

ENSP
ECOLE NATIONALE DE
LA SANTE PUBLIQUE

RENNES



Mémoire de fin d'études
Ingénieur du génie sanitaire
Promotion : **2006 - 2007**

**La nouvelle réglementation bruit au poste
de travail et sa déclinaison au niveau des
installations du CEA Saclay**
**avec prise en compte des facteurs potentiels d'exposition
multifactorielle**

Présenté par :
Noémie MAURIN – ingénieur
ENSIL

Lieu de stage :
Commissariat à l'énergie
atomique CEA/DSM/SAC/CQSE

Référent professionnel :
Sandrine RATEAU

Référent pédagogique :
Christophe GOEURY

Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier Marie-Cécile AUBERT, ISE et Chef de la CQSE du CEA Saclay d'avoir approuvé ma candidature à ce mémoire et pour son soutien durant cette période.

J'adresse mes sincères remerciements à Sandrine RATEAU, Chargée d'Affaires à la CQSE du Centre, pour la confiance qu'elle m'a accordée pendant toute la durée du mémoire. Je lui suis très reconnaissante de ses observations et propositions, toujours constructives.

Je souhaite adresser mes remerciements à Christophe GOEURY, enseignant à l'ENSP, pour sa disponibilité tout au long du mémoire.

Je remercie les médecins du SST qui ont su répondre à mes multiples interrogations.

Je remercie les acteurs Sécurité et le personnel des installations du Centre sollicités lors des campagnes de mesure.

Je remercie Monsieur CORLIER, Contrôleur à la CRAMIF, pour sa contribution technique.

Un grand merci à Chantal BERNHEIM, Chargée de mission Direction pharmaceutique à l'AGEPS, pour son aide dans l'établissement de la liste des substances ototoxiques.

Merci également à Alain LE SAUX, ingénieur Sécurité du DAPNIA, pour son matériel (neuf) de mesure de bruit et pour ses conseils en la matière.

Je remercie également mes interlocuteurs de la DGT : Paul LOUIT ; et de l'INRS : Thierry LEON et Pierre CANETTO.

Enfin je voudrais remercier chaleureusement tous les membres de l'équipe de la CQSE pour leur accueil et pour l'ambiance de travail idéale qu'ils maintiennent au quotidien. Ces 5 mois au sein de la CQSE ont permis de m'intégrer à une équipe pluridisciplinaire et très à l'écoute. Sa connaissance des installations et son expérience en matière de sécurité au travail a été très stimulante pour moi. J'ai également rencontré les médecins du SST à plusieurs étapes de mon étude, et j'ai bénéficié de leurs conseils et de leur expertise en ce qui concerne les impacts du bruit sur la santé, y compris ceux de l'ORL.

Les multiples contacts établis au long de mon mémoire ont apporté de nombreuses réponses à mes interrogations sur des questions spécifiques au domaine de la métrologie des niveaux sonores et en matière de prévention des risques professionnels. Les heures passées sur le terrain avec les opérateurs, et plus particulièrement au niveau des ateliers mécaniques, m'ont permis de faire une première sensibilisation sur les risques dus au bruit, en démontrant aux plus réticents l'intérêt de cette démarche. J'ai également beaucoup appris sur les différents métiers rencontrés et pris conscience de l'étendue des activités du CEA.

Enfin, ce mémoire traitant de l'impact de l'environnement professionnel sur la santé des travailleurs a permis de conjuguer les attentes de l'ENSP et celles de la CQSE du CEA Saclay. Les raisonnements mis en œuvre pourront s'appliquer à d'autres sujets ou thématiques dans mes futures expériences professionnelles.

C.E.A.

Le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) est un acteur majeur en matière de recherche, de développement et d'innovation. Créé après la seconde guerre mondiale en 1945 par le Général de Gaulle, cet organisme de recherche technologique au statut particulier d'Etablissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) développe trois principaux axes de recherche qui sont :

- les énergies non émettrices de gaz à effet de serre, dont le nucléaire pour lequel il poursuit sa mission historique ;
- les technologies pour l'information et la santé ;
- la défense et la sécurité globale.

Le centre d'études nucléaires de Saclay rend compte aux différentes autorités de tutelle en charge de la santé, de l'industrie et de l'environnement représentées par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et la Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement (DRIRE).

