Travail et Concertation sociale ont accès aux dossiers médicaux et en reçoivent une copie sur demande.
 - chaque travailleur a accès, à sa demande, à son dossier médical.
- Si altération identifiable de l'ouïe
 - le médecin du travail évalue si elle peut résulter de l'exposition au bruit sur le lieu de travail

- si oui,
 - . il informe le travailleur
 - . il examine l'état de santé des collègues avec une exposition semblable
- dans ces cas, l'employeur
 - . est informé dans le respect du secret médical
 - . revoit l'évaluation des risques
 - . revoit le programme de prévention
 - . tient compte de l'avis des CP pour toute mesure pour supprimer ou réduire les risques
 - . y compris l'éventuelle affectation du travailleur à un autre poste (reclassement)
 - . organise une surveillance de la santé systématique
 - . organise la surveillance des collègues avec exposition semblable

13. Mise en oeuvre

- mise en vigueur pour le 15 – 2 – 2006
- période transitoire pour les secteurs de la musique et des divertissements: 15 – 2 – 2008
- période transitoire pour la navigation maritime : 15 – 2 – 2011
- dérogation si les EPI posent des risques plus grands que le bruit

FICHE 9

PROPAGATION SONORE EN CHAMP LIBRE ET ÉCRANS

1. Champ libre

Propagation directe du bruit sans réflexion (réverbération) sur les parois: situation typique à l'extérieur ou dans un local rendu très absorbant.

2. Propagation du bruit en champ libre

- Réduction de 6 dB du niveau sonore quand la distance entre la source et le salarié est doublée.

Exemple:

Si	à 1 m de la source	90 dB(A)
	à 2 m de la source	84 dB(A), - 6 dB
	à 8 m de la source	72 dB(A), - 18dB

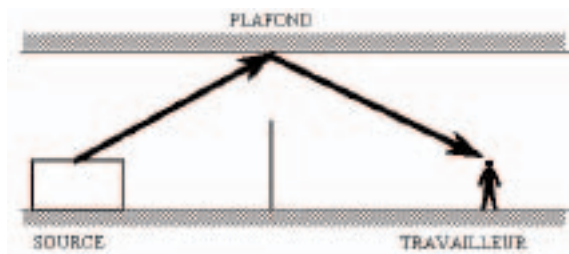
3. Placement d'un écran

- En champ libre, le placement d'un écran entre la source et le salarié entraîne une atténuation complémentaire.

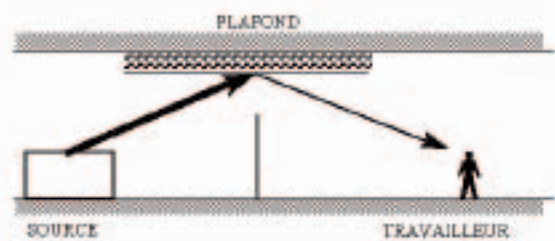
Il faut cependant que

- dans le plan horizontal, la longueur de l'écran
 - et dans le plan vertical, la hauteur de l'écran
- soient telles que les angles indiqués aux figures suivantes soient supérieurs à 60°.

Dans un **local ordinaire**, cette atténuation peut être ruinée du fait des réflexions sur le plafond ou les murs:



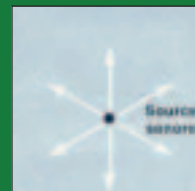
Il faut alors recouvrir la portion de plafond de matériaux très absorbants



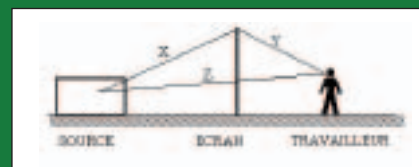
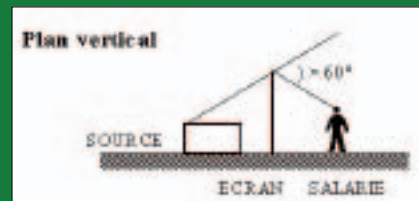
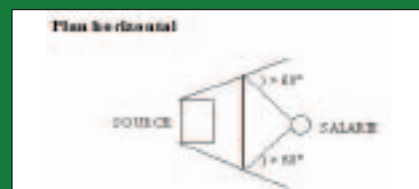
• Prédiction

L'atténuation peut être prédite de manière plus précise par le calcul des distances X, Y, et Z (m) dans les plans horizontal et vertical en tenant compte de la fréquence du son (f en Hz) et le calcul de $(x + y - z) f / 170$

$(X+Y-Z) f / 170$	0	0,1	0,2	0,4	0,8	1	2	4	8	10
Atténuation (dB)	0	3	4	6	8	9	11	14	17	18

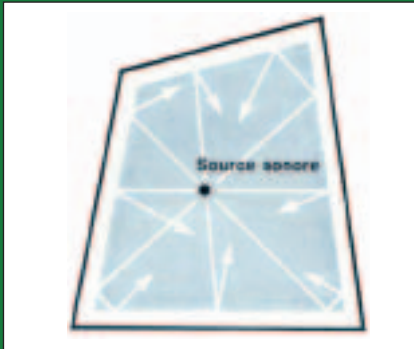


Enno/Bruël & Kjaer



FICHE 10

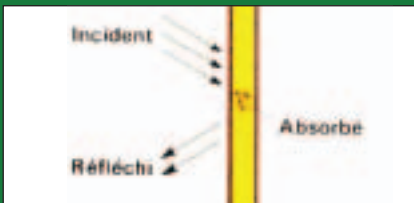
PROPAGATION SONORE EN CHAMP DIFFUS (MATÉRIAUX ABSORBANTS)



Enmo/Bruël & Kjaer



Enmo/Bruël & Kjaer



Enmo/Bruël & Kjaer



Rockfon



Vitalo acoustics



Rockfon



Bruynzeel

1. Champ diffus

- Propagation en direct et par réflexion sur les parois (champ réverbéré) entre la source de bruit et le salarié (cas le plus fréquent en milieu professionnel).

2. Propagation en champ diffus

Le niveau sonore auprès du salarié est fonction:

- du **niveau émis** par la source
- de la **distance** entre la source et le salarié (champ direct)
- de la **surface** des parois et du volume du local:
 - le niveau sonore diminue si le local est plus grand
- de l'absorption du bruit par les **matériaux** recouvrant les parois:
 - le niveau sonore du champ réverbéré diminue si les parois sont plus absorbantes
 - il diminue d'environ 3 dB (en champ réverbéré) par doublement du coefficient d'absorption moyen des surfaces.

3. Matériaux absorbants

- Les matériaux absorbants sont destinés à réduire la réverbération du bruit à l'**intérieur** d'un local
 - ils sont caractérisés par leur coefficient d'absorption α (%):
 - . $\alpha = 0\%$: rien n'est absorbé et tout le bruit est réverbéré
Exemple: béton lisse
 - . $\alpha = 100\%$: tout est absorbé
Exemple: porte ouverte
 - l'absorption est en général meilleure à hautes fréquences, il est donc plus facile de réduire les bruits aigus que les bruits graves.

4. Types de matériaux absorbants

Les matériaux absorbants sont de 3 types: matériaux poreux, membranes et résonateurs

- Matériaux absorbants poreux
 - . laine de verre, de roche
 - . mousses plastiques, bois expansé
 - caractérisés par:
 - . une très haute absorption à hautes fréquences
 - . une absorption nettement plus faible à basses fréquences.
 - l'absorption à basses fréquences peut être augmentée en utilisant des panneaux poreux semi-rigides, placés à 20 à 40 cm de la paroi arrière.
- Matériaux membranes et résonateurs:
 - . panneaux légers en bois, verre, métal
 - caractérisés par:
 - . une faible absorption à hautes fréquences
 - . une absorption plus élevée à basses fréquences.
- En pratique, on essaie d'utiliser des matériaux membranes recouverts d'un matériau poreux:
 - . panneaux acoustiques autoportant de plafond
 - caractérisés par une absorption plus ou moins égale à toutes les fréquences.