Saclay est l'un des neuf centres de recherche du CEA, connu pour sa polyvalence et la diversité des activités de recherche (fondamentale et appliquée) qu'il abrite. Il s'agit de la physique, la biologie, la métallurgie, l'électronique, la climatologie, la simulation, la chimie et l'environnement.

Les activités du CEA sont articulées autour de quatre pôles opérationnels, auxquels sont rattachés les centres :

- Pôle Défense (Direction des applications militaires, DAM) ;
- Pôle Nucléaire (Direction de l'énergie nucléaire, DEN) ;
- Pôle Recherche technologique (Direction de la recherche technologique, DRT) ;
- Pôle Recherche (Directions des sciences de la matière et des sciences du vivant, DSM et DSV).

Quatre autres pôles (PMR, PGSI, PSRE et PRHF) assurent un pilotage fonctionnel de l'ensemble des centres CEA. Depuis leur création en 2003, ils apportent une aide et une expertise aux pôles opérationnels, et constituent le soutien nécessaire à la réalisation des programmes de recherche.

La Cellule Qualité – Sécurité – Environnement (CQSE), au sein de laquelle s'est déroulé le stage, est rattachée à la Direction du centre de Saclay : elle a en charge notamment la surveillance des Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), l'hygiène et la sécurité et l'assainissement du Centre.

Le site de Saclay est souvent comparé à une ville en raison de son étendue de 200 hectares et de sa population, nécessitant une grande organisation de fonctionnement. Le centre CEA Saclay compte environ 5 000 personnes :

- 3500 salariés CEA ;
- 300 thésards et post-docs ;
- 500 collaborateurs scientifiques (CNRS, INSERM) ;
- 700 salariés d'entreprises extérieures ;
- 223 ha dont 50 ha pour l'Orme des Merisiers ;
- 35 km de routes ;
- 12 km de galeries techniques ;
- environ 400 bâtiments.

Ceci fait du CEA Saclay un des plus grands centres de recherche européens. Il possède son propre service de santé au travail (équipe de 7 médecins du travail et médecins spécialistes), son réseau de transport routier (73 lignes de bus), etc.

Abstract

THE NEW REGULATION ON NOISE EXPOSURE AT WORKPLACES AND ITS CONSEQUENCES ON THE PILOT SCALE RESEARCH FACILITIES OF THE CEA SACLAY, TAKING INTO ACCOUNT POTENTIAL MULTI-FACTOR EXPOSURE RISKS

The European Directive 2003/10/CE has resulted in a revision of the noise exposure levels at workplaces. This directive, which was transposed into French regulation by the Ministerial Decree 2006-892 dated July 19th 2006, is related to applicable health and safety conditions for workers noise exposure. It modifies the French Labour Code.

The aim of this study is to propose a methodology for the evaluation of noise exposure at workplaces which could be used by all actors at the CEA Saclay involved in health and safety issues. The actions undertaken aim to comply with applicable regulation. Bibliographic researches associated the experience acquired within the facilities and the analysis of the adopted method will facilitate the execution of future campaigns.

By the end of this study, the Health service to the Work and the QSE service will obtain a simple tool to be used for later evaluation campaigns.

Given the current state of knowledge, a synthesis of health and sanitary impacts related to noise exposure is proposed. This synthesis also includes the issue of the evaluation of co-exposure situations. The method presented here was lead on a total of nine units within the Centre. This method includes a study of situations of noise exposure and the setting of noise measurements per sonometry.

This study is based on three examples out of the nine previously mentioned and presents recommended corrective actions. Various types of situations with noise exposure are highlighted, in particular exposure levels encountered at mechanical workshops, and illustrate the variability of the cases to be considered.

This study also questions the limits of the evaluation of noise exposure, mainly on the influence of non-professional exposures. Finally, a first scanning of noise / ototoxic chemical products co-exposure situations lead to some tracks of reflexion in this field.

Key words:

Noise, Health at work, Professional hazard, Prevention, Co-exposure, Regulation

Sommaire

INTRODUCTION.....	1
1 SANTE AU TRAVAIL ET EXPOSITION AU BRUIT.....	2
1.1 Effets du bruit sur la santé	2
1.1.1 L'audition.....	2
1.1.2 Le bruit.....	3
1.1.3 Dangers des expositions au bruit	4
A) Effets auditifs.....	4
B) Effets extra-auditifs.....	5
C) Effets subjectifs et comportementaux	6
1.2 Exposition des travailleurs au bruit.....	6
1.2.1 Contexte réglementaire	6
A) Evolution de la réglementation.....	6
B) Paramètres et seuils sonores	7
1.2.2 Maladies professionnelles et accidents du travail	9
A) Maladies professionnelles	9
B) Accidents du travail	10
1.3 Bruit et expositions multifactorielles.....	10
1.3.1 Réglementation relative aux situations de co-expositions au travail	10
1.3.2 Co-expositions au bruit et aux substances ototoxiques	11
A) Etat des connaissances.....	11
B) Analyse des recommandations proposées dans la littérature	12
1.3.3 Autres types de co-expositions au bruit.....	13
1.3.4 Les expositions extraprofessionnelles	13
2 PREVENTION DES NUISANCES SONORES AU TRAVAIL.....	14
2.1 Une démarche de santé publique.....	14
2.2 L'organisation de la sécurité du CEA	15
2.3 Prévention des risques professionnels.....	17
2.3.1 Principes généraux et objectifs.....	17
2.3.2 Evaluation des Risques Professionnels.....	18
2.4 Gestion des risques liés à une exposition au bruit.....	18
2.4.1 Du diagnostic des expositions à la gestion du risque.....	18
2.4.2 Méthodes classiques de réduction des expositions au bruit	19

A)	Action en amont de l'émission sonore.....	20
B)	Actions sur la source de bruit ou sur la propagation.....	21
C)	Action sur la réception du signal sonore.....	22
2.4.3	Formation, information des travailleurs.....	23
A)	Une obligation réglementaire.....	23
B)	Conseils d'utilisation des Protecteurs individuels contre le bruit.....	24
2.4.4	Maîtrise des situations de co-expositions.....	24
3	ETUDE ACOUSTIQUE DES INSTALLATIONS DU CEA SACLAY.....	25
3.1	Acteurs.....	25
3.2	Méthodologie pour l'évaluation des expositions au bruit.....	26
3.2.1	Plan d'intervention pour l'évaluation des expositions au bruit.....	26
3.2.2	Sélection des installations.....	26
3.2.3	Etapes de la campagne d'évaluation des expositions au bruit.....	27
A)	Une démarche qui s'inscrit dans la continuité des actions menées par le Centre CEA Saclay.....	28
B)	L'approche normative de la démarche.....	29
C)	Etape préliminaire à la campagne d'évaluation des expositions au bruit.....	29
a)	Justification de la nécessité d'une étape préliminaire.....	29
b)	Collecte d'informations lors de l'étape préliminaire.....	30
D)	Protocole de mesures pour l'évaluation des expositions au bruit.....	31
a)	Matériel de mesure.....	31
b)	Echantillonnage sonore et contexte des mesures.....	33
c)	Plan de mesurage.....	34
3.2.4	L'exploitation des résultats de mesurage.....	35
A)	Détermination des paramètres caractéristiques et comparaison aux seuils réglementaires.....	35
B)	Interprétation et utilisation des résultats de la campagne de mesurage.....	36
a)	Efficacité des PICB et respect de la VLE.....	36
b)	Evaluation de la gêne sonore des travailleurs.....	37
c)	Actions consécutives à la campagne de mesurage.....	38
3.3	Résultats de la campagne de mesures de bruit au poste de travail.....	39
3.3.1	Présentation des installations sélectionnées.....	39
A)	Installations qui ont fait l'objet de mesures de bruit au poste de travail.....	39
B)	Installations retenues comme exemple de réalisation pour le mémoire.....	39
3.3.2	Résultats des mesures effectuées au niveau de trois installations du Centre.....	39
3.3.3	Situations de co-exposition au niveau des installations du Centre.....	41
4	SYNTHESE DE L'ETUDE ET PROPOSITIONS.....	43