• Coefficients d'absorption de matériaux classiques

	Basses fréquences 125 Hz	Moyennes fréquences 500 Hz	Hautes fréquences	
			2 kHz	4 kHz
Pierre, béton lisse	0,01	0,02	0,02	0,02
Revêtement de sol dur	0,03	0,03	0,05	0,05
Liège, blocs de bois, linoléum ou caoutchouc sur sol ou mur dur	0,05	0,05	0,1	0,1
Fenêtres verre 3 mm	0,2	0,1	0,05	0,02
Grandes fenêtres 7 mm	0,1	0,04	0,02	0,02
Plafonnage sur fond dur	0,03	0,03	0,04	0,04
Plafonnage sur vide	0,3	0,1	0,04	0,04
Plafonnage suspendu au plafond avec vide important	0,2	0,1	0,04	0,04
Contreplaqué sur fond dur	0,05	0,05	0,05	0,05
Idem sur vide ou chevron	0,3	0,15	0,1	0,05
Idem avec matériau absorbant dans vide	0,4	0,15	0,1	0,05
Panneaux bois comprimé 13 mm sur fond dur	0,05	0,15	0,3	0,3
Idem avec vide d'air ou monté sur chevrons	0,3	0,3	0,3	0,3
Carpette moyenne épaisseur sur sol en béton	0,1	0,3	0,5	0,5
Feutre sous membrane perforée sur fond dur	0,1	0,7	0,8	0,8
Panneaux bois non comprimé 25 mm sur fond dur	0,1	0,4	0,6	0,6
Idem 80 mm	0,2	0,8	0,8	0,8
Idem 25 mm sur vide	0,15	0,6	0,6	0,6
Laine de verre 25 mm sur fond dur	0,2	0,7	0,9	0,8
Idem 50 mm	0,3	0,8	0,9	0,9
Laine de verre 25 mm sur espace vide	0,4	0,8	0,9	0,8

FICHE 11

TEMPS DE RÉVERBÉRATION T_{60} AMÉLIORATION DE L'ACOUSTIQUE INTERNE D'UN LOCAL

1. Définition

Le **temps de réverbération T_{60}** (en secondes) est le temps nécessaire pour que le niveau sonore du champ réverbéré (voir Fiche 10) décroisse de 60 dB dans le local lorsque le bruit est brusquement interrompu.

- Il dépend du volume du local et de l'absorption des matériaux recouvrant les parois par la formule de Sabine:

$$T_{60} = \frac{0,16 V}{S \bar{a}} \text{ (secondes)}$$

où V = volume du local en m^3
 S = la surface des parois, sol et plafond en m^2
 \bar{a} = le coefficient d'absorption moyen.

- Tout comme le coefficient d'absorption, T_{60} varie en fonction de la fréquence.

2. Critères

- Dans les bureaux, salles de cours, petits ateliers, le T_{60} doit être
 - idéalement compris entre 0,5 et 0,7 s à toutes les fréquences
 - en pratique, tolérance de +50% à 125 Hz et +10% à 250 Hz.
- Dans les usines:
 - T_{60} de l'ordre de 1 seconde à toutes les fréquences.

3. Mesurage du T_{60}

La procédure consiste à:

- Identifier tous les éléments de surface: S_i
- Estimer, à partir des tables, leur coefficient d'absorption à 500 Hz ou à toutes les fréquences: a_i
- Calculer les «aires d'absorption équivalente» de chaque élément: $S_i a_i$
- Calculer «l'aire d'absorption équivalente totale»: $S \bar{a} = \sum S_i a_i$
- Calculer le volume du local V
- Appliquer la formule de Sabine.

Le tableau suivant est utilisé

Surfaces partielles	S_i	a_i	$S_i a_i$
Plafond	--	--	--
Mur 1	--	--	--
Mur 2	--	--	--
----	--	--	--
----	--	--	--
Total	S	-	$S \bar{a}$

- Ce calcul est généralement peu précis du fait de la difficulté de prévoir l'absorption due à l'encombrement du local (machines, armoires ...).

4. Amélioration de l'acoustique interne connaissant le T_{60} existant à 500 Hz ou à toutes les fréquences

- Calcul du **volume**: V
- Calcul de l'aire d'absorption équivalente totale réelle à partir du T_{60} mesuré:

$$S \bar{a}_{\text{act}} = \frac{0,16 V}{T_{60 \text{ mes}}}$$

- Calcul de l'**aire d'absorption équivalente souhaitable** nécessaire pour un élément de surface (le plafond généralement) susceptible d'être recouvert d'un matériau absorbant supplémentaire
- Calcul du **coefficient d'absorption nécessaire** pour cet élément, en divisant par sa surface
- Choix du **matériau d'absorption**

Exemple:

- T_{60} mesuré à 500 Hz = 1 seconde
 - T_{60} souhaité à 500 Hz = 0,5 seconde
 - dimensions du local $5 \times 4 \times 3 = 60 \text{ m}^3$
 - aire d'absorption équivalente actuelle: $S \bar{a}_{\text{réel}} = \frac{0,16 \times 60}{1} = 10 \text{ m}^2$
 . or plafond (plâtre): $S = 20 \text{ m}^2$ $a = 0,03$ $S \bar{a}_{\text{plafond}} = 0,6 \text{ m}^2$
 - aire d'absorption équivalente souhaitée $S \bar{a}_{\text{opt}} = \frac{0,16 \times 60}{0,5} = 20 \text{ m}^2$
- Donc aire d'absorption nécessaire pour le plafond = $S \bar{a}_{\text{opt}} - (S \bar{a}_{\text{réel}} - S \bar{a}_{\text{plafond}}) = 20 - (10 - 0,6) = 10,6 \text{ m}^2$
 . or la surface du plafond est de 20 m^2
 - donc $a_{\text{plafond } 500 \text{ Hz}} = 10,6 / 20 = 0,5$
 - choix matériau: panneau de bois non comprimé

FICHE 12

ISOLEMENT ACOUSTIQUE (MATÉRIAUX ISOLANTS)

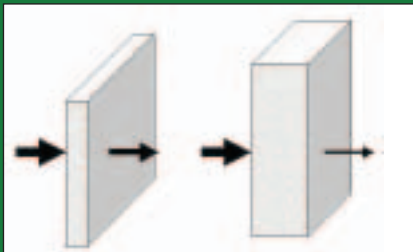
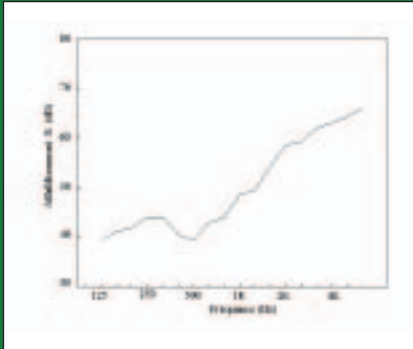
1. Définition

Un matériau isolant empêche le bruit de passer d'un local à l'autre.

- L'**isolement** entre deux locaux est l'atténuation du bruit d'un local à l'autre. Il varie en fonction de l'ensemble de la structure et de tous les matériaux séparant les deux locaux.
- L'**affaiblissement** acoustique est une caractéristique intrinsèque d'un matériau.

2. Affaiblissement d'un matériau en paroi simple épaisseur

- Plus le matériau est lourd et plus l'affaiblissement acoustique est élevé.
- Typiquement l'affaiblissement (**R**) varie en fonction de la fréquence selon la figure ci-contre.
- Il est normalement plus important pour les sons aigus que pour les sons graves.
- Il présente une chute autour d'une fréquence dite «critique» caractéristique du matériau.
- L'**ordre de grandeur** de l'affaiblissement à 500 Hz :
 - environ 40 dB pour une paroi de 100 kg/m²
 - il augmente de 4 dB si on double le poids
 - il augmente de 4 dB si on double la fréquence.

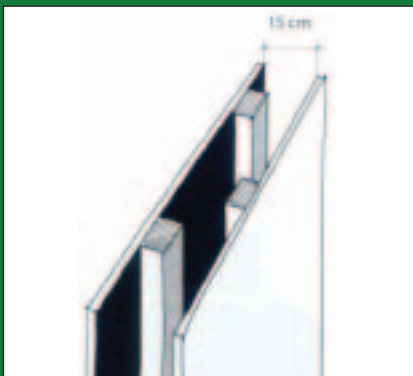


3. Types de matériaux isolants en paroi simple

- Matériaux **lourds** (béton lourd)
 - le poids par m² est élevé et donc aussi l'affaiblissement
 - la fréquence critique est basse et alors la chute d'affaiblissement peu gênante.
- Matériaux **mi-lourds** (briques et surtout plâtre)
 - le poids par m² est plus faible et donc aussi l'affaiblissement
 - la fréquence critique est proche de 500 Hz et il y a donc une chute d'affaiblissement telle que la voix humaine est moins atténuée.
- Matériaux **légers** (bois, briques creuses, verre...)
 - le poids par m² et donc l'affaiblissement est nettement plus faible.

4. Parois doubles

- Les parois doubles sont constituées de deux couches les plus désolidarisées possible.
- Elles permettent d'obtenir des affaiblissements aussi ou plus importants qu'une paroi simple en béton.
Exemple: deux plaques de plâtre espacées de 10 cm.
- L'effet est susceptible d'être ruiné si les deux plaques sont solidarisiées par des supports rigides (ponts acoustiques).
Exemple: 2 plaques de plâtre séparées de 15 cm et supportées chacune par des montants séparés



Enmo/Bruël & Kjaer

5. Perte d'affaiblissement par des fentes, trous ...

• Phénomène:

- un trou ou une fente laisse passer toute l'énergie sonore incidente
- un matériau qui atténue de 40 dB, laisse passer 1/10.000 de l'énergie sonore incidente
- un trou de surface S laisse donc passer autant de bruit qu'un matériau d'affaiblissement 40 dB et de surface 10.000 S
- ainsi, un trou de 1 dm² laisse passer autant de bruit qu'un matériau d'affaiblissement 40 dB et de 100 m² de surface
- un trou ruine donc l'atténuation des matériaux acoustiques et d'autant plus qu'il est grand

Exemple: La paroi de séparation ne va que jusqu'au faux-plafond. Ce faux-plafond, en matériau absorbant, n'isole pas. Le bruit se réfléchit sur le plafond en dur et arrive dans le local voisin

• **Recommandations:**

- **supprimez** ou réduisez au minimum les **trous**, les **fentes** ou les éléments de faible affaiblissement:
 - . les orifices dans les capots;
 - . les passages de canalisation, en particulier de gaines de ventilation dans les murs;
 - . les boîtes électriques;
 - . les fentes autour des portes et fenêtres;
 - . les espaces derrière les chambranles de portes;

• **Soignez la finition**

- toutes les fentes et tous les trous apparents et non apparents doivent être colmatés avec des matériaux isolants (béton, plâtre ...) et non des matériaux absorbants.

Exemple: La paroi de séparation a été prolongée au-dessus du faux-plafond, jusqu'à la structure par un élément en dur

- Exemple:
1. Le faux-plafond a été alourdi de manière à être isolant
 2. Le pont acoustique par les luminaires a été éliminé au moyen d'une structure lourde recouvrant chaque luminaire

6. Différences entre affaiblissement et isolement

- L'isolement entre deux locaux est fonction:
 - de l'affaiblissement des matériaux de la paroi commune
 - de celui des matériaux des parois latérales
 - des surfaces de ces parois latérales et de la paroi commune
 - du type de raccordement entre ces parois
 - de l'homogénéité des surfaces: portes, fentes, trous, éléments faibles ...

7. Amélioration de l'isolement acoustique

En cas d'isolement acoustique insuffisant entre deux locaux, les actions prioritaires sont:

- Recherchez les fentes, trous, éléments faibles et les colmater
- Agissez sur la paroi commune.

Le tableau ci-dessous donne les gains approximatifs en dB, résultant de différentes actions sur une paroi donnée, constituée par exemple de deux panneaux en plâtre de 20 mm d'épaisseur séparés de 5 cm:

Amélioration	Gain en dB
Épaisseur double 1 côté	+ 3
Épaisseur double 2 côtés	+ 5
Fixation élastique 1 côté	+ 6
Fixation élastique 2 côtés	+ 10
Cloisons indépendantes	+ 10
Absorption dans la cavité	+ 5

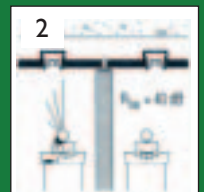
Règle d'amélioration cumulative: valeur la plus grande = 1/2 somme des autres

8. Vitrages simples et doubles

- Le vitrage simple a un poids par m² trop faible (épaisseur 3 à 5 mm) pour donner des affaiblissements supérieurs à 30 dB (à 500 Hz)
- Le vitrage double thermique offre peu d'avantages du fait d'une épaisseur de l'espace intermédiaire limitée à 10 à 12 mm
- Les châssis, le poids total et l'herméticité des vitrages doubles sont cependant tels que les isollements acoustiques sont nettement meilleurs
- Un isolement important sera obtenu par un survitrage, c.-à-d. deux châssis simples espacés de 10-15 cm pour constituer une paroi double
- Des vitrages **doubles acoustiques spéciaux** sont également disponibles.



Rockfon



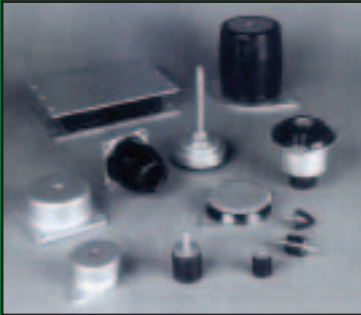
Rockfon

FICHE 13

RÉDUCTION DE LA TRANSMISSION DES VIBRATIONS (MATÉRIAUX RÉSILIENTS)



Enmo/Bruël & Kjaer



Paulstra



Gerb

1. Problème

Les vibrations d'une machine sont transmises à une tôle ou une paroi (sol, mur, ...) qui vibre et rayonne le bruit.

2. Matériaux résilients

Ces matériaux sont destinés à bloquer la transmission des vibrations. Il s'agit par ordre d'efficacité de plus en plus importante :

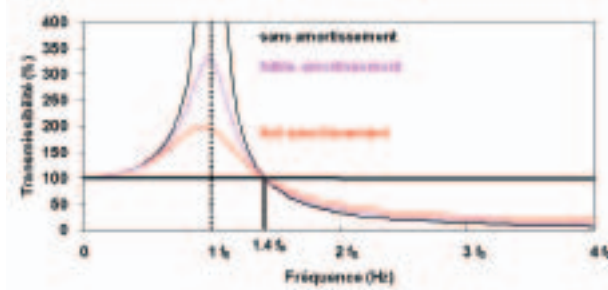
- du feutre
- du liège
- du caoutchouc
- de ressorts
- de coussins d'air (le plus efficace).

Ils sont présentés sous forme de blocs («silencieux»), de tapis, ou de tapis sous un bloc de béton (dalle flottante: voir stabilité ci-dessous).

3. Résonance

Les matériaux résilients aggravent la transmission des vibrations autour d'une fréquence dite de résonance f_0 qui est fonction:

- du poids de la machine
- des caractéristiques du matériau.
- Ils atténuent la transmission des vibrations au-delà de $1,4 f_0$



- Il est donc nécessaire de choisir le matériau en fonction:
 - du poids de la machine
 - . f_0 diminue si le poids augmente pour autant que le matériau résilient ne soit pas totalement écrasé
 - des fréquences des vibrations à bloquer
 - . f_0 doit être idéalement 2 à 4 fois plus faible

4. Stabilité

Lorsque f_0 est très faible, la machine risque d'être instable.

- On préfère alors monter la machine
 - sur un socle en béton (augmentation de la masse et abaissement du centre de gravité)
 - ou sur un tapis résilient (ressorts, liège ...)
- Dans certains cas, des matériaux résilients doivent être installés
 - non seulement sous la machine dans l'axe principal des vibrations
 - mais latéralement, dans les axes secondaires.

5. Amortisseurs



Les amortisseurs ne doivent pas être confondus avec les matériaux résilients. Ils augmentent en fait la transmission mais réduisent les mouvements dangereux lorsque les fréquences des vibrations sont proches de la fréquence de résonance (au démarrage d'un ventilateur).

6. Efficacité réelle

Un système anti-vibratoire devient inutile si:

- le matériau résilient est complètement écrasé (ce qui est plus facile à voir pour un ressort que pour un tapis de caoutchouc)
- des connexions rigides existent entre la machine et l'extérieur (conduites d'eau, d'air, d'électricité ...)
- des débris accumulés près des socles court-circuitent le matériau résilient
- le matériau a vieilli trop rapidement (caoutchouc à hautes températures, corrosion par ozone ...).