4.1	Déroulement de la campagne de mesure de bruit au poste de travail	43
4.1.1	Etude préalable	43
4.1.2	Réalisation des mesures	44
4.1.3	Port de PICB	45
4.2	Prise en compte de la gêne sonore	45
4.3	Prise en compte des situations de co-exposition	46
4.3.1	Bruit et substances ototoxiques ; bruit et vibrations	46
4.3.2	Expositions extraprofessionnelles	46
	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	47
	BIBLIOGRAPHIE	50
	LISTE DES ANNEXES	I
	ANNEXE 1 : DEFINITIONS	II
	ANNEXE 2 : LISTE INDICATIVE DES SUBSTANCES CHIMIQUES A RISQUE OTOTOXIQUE	V
	ANNEXE 3 : EXTRAIT DE TABLEAUX DE MP	IX
	ANNEXE 4 : FPN	XII
	ANNEXE 5 : SCHEMAS DE REFLEXION POUR LA REDUCTION DU BRUIT (INRS)	XIII
	ANNEXE 6 : FICHES DE RENSEIGNEMENT, EMAIL, NOTICE EXPLICATIVE	XIV
	ANNEXE 7 : RELEVÉ DE PARAMETRES	XXIII
	ANNEXE 8 : RAPPORTS DE MESURAGE	XXIV
	ANNEXE 9 : NOTES ATTRIBUEES A LA GENE SONORE	XXV
	ANNEXE 10 : QUESTIONNAIRE POUR LE REPERAGE DE SITUATIONS DE CO-EXPOSITION	27
	ANNEXE 11 : CERTIFICAT MEDICAL POUR UNE DEMANDE DE MP (TABLEAU 42 DU RG)	29

Tableaux

Tableau 1 : évolution de la réglementation en matière de bruit au travail.....	7
Tableau 2 : protection effective d'un PICB en fonction de la durée d'exposition sans protecteur, pendant 8 heures	24
Tableau 3 : durées minimales d'échantillonnage sonore, cas d'une approche par tâche, d'après la norme NF S31-084.....	33
Tableau 4 : estimation de l'affaiblissement d'une PICB, d'après la norme NF EN 458	37
Tableau 5 : dépassements des seuils réglementaires dans trois installations du Centre	40
Tableau 6 : bilan du dépistage des situations de co-exposition et activités extraprofessionnelles des travailleurs dans neuf installations du Centre	41
Tableau 7 : situations de co-exposition dans neuf installations du Centre (<i>Source : SAFIPO</i>)	41
Tableau 8 : situations de co-exposition au bruit et à des substances dont l'ototoxicité est avérée, dans neuf installations du Centre	42

Figures

Figure 1 : schéma de l'oreille.....	2
Figure 2 : distribution des fréquences le long de la membrane basilaire d'une cochlée humaine	3
Figure 3 : courbes de pondération A et C	4
Figure 4 : acteurs sécurité d'une installation.....	16
Figure 5 : émission, propagation et réception du signal sonore (<i>Source : INRS</i>)	19
Figure 6 : informations relatives au bruit des machines suivant les directives 98/37/CE et 2006/42/CE (<i>Source : Centre technique des industries mécaniques, CETIM</i>).....	20
Figure 7 : schéma d'un sonomètre (<i>Source : Brüel & Kjaer</i>)	32
Figure 8 : placement du sonomètre pendant la mesure	32
Figure 9 : courbes de WISNER.....	38

Sigles

AFSSET	Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail
AGEPS	Agence générale des équipements et produits de santé
AS	Animateur sécurité
ASN	Autorité de sûreté nucléaire
α w	Coefficient Alpha Sabine
BDF	Bruit de fond
BPL	Bonnes pratiques de laboratoire
CCSIMN	Cellule de contrôle de la sécurité nucléaire, des Installations nucléaires de base et des matières nucléaires
CEA	Commissariat à l'énergie atomique
CETIM	Centre technique des industries mécaniques
CHSCT	Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail
CI	Chef d'installation
CNRS	Centre nationale de la recherche scientifique
CQSE	Cellule Qualité – Sécurité – Environnement
COFRAC	Comité français d'accréditation
CRAM	Caisse primaire d'assurance maladie
CRAMIF	Caisse régionale d'assurance maladie d'Ile de France
DAM	Direction des applications militaires
DARES	Direction de l'animation, de la recherche, des études et des statistiques
dB	Décibel
dB(A)	Décibel pondéré A
dB(C)	Décibel pondéré C
DEN	Direction de l'énergie nucléaire
DGT	Direction générale du travail
DRIRE	Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement
DRT	Direction de la recherche technologique
DSM	Direction des sciences de la matière
DSV	Direction des sciences du vivant
ELPI	Equipe locale de première intervention
ENSP	Ecole nationale de la santé publique
EPI	Equipement de protection individuelle
EPIC	Etablissement public à caractère industriel et commercial
EvRP	Evaluation des risques professionnels
FLS	Formation locale de sécurité