7. Propagation des vibrations vers le local inférieur

Les vibrations, chocs (coup de marteau, pas, déplacement d'un objet lourd...) sont transmis par la structure et peuvent occasionner un bruit important dans le local inférieur.

Les solutions sont:

- Placez un **revêtement résilient** sur le sol:
 - des dalles de vinyle, gain négligeable
 - 2,5 mm linoléum, gain léger
 - 6 mm linoléum sur liège, gain moyen
 - moquette, gain important.
- **Dalle ou plancher flottant**
 - dalle de béton (6 cm par exemple) ou d'asphalte posée sur un matelas résilient tel que de la laine minérale spéciale
 - plancher posé sur matelas résilient
 - aucun lien entre la dalle et le gros œuvre (ponts acoustiques).
- **Plafond léger**
 - plaques de bois posées sur gîtes, mauvais isolement
- **Amélioration progressive si**
 - matériau plus lourd (plaque de plâtre)
 - faux plafond suspendu, double paroi
 - matériau absorbant dans le vide plafond - faux plafond.



Mathias Meisser



Rockfon



Mathias Meisser

FICHE 14

BRUITS D'IMPACT

1. Définition

Ce sont les bruits dont le niveau augmente brutalement à plus de 140 dB. On distingue:

- Les bruits **impulsifs**: coup de feu, explosion en champ libre, dont l'allure instantanée est:
- Les bruits **d'impact**: coup de marteau, estampage, emboutissage avec résonance du produit ou de la machine et réverbération dans le local.

La distinction impact-impulsion n'a aucun intérêt pratique.

2. Caractérisation

Le bruit d'impact se caractérise par:

- Son niveau sonore maximal instantané (de crête), mesuré en dB (pas en dB(A))
- Le nombre d'impacts par jour ou par unité de temps.

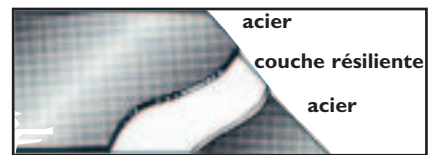
3. Mesurage

Le mesurage nécessite:

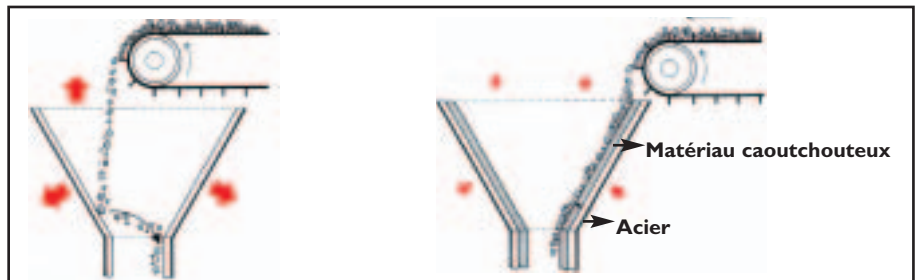
- Un sonomètre type I avec mode «PEAK»
 - constante de réponse: 0,1 ms
 - unité: dB
- A défaut: sonomètre type II ou I en mode «FAST»
 - ajouter 30 dB à la valeur de pointe lue pour avoir un ordre de grandeur.

Protection contre les bruits d'impact

- Placez un matériau **résilient** (voir Fiche 13) directement sur la surface ou en panneau sandwich pour amortir les chocs lors de chute d'objets.
- **Inclinez** la plaque sur laquelle l'objet tombe de façon à réduire la discontinuité de mouvement de l'objet.

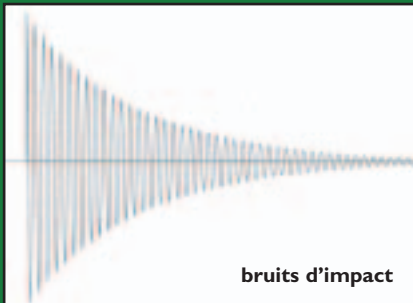
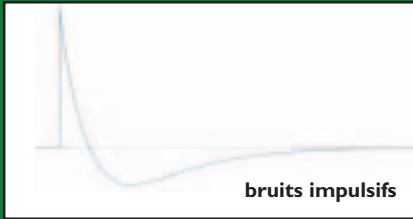


Enmo/Bruël & Kjaer



Enmo/Bruël & Kjaer

- Installez un **silencieux** sur les détentes de gaz et sur les jets d'air
- Ne dirigez pas un jet de détente de gaz ou d'air perpendiculaire à une surface
 - rendez le jet oblique par rapport à la surface.



Silvent

FICHE 15

CRITÈRES DE CHOIX DE PROTECTION INDIVIDUELLE (EPI)

1. Critères de choix par ordre de priorité

1. EPI qui ne sont **pas dangereux** en eux-mêmes et qui sont conformes à la directive européenne 89/686, 1989.
2. EPI **adaptés aux caractéristiques** du salarié:
 - tenez compte des anomalies de l'oreille
 - tenez compte de la morphologie du canal auditif:
rejet des bouchons pré moulés de taille fixe.
3. EPI **compatibles** avec les autres EPI imposés par le travail (casque, masque, ...).
4. EPI **faciles d'emploi**:
 - faciles à placer, peu encombrants
 - bouchons reliés par un cordon et non pas par un arceau rigide car un bruit très désagréable est produit lors du frottement de l'arceau sur le vêtement
 - serre-tête susceptible d'être porté autour du cou sans étrangler, ni gêner les mouvements de la tête, lorsque les coquilles ne sont pas momentanément utilisées
 - coussin poreux des coquilles pour laisser passer la transpiration, coussin en mousse avec un film plastique souple et perforé.
5. EPI **esthétiques**: par leurs couleurs et leurs formes: un gros effort est à réaliser à ce sujet.
6. EPI **adaptés aux caractéristiques du bruit**:
 - si le bruit est continu: les bouchons sont mieux tolérés à long terme
 - si le bruit est variable: les coquilles sont préférables pour autant qu'elles soient légères et confortables
 - si le bruit est intermittent: des bouchons reliés par un fil ou un serre-tête non conducteur des vibrations, faciles à mettre et à enlever, s'imposent.
7. EPI **adaptés à l'environnement**
 - s'il fait chaud et humide: des coquilles deviennent vite insupportables et des bouchons sont préférables
 - en cas de fort empoussièrément: des bouchons jetables sont à choisir.
8. EPI **adaptés aux niveaux sonores**
 - si le niveau de bruit est, comme c'est pratiquement toujours le cas, inférieur à 100 dB(A): n'importe quel EPI peut convenir, pourvu qu'il atténue de 10 à 15 dB(A) ... et qu'il soit porté
 - dans les rares cas où le niveau de bruit est > 100 dB(A), des coquilles s'imposent parce que l'atténuation est plus garantie. Ces bruits > 100 dB(A) sont en général intermittents, de sorte que le choix de coquilles s'impose par le critère 6 ci-dessus.
9. **Lutte contre la surprotection**, car
 - des EPI trop performants sont plus inconfortables et risquent d'être moins portés
 - des EPI trop performants interfèrent plus avec les communications et gênent donc plus le salarié
 - ils interfèrent plus avec le travail: modification des repères sonores,...



Bilsom

2. Précautions d'utilisation

• Bouchons:

- les bouchons ne doivent contenir
 - . ni des parties métalliques (risque de blessures)
 - . ni des matières pouvant se déposer dans le conduit auditif
 - . ni des matières allergisantes
- ils doivent être placés avec les mains propres:
 - il faut prévoir, aux bons endroits dans l'entreprise, des installations pour se laver les mains
- si les bouchons sont réutilisables, les laver à l'eau légèrement savonneuse et rincer
- le choix des EPI doit être laissé au porteur, mais, au départ, un contact est nécessaire avec une personne qualifiée, pour:
 - . vérifiez l'état des oreilles: infection, cérumen, corps étrangers...
Les sujets opérés ou porteurs de drains dans le tympan (otite) ne peuvent pas porter des bouchons
 - . expliquez la façon dont les bouchons doivent être placés et entretenus.



Bilsom

• Coquilles:

- les coquilles posent moins de problèmes d'utilisation que les bouchons
- les coquilles ne peuvent contenir des parties métalliques si le rayonnement électromagnétique est important
- elles doivent être peu encombrantes et interférer pas ou très peu avec d'autres EPI
- les coussins doivent être non allergisants et absorber la transpiration et faciles à nettoyer régulièrement
- luttiez contre la surprotection:
 - . évitez les coquilles lourdes, épaisses, hermétiques, enveloppant toute l'oreille avec une forte pression sur la tête très performantes en théorie mais non portées car inconfortables.

FICHE 16

APPAREILS DE MESURAGE

1. Critères de choix du microphone:

- Taille de 1/2 pouce de diamètre
- Sensibilité proche de 10 mV pour 94 dB à 1000 Hz
- Gamme dynamique des niveaux sonores: 30 à 150 dB(A)
- Gamme de fréquences: 20 à 20 kHz
- Type champ diffus

2. Critères de choix d'un sonomètre classique pour le mesurage du niveau sonore instantané

- **Type**
 - I plus précis, plus coûteux, possibilités plus diversifiées
 - II utilisation courante dans le cadre du niveau 3 **Analyse de SOBANE**
- **Amortissement:**
 - mode «SLOW»: moyenne sur 2 secondes
 - mode «FAST»: moyenne sur 0,2 seconde
 - mode «PEAK»: moyenne sur 0,1 milliseconde.
- **Filtre de pondération:**
 - linéaire 20-20 kHz pour bruit d'impact
 - filtre A pour la mesure du bruit tel qu'entendu: niveau sonore d'exposition
 - filtre C peu nécessaire et peu utilisé.
- **Protection contre le bruit du vent et contre les poussières:**
 - boule de protection en mousse qui réduit le bruit parasite dû au vent sur le microphone et protège le microphone.
- **Sorties:**
 - AC: pour le raccordement à un enregistreur magnétique
 - DC: pour le raccordement à un enregistreur graphique.

3. Critères de choix d'un sonomètre intégrateur pour le mesurage du niveau équivalent N_{Aeq} en dB(A)

(niveau continu qui, sur la même durée, donnerait la même énergie acoustique que le bruit considéré).

- Mêmes caractéristiques que le sonomètre classique
- Mesurage du N_{Aeq} sur une période variable (START, STOP):
 - éviter les sonomètres intégrateurs mesurant N_{Aeq} sur une durée fixe de, par exemple, 60 secondes.

4. Critères de choix d'un exposimètre:

sonomètre intégrateur portable avec microphone séparé à placer au niveau de l'oreille du salarié, au casque ou au col.

- Mémorisation du N_{Aeq} sur des incréments de temps programmables de 0,1 à 1 ... 60 secondes
- Permet de dresser le profil d'évolution du N_{Aeq} au cours du temps pour la détermination des phases les plus dangereuses ou nocives.

5. Source étalon

- Source de bruit de référence indispensable pour étalonner les appareils de mesurage: habituellement de 94 dB(A) à 1000 Hz.



Enmo/Bruël & Kjaer



Intercontinental services inc. (ISI) CEL

6. Choix de l'appareillage

- **Indispensable**

- source étalon
- sonomètre ordinaire «SLOW», «FAST», 30 à 140 dB(A)
- échelles linéaires en dB(A) de 40 dB avec recouvrement des gammes
Exemple: 30-70, 60-100, 80-120, 100-140 dB(A).

- **De préférence**

- sonomètre intégrateur: N_{Aeq} durée quelconque
- exposimètre: gamme de 40 à 120 150 dB(A).

- **Pour les experts**

- appareillage spécial pour le mesurage du temps de réverbération et les analyses de fréquences.

FICHE 17

STRATÉGIE DE MESURAGE

1. Objectifs

- Evaluer avec précision le niveau d'exposition personnelle
- Déterminer le risque individuel de surdité.

2. Sur qui mesurer ?

- Groupez les salariés qui
 - sur un intervalle de temps suffisamment long (**intervalle de stationnarité IS**)
 - présentent une exposition au bruit identique (**groupes homogènes d'exposition GHE**).
 - . les salariés constituant un GHE n'accomplissent pas nécessairement des tâches identiques et au même moment, mais connaissent globalement la même exposition sur un IS
- L'échantillonnage doit porter sur un nombre N_s de salariés du GHE, donné par le tableau suivant en fonction de la taille du GHE, de manière à être sûr à 95% d'avoir, dans l'échantillon, un des salariés parmi les 20% les plus exposés.

Taille GHE	$N \leq 6$	7-8	9-11	12-14	15-18	19-26	27-43	44-50	>50
N_s	$N_s=N$	6	7	8	9	10	11	12	14

3. Quand mesurer ?

- Prendre, pour chacun des N_s salariés, N_e échantillons de bruit de durée Δ_t , répartis aléatoirement sur l'intervalle de stationnarité.
- En pratique,
 - Δ_t varie de 10 à 30 minutes selon les conditions de travail
 - le nombre d'échantillon N_e est au départ égal à 3.

4. Comment mesurer ?

- La procédure dépend du type de poste de travail:
 - pour les postes de travail fixes: une méthode zonale peut être utilisée, avec un sonomètre intégrateur situé près de l'oreille du salarié
 - si le salarié se déplace continuellement: une méthode ambulatoire avec un sonomètre intégrateur porté par le salarié (exposimètre) doit être utilisée.

5. Choix de l'appareil (Fiche 16)

- bruit instantané: sonomètre ordinaire «SLOW» en dB(A)
- bruit d'impact: sonomètre avec mode «PEAK» en dB
- niveau équivalent: sonomètre intégrateur ou exposimètre

6. Vérification du bon fonctionnement

- Etat des piles, câbles, du microphone...

7. Etalonnage initial avec source étalon

- Réglage de l'appareil.

8. Positionnement de l'appareil

- En champ diffus: incliner le microphone à 70° par rapport à la source prépondérante pour mesurer de la même façon le champ direct et le champ réverbéré
- Méthode à poste fixe: placer le sonomètre ordinaire ou intégrateur près de l'oreille du salarié
- Méthode ambulatoire: utiliser un exposimètre porté par le salarié et dont le microphone est placé au col du salarié.



Enmo/Bruël & Kjaer

9. Mesurage pendant la période Δt

- Réaliser le mesurage pendant la période Δt

10. Etalonnage en fin de mesurage

- Si l'étalonnage final révèle une variation supérieure à 1 dB par rapport à la valeur de l'étalonnage initial, les mesurages doivent en principe être rejetés.

11. Interprétation

- **Niveaux instantanés** mesurés au moyen d'un sonomètre ordinaire: relever
 - la gamme de variations en mode «SLOW»
 - la valeur moyenne, moyennée visuellement.
- **Niveau d'exposition personnelle** à partir des mesurages réalisés au moyen d'un sonomètre intégrateur ou d'un exposimètre:
 - l'appareil donne directement le niveau équivalent N_{Aeq}
 - le niveau d'exposition personnelle est calculé par:
$$N_{EP} = N_{Aeq} + 10 \log H/40 = N_{Aeq} - K$$
 - . N_{EP} est le niveau continu qui, sur une durée de 40 heures par semaine donnerait la même exposition (au point de vue énergie sonore) que l'exposition réelle, que le travail dure ou non 8h par jour et 5 jours par semaine
 - . H est la durée de travail (en heures) par semaine pour laquelle N_{Aeq} est représentatif
 - . K est donné par le tableau suivant, en fonction de la durée par semaine H.

Durée par semaine (heures)	1	2	4	8	12	16	20	24	32	40
K	16	13	10	7	5	4	3	2	1	0

Ce calcul peut être réalisé au moyen du programme NEPEXE qui peut être téléchargé gratuitement sur le site SOBANE: <http://www.sobane.be/fr/prog.html>.

- **Bruit d'impact**

- Un sonomètre disposant du mode «PEAK» donne directement le niveau sonore de pointe
- Si le sonomètre ne dispose pas du mode «PEAK», une estimation du niveau de pointe peut être obtenue en ajoutant 30 dB à la valeur maximale lue sur le mode «FAST» et 40 dB à celle lue sur le mode «SLOW»: ces 2 valeurs ne donnent qu'une information indicative.

FICHE 18

EVALUATION DU RISQUE DE SURDITÉ

1. Paramètres influençant le risque de surdité

- L'âge du sujet (développement de la presbyacousie)
 - Le niveau d'exposition personnelle N_{EP} sur la vie professionnelle
 - Le nombre d'années d'exposition à ce N_{EP}
 - La "sensibilité" du salarié, fonction de ses caractéristiques propres
 - cette sensibilité est définie quantitativement par le pourcentage de personnes
 - . du même âge
 - . ayant été exposées le même nombre d'années
 - . au même N_{EP}
 - . qui présenteraient des pertes auditives inférieures à celles subies par le sujet.
- Exemple: sensibilité de 80%: sujets à haut risque.



2. Déficit auditif moyen: P

Le déficit est défini comme l'élévation moyenne des seuils de perception auditive. Selon le pays, cette moyenne peut être calculée différemment.

En Belgique elle est calculée comme étant la moyenne des pertes aux fréquences 1000, 2000 et 3000 Hz (critères selon le Fonds des Maladies Professionnelles).

Exemple: $P_{1000\text{Hz}} = 32 \text{ dB}$, $P_{2000\text{Hz}} = 35 \text{ dB}$, $P_{3000\text{Hz}} = 45 \text{ dB}$ $P_{123} = 37 \text{ dB}$

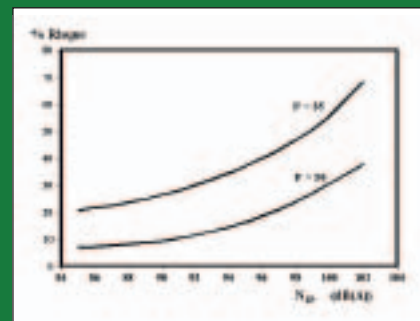
3. Critères de surdité

- On parle de **handicap auditif** (avec difficultés dans la vie quotidienne: conversation, téléphone, TV, ...), dès que le déficit moyen P_{123} est supérieur à 35 dB
- On parle d'**invalidité** (avec interférence avec les possibilités de travail), lorsque le déficit moyen P_{123} est supérieur à 50 dB sur la meilleure oreille
- Le barème belge indicatif d'invalidité donne les taux d'invalidité suivants pour un déficit moyen supérieur à 50 dB.

P_{123} (dB)	Taux d'invalidité (%)
50 à 55	1 à 5
55 à 65	5 à 10
65 à 75	10 à 30
75 à 85	30 à 55
85 à 100	55 à 80

4. Risque de surdité (handicap et invalidité)

- Le **risque de surdité** est défini comme étant le pourcentage de la population qui, à 60 ans, dans les mêmes conditions d'exposition au bruit (durée, N_{EP}) que le salarié considéré développera un déficit auditif moyen supérieur à 35 dB (handicap) ou 50 dB (invalidité)
- La figure suivante donne ce risque en fonction de N_{EP} à 60 ans après 40 ans d'exposition:



En particulier:

N_{EP} (dB(A))	80	82	84	85	86	88	90	92	94	95	96	98	100
Risque handicap (%)	19	20	20	21	22	23	26	29	34	37	40	47	55
Risque invalidité (%)	6	6	6	7	7	8	9	12	15	16	18	24	30

Il faut donc en conclure que:

- le risque d'invalidité est approximativement le même que dans la population générale, non exposée au bruit (6%), tant que le niveau d'exposition personnel (8h par jour, 5 jours par semaine, année après année) reste inférieur à 86 dB(A), quand bien même les conditions acoustiques de travail sont terriblement inconfortables

- il est beaucoup plus important, en ce qui concerne le risque de surdité, de diminuer le niveau sonore de, par exemple, 98 à 94 dB(A) (réduction du risque d'invalidité de 24%   15%), que de 90 à 80 dB(A) (réduction de 9 à 6%)
- les premiers dB(A), qui sont d'habitude les moins chers à gagner, sont donc toujours les plus intéressants en ce qui concerne le risque de surdité à long terme.

5. Prédiction du risque de handicap et/ou d'invalidité

Le programme ISO1999.EXE a été élaboré selon la modélisation de la norme ISO1999, afin de permettre la prédiction du risque de surdité. Il peut être téléchargé gratuitement sur le site SOBANE: <http://www.sobane.be/fr/prog.html>. Il est utilisé comme suit:

- Introduire
 - le sexe de la personne
 - les séquences d'âge, durée d'exposition, N_{EP}
 - le déficit auditif moyen
- Le programme donne successivement:
 - un tableau des pertes auditives aux différentes fréquences, pour les sensibilités de 5 à 95%
 - la sensibilité apparente du sujet concerné: c.- -d. une estimation du nombre de personne qui, dans les mêmes circonstances, présenteraient un déficit auditif moyen inférieur
 - la prédiction du déficit auditif moyen à un âge donné, si les conditions d'exposition actuelles restent inchangées
 - la prédiction de l'âge auquel les seuils handicap et invalidité seront atteints éventuellement si les conditions d'exposition actuelles restent inchangées.

FICHE 19

SURVEILLANCE DE LA SANTÉ

Les dispositions légales reprises ci-dessous sont antérieures aux dispositions de l'arrêté royal du 28 mai 2003 (MB du 16 juin 2003) relatif à la surveillance de la santé des travailleurs.

- cet arrêté royal utilise la terminologie reprise dans les directives européennes et s'écarte donc de la terminologie qui était utilisée par le passé en Belgique

Ancienne terminologie	Nouvelle terminologie
surveillance médicale	surveillance de santé
surveillance médicale périodique	évaluation de santé périodique
examen médical	évaluation de santé
examen médical préalable	évaluation de santé préalable
examen médical périodique	évaluation de santé périodique
examen médical de reprise du travail	examen de reprise du travail
dossier médical	dossier de santé
fiche d'examen médical	formulaire d'évaluation de santé
examen d'embauche	évaluation de santé préalable

1. Objectifs

- Soit déterminer le degré de surdité atteint pour une reconnaissance comme maladie professionnelle et une éventuelle compensation: il s'agit dès lors de ce que nous appellerons un **programme de dépistage des sourds (PDS)**.
- Soit déterminer le risque de surdité de chaque salarié suffisamment tôt pour pouvoir prévenir la surdité: il s'agit alors d'un réel **programme de conservation de l'audition (PCA)**.

2. Caractéristiques essentielles des programmes de conservation de l'audition (PCA) et de dépistage des sourds (PDS)

Critère	PCA	PDS
Objectif	Suivre l'évolution de chaque salarié Dépister ceux risquant d'aboutir à un handicap ou une invalidité	Déterminer les salariés présentant des pertes supérieures au seuil d'invalidité
Quels salariés ?	Sujets non atteints susceptibles de le devenir Sujets plutôt jeunes, exposés depuis peu	Sujets atteints de surdité Sujets plus âgés, exposés depuis longtemps
Evaluation de l'exposition	Programme sonom�trique complet N _{EP} pour chaque salarié	Simple classification < 85, 85-90, > 90 dB(A)
Programme audiométrique		
But	évolution des faibles pertes	Dépassement d'un seuil élevé
Fréquences	250, 500 Hz, 1, 2, 3, 4, 6, 8 kHz	1, 2, 3 kHz
Procédure	Rigoureuse	Rigoureuse
Bruit de fond	Faible: cabine souvent nécessaire	Moins important
Programmation journalière	Avant toute exposition de façon à éviter toute perte temporaire	Moins important
Interprétation	Sensibilité individuelle Prédiction du risque individuel	Dépassement du seuil de reconnaissance comme maladie professionnelle (seuil d'invalidité)



Veranneman

3. Audiomètres

- **Audiomètre tonal:** permet de générer des sons purs à différentes intensités et à différentes fréquences
 - en option: la possibilité de tester l'audition par voie osseuse, de conduire des tests d'audiométrie vocale (compréhension de mots), masking (possibilités de générer un bruit de masque dans l'autre oreille) ...
 - . ces options coûtent chers
 - . ces tests spéciaux sont à réserver aux examens ORL approfondis.
- **Types d'audiomètres**
 - **manuel:** nécessite un opérateur formé pour conduire l'examen; l'examen peut être adapté à la personne selon ses pertes et sa compréhension du test; la durée du test varie entre 4 et 8 minutes
 - **automatique (à déconseiller):** nécessite un opérateur seulement pour démarrer et contrôler l'examen; l'examen est d'une durée constante et n'est donc nullement adapté à la personne: dans certains cas, il est donc inexploitable
 - **piloté par ordinateur:** appareil plus cher, souvent automatique, mais qui permet un archivage direct des données.
- **Gamme de fréquences**
 - **PDS:** on peut se contenter de relever les pertes auditives aux fréquences qui servent au calcul du seuil de reconnaissance comme maladie professionnelle, soit, en Belgique: 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz et en France: 500Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz
 - **PCA:** les pertes auditives doivent être évaluées aux fréquences de 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 6 kHz, 8 kHz, de manière à pouvoir différencier entre pertes de transmission, pertes de perception, pertes professionnelles, presbycusie...
- **Gamme dynamique:** les pertes auditives doivent pouvoir être évaluées
 - de - 10 dB: c.-à-d. audition d'un signal de 10 dB inférieur au seuil de perception de référence, audition meilleure que la normale
 - jusqu'à 100 dB: c.-à-d. seuil d'audition 100 dB au dessus de la valeur normale.
- **Écouteurs**
 - les écouteurs sont une partie intégrante de l'audiomètre: ils ne sont ni interchangeables entre audiomètres, ni permutables sur un même audiomètre, sous peine d'en perdre totalement l'étalonnage.

4. Etalonnage de l'audiomètre:

la norme ISO 6189 recommande une procédure d'étalonnage à 4 niveaux:

- **Contrôle d'écoute**
 - à effectuer tous les jours
 - par un opérateur ayant une audition normale et stable
 - le contrôle consiste à porter son attention sur les distorsions des signaux, les bruits parasites lors des commutations d'une fréquence à une autre ou d'un niveau à un autre.
- **Contrôle subjectif d'étalonnage**
 - à effectuer toutes les semaines
 - par un opérateur ayant un examen audiométrique stable sans perte auditive supérieure à 25 dB
 - le test consiste en un examen audiométrique: l'audiomètre est à réviser si un écart supérieur à 10 dB est constaté par rapport aux tests antérieurs.
- **Test électro acoustique**
 - à effectuer tous les 3 mois par experts
 - par un technicien qui vérifie l'exactitude des fréquences et amplitudes générées sur la position 70 dB à chaque fréquence
 - le test est effectué au moyen d'un coupleur spécial entre les écouteurs et un sonomètre
 - l'audiomètre doit être révisé si les écarts sont supérieurs à 3% en fréquence ou à 3 à 5 dB en niveau par rapport aux valeurs de références.
- **Etalonnage complet**
 - à effectuer tous les 2 ans par un technicien spécialisé

- avec un contrôle total de l'électronique et en particulier de la distorsion harmonique, de la linéarité, de la précision des potentiomètres de réglage.

5. Entretien des écouteurs:

Les écouteurs sont souvent les éléments les plus faibles et les plus fragiles de l'audiomètre. Aussi faut-il surveiller avec attention:

- leur rangement, en veillant à ne pas abîmer les coussins
- les câbles et connecteurs
- les coussins: leur nettoyage, leur désinfection (UV).

6. Conditions acoustiques des tests

- Un bruit d'ambiance trop élevé
 - fausse l'évaluation des faibles pertes, inférieures à 25 dB
 - ne fausse PAS l'évaluation des pertes importantes.
- Il faut donc se soucier du bruit de fond tout particulièrement lorsqu'on veut, dans un **PCA**, évaluer de faibles pertes auditives débutantes et en suivre l'évolution
- Dans le cas d'un **PDS**, cela s'avère donc moins nécessaire, voire superflu
- Les niveaux de bruit ambiant maximaux pour l'évaluation correcte d'une audition normale (pertes de 0 dB) et donc la conduite des tests audiométriques dans le cadre d'un **PCA** sont discutés dans le tableau suivant:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
125	45	48	3	12	60	50
250	25.5	32	5	18	50	40
500	11.5	11	7	27	38	28
1000	7	8	15	34	42	32
2000	9	6	26	36	42	32
(3000)	10	(7)	(31)	41	48	38
4000	9.5	8	32	39	47	37
(6000)	15.5	(10)	26	37	47	37
8000	13	15	24	31	46	36

- Où
- (1) Fréquences centrales des bandes de tiers d'octave (Hz)
 - (2) Seuils d'audition selon ISO 6189 (dB)
 - (3) Niveaux maximaux du bruit dans les bandes de tiers d'octave, permettant le mesurage de 0 dB de perte, les oreilles étant non couvertes, selon ISO 6189
 - (4) Atténuation moyenne des écouteurs en dB, selon ISO 6189
 - (5) Atténuation moyenne avec coquilles en dB
 - (6) (3) + (5)
 - (7) **Niveau maximal dans le local de test (dB)**

- Si le bruit d'ambiance est trop élevé, les examens audiométriques requièrent
 - des coquilles spéciales de protection
 - ou une cabine audiométrique préfabriquée.

7. Préparation du test: le test doit débiter par

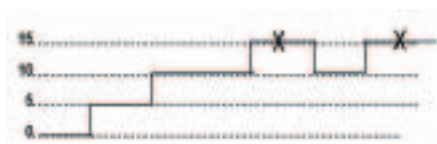
- **Une anamnèse concernant:**
 - les antécédents de surdité dans la famille
 - les maladies ORL d'enfance
 - les accidents crâniens
 - les sensations de sifflement, surdité, confusion
 - les médicaments consommés
 - les activités militaires
 - les passe-temps bruyants (armes, musique, ...)
 - les loisirs: baladeurs, dancings, concerts ...
 - les emplois bruyants antérieurs : leur nature, les niveaux sonores, les durées
 - l'emploi actuel: les niveaux sonores, les durées d'exposition,
 - le port des EPI.

- **Un examen ontologique:**

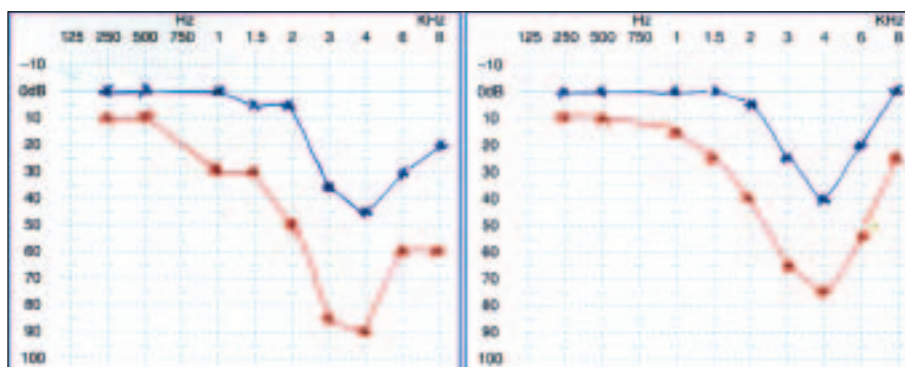
- La présence de bouchons de cérumen doit être détectée et il est peu utile de mesurer les pertes auditives associées à de tels bouchons!

8. Installation du sujet et conduite du test audiométrique

- Le siège doit être confortable, immobile et silencieux
- Le sujet doit être placé vers une surface neutre, non susceptible de le distraire: pas d'affiche ni de vue sur la personne qui conduit l'examen
- Le sujet doit être équipé, de préférence, d'un bouton poussoir assurant une réponse par OUI – NON non ambiguë
- Le sujet doit être invité à presser le bouton dès qu'il **PERÇOIT** le son (ce qui implique la notion de seuil) et non dès qu'il "l'entend"
- L'opérateur doit faire une démonstration de la procédure et des différents sons, sans les écouteurs, en utilisant des mots familiers (en évitant donc de parler de "sons purs", de "fréquences" et de "décibels")
- L'opérateur place ensuite les écouteurs en ôtant les lunettes, boucles d'oreille, en écartant les cheveux...)
- Le test proprement dit commence selon une procédure ascendante (préférée):



- pour éviter les discontinuités trop importantes et faciliter la compréhension, l'ordre de présentation des sons purs est:
 - . 1K, 2 K, 3 K, 4 K, 6 K, 8 K, ... 1 K, 500, 250 Hz à droite
 - . 250, 500, 1 K, 2 K, 3 K, 4 K, 6 K, 8 K à gauche
- l'opérateur doit changer le rythme, les durées des signaux, les durées des interruptions de manière à éviter les réponses automatiques
- la durée optimale est de 4 à 8 minutes selon les pertes auditives. Un test trop long entraîne de la lassitude, de la fatigue, et une diminution de la précision.



9. Sources d'erreurs principales:

- Un mauvais étalonnage de l'audiomètre
- Un bruit ambiant trop élevé (pour ce qui est des faibles pertes)
- Un mauvais positionnement des écouteurs
- Un degré de familiarisation avec le test trop faible de la part du sujet
- Une incompréhension entre les notions de "percevoir" et "d'entendre"
- Une technique de test trop rapide ou trop stéréotypée
- Une trop grande nervosité ou fatigue du sujet...ou de l'opérateur
- Un manque de collaboration.

10. Programmation journalière

Afin d'éviter tout risque de pertes auditives temporaires chez des sujets non atteints encore de surdité, le test audiométrique doit être réalisé après:

- 30 minutes de récupération si le niveau de bruit au cours de la dernière heure a été inférieur à 90 dB(A)
- 16 heures de récupération si le niveau équivalent la veille a été compris entre 90 et 100 dB(A)
- 2 jours de récupération si le niveau équivalent la veille a été supérieur à 100 dB(A).

Dans tous les cas, le port d'équipements de protection circonstanciés (coquilles) la veille et surtout durant les heures précédant l'examen doit être organisé.

11. Programmation des examens audiométriques

- Légalement:
 - si le niveau d'exposition personnelle N_{EP} est > 85 dB(A) et/ou le niveau de pointe du bruit d'impact est > 140 dB, l'examen audiométrique doit être passé:
 - .   l'embauchage
 - . après 12 mois
 - . tous les 3 ans.
 - si $N_{EP} > 90$ dB(A) et/ou pic > 140 dB
 - . en plus: tous les ans.
- En pratique, pour les examens annuels, il est conseillé de réaliser:
 - chaque année, un examen rapide selon la législation, permettant de vérifier en gros l'évolution de l'audition et de resensibiliser le salarié au problème de la surdité et à la nécessité d'une protection individuelle
 -   intervalle suivant la table ci-après, un examen approfondi rigoureux strictement tel que décrit ci-dessus et qui permettra de suivre de manière précise l'évolution de la surdité. Ces intervalles de temps sont fonction de la probabilité d'un accroissement de perte auditive de 5 dB.

Ancienneté	Classe N_{EP}		
	≤ 94 dB(A)	94 - 99 dB(A)	≥ 100 dB(A)
< 5 ans	2 ans	1 an	6 mois
5 - 20 ans	3 ans	2 ans	1 an
> 20 ans	4 ans	3 ans	2 ans

FICHE 20

CRITÈRES DE CONFORT ACOUSTIQUE

1. Confort intérieur vis-à-vis des sources de bruit internes au local, liées aux activités

La réverbération dans le local doit être contrôlée

- dans les bureaux: le temps de réverbération T_{60} à 500 Hz doit être de 0,5 à 0,7 seconde, de manière à permettre la conversation dans les meilleures conditions
 - si le T_{60} est trop court, le son est peu prolongé et la conversation est comme à l'extérieur
 - si le T_{60} est trop long, la persistance des syllabes précédentes nuit à la compréhension
- dans les usines: le T_{60} doit être le plus court possible. En pratique, $T_{60} = 1$ s est un ordre de grandeur économiquement réaliste. (Fiche 11)

2. Vis-à-vis des sources de bruit:

Il s'agit de limiter le bruit de fond (sans les bruits des activités) venant

- **des sources internes non liées** aux activités (ex.: ventilation)
- **des sources externes:** trafic, voisins, ascenseurs, ...

Les valeurs maximales du bruit de fond sont spécifiées en fonction de l'activité qui doit se passer dans le local et en fonction du type d'environnement où se trouve le local.

4 types d'environnement sont définis:

- I Résidentiel à plus de 500 m d'une voie de circulation importante
- II Résidentiel urbain à moins de 500 m d'une voie de circulation importante
- III Quartier commercial ou industries légères
- IV Centre de ville, industrie lourde, en proximité d'une autoroute ou aéroport

Valeurs limites du niveau équivalent N_{Aeq} (norme NBN SI-401)

Environnement	I	II	III	IV
Bureau:				
• Ordinaire	30	35	40	45
• Direction	35	40	45	50
• Cadre	40	45	50	55
Dactylographie	45	45	50	55
Salle d'ordinateur	55	55	60	65
Salle de conférence	35	40	45	50
Salle de réunion	40	45	50	55
Restaurant	45	50	55	60
Laboratoire	55	55	60	60
Magasins	40	45	50	50
Usines, atelier	50 à 75			

3. Isolement acoustique souhaitable entre locaux (voir norme NBN SO1 400)

La norme décrit la catégorie d'isolement acoustique à assurer entre deux locaux en fonction de leur affectation réciproque.

Local voisin	Locaux concernés			
	Locaux peu peuplés		Locaux peuplés	Locaux bruyants
Direction	Cadre			
Escalier, ascenseur	II _s	II _s	-	-
Immeuble voisin	II _s	II _s	II _s	II _s
Locaux de direction	III _s			
de cadres	III _s	IV _s		
peuplés	II _s	I _s	IV _s	
Salle de mécanographie	I _s	I _s	II _s	IV _s

BIBLIOGRAPHIE

- Arrêté royal du 28 mai 2003 (MB du 16 juin 2003) relatif à la surveillance de la santé des travailleurs
- Brüel & Kjaer (1983), Réduction du bruit. Principes et pratique, pp 76-101
- Directive 2003/10/CE du parlement européen et du conseil du 06 février 2003 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit)
- Directive 89/686/CEE du Conseil, du 21 décembre 1989, concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux équipements de protection individuelle
- Fonds des maladies professionnelles (1995), Critères de diagnostic, d'indemnisation et d'écartement en matière d'hypoacousie professionnelle par traumatisme sonore chronique, Bruxelles, pp. 28
- ISO 1999 (1990), Acoustique - Détermination de l'exposition au bruit en milieu professionnel et estimation du dommage auditif induit par le bruit, Organisation internationale de normalisation, Genève
- ISO 389 (1985), Acoustique - Zéro normal de référence pour l'étalonnage des audiomètres à sons purs en conduction aérienne, Organisation internationale de normalisation, Genève
- ISO 6189 (1983) Acoustique - Audiométrie liminaire tonale en conduction aérienne pour les besoins de la préservation de l'ouïe, Organisation internationale de normalisation, Genève
- Malchaire J. (1994), Programmes de conservation de l'audition - organisation en milieu industriel, Masson, Paris
- NBN S01-400 (1977), Acoustique - Critères de l'isolation acoustique, Institut belge de normalisation
- NBN S01-401 (1987), Acoustique - Valeurs limites des niveaux de bruit en vue d'éviter l'inconfort dans les bâtiments, Institut belge de normalisation
- NF S31-081 (1981), Acoustique - Audiométrie liminaire tonale de dépistage en conduction aérienne des personnes exposées professionnellement au bruit Association française de normalisation
- NF S31-082 (1985), Acoustique - Seuil normal d'audition par conduction aérienne en fonction de l'âge et du sexe pour les personnes otologiquement normales Association française de normalisation

SOURCE D'ILLUSTRATION

Les illustrations ont été reproduites avec l'autorisation de:

- Enmo/Bruël & Kjaer (www.enmo.be)
- Veranneman (www.rexton.com)
- Rockfon (www.rockfon.be)
- Mathias Meisser (1978), La pratique de l'acoustique dans le bâtiment, Centre d'assistance technique et de documentation, Société de diffusion des techniques du bâtiment et des travaux publics
- Vitalo acoustics (www.vitalo.net)
- Silvent (www.silvent.com)
- Bilsom (www.dallozsafety.biz)
- Variophone (www.variphone.com)
- Bruynzeel (www.bruynzeelmultipanel.com)
- Paulstra (www.hutchinsonrubber.com)
- Gerb, Berlin, Allemagne (www.gerb.com)
- Intercontinental services inc. (ISI) CEL (www.isi-be.com)