FPN	Fiches de poste et de nuisances
GEH	Groupe d'exposition homogène
ha	Hectare
Hz	Hertz
ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement
INB	Installation nucléaire de base
INRS	Institut national de recherche et de sécurité
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
ISD	Ingénieur sécurité de département
ISE	Ingénieur sécurité d'établissement
ISI	Ingénieur sécurité d'installation
km	Kilomètre
LABM	Laboratoire d'analyses biomédicales
LAeq	Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, en dB(A)
Lex,8H	Niveau d'exposition sonore quotidienne, en dB(A)
Lpc	Niveau de pression acoustique de crête, en dB(C)
MP	Maladie professionnelle
OIT	Organisation internationale du travail
OMS	Organisation mondiale de la santé
ORL	Oto-rhino-laryngologiste
Pa	Pascal
PGSI	Pôle gestion et systèmes d'information
PICB	Protection individuelle contre le bruit
PMR	Pôle maîtrise des risques
PNR	Réduction du niveau acoustique prédit
ppm	Parties par million
PRHF	Pôle ressources humaines et formation
PSRE	Pôle stratégie et relations extérieures
PST	Plan santé travail
RG	Régime général
SAFIPO	Saisie des fiches de poste et de nuisances
SPR	Service de protection contre les rayonnements ionisants
SST	Service de santé au travail
UE	Union européenne
VAI	Valeur inférieure déclenchant une action
VAS	Valeur supérieure déclenchant une action
VLE	valeur limites d'exposition
VME	Valeur moyenne d'exposition

INTRODUCTION

Le travail joue un rôle essentiel dans la vie des individus. En effet, la majorité des personnes salariées passent quotidiennement près de huit heures sur leur lieu de travail. Suivant leurs activités, ces personnes sont exposées à des risques qui peuvent avoir un impact sur leur santé. Parmi ces risques, le bruit tient une part non négligeable.

En Europe, un travailleur sur cinq doit élever la voix pour se faire entendre pendant au moins la moitié du temps qu'il passe au travail, et 7 % des travailleurs sont atteints de troubles de l'audition liés au travail [0]. La perte auditive due au bruit est la maladie professionnelle (MP) (*) la plus fréquemment signalée dans les pays de l'Union Européenne (UE) [1]. D'après le Conseil technique national du bruit, les catégories de travailleurs les plus concernées par les expositions au bruit sont les ouvriers du bâtiment, les ouvriers de la métallurgie, les travailleurs à la chaîne et les techniciens de maintenance. En France, une enquête menée en 1997 a montré que plus de trois millions de personnes étaient encore exposées à des nuisances sonores supérieures à 85 dB(A) et pouvant entraîner des surdités irréversibles [2]. Si certains travailleurs ont encore une mauvaise connaissance des conséquences du bruit sur la santé, les expositions à ce risque physique deviennent peu à peu une préoccupation sociétale.

L'employeur est garant de la sécurité de ses salariés et de la protection de leur santé au travail. Cela comprend un bien-être social, psychique et physique des travailleurs à tous les postes occupés. Pour cela, il est tenu d'évaluer les risques liés à l'environnement professionnel et de mettre en œuvre des moyens de gestion des risques identifiés. La réglementation en vigueur – révisée par le décret n°2006-892 du 19 juillet 2006 – précise les dispositions à prendre en cas d'exposition des travailleurs au bruit.

Les objectifs de ce mémoire sont de deux types :

- traiter une problématique de santé – sécurité au travail, par l'application des prescriptions réglementaires formulées par le décret n°2006-892 du 19 juillet 2006 au niveau du CEA Saclay ;
- initier des axes de réflexion sur une problématique de santé publique en prenant en compte les situations de co-exposition au bruit et à d'autres risques ainsi que les expositions extraprofessionnelles lors de l'évaluation des expositions au bruit au poste de travail.

Ce double objectif permet de considérer de par leurs activités – professionnelles ou extraprofessionnelles – l'ensemble de la population du Centre vis-à-vis des risques liés au bruit.

A partir d'un nombre restreint d'installations, ce mémoire décrit l'élaboration d'une méthode d'évaluation des expositions liées au bruit ainsi que sa mise en œuvre. Il fournit les principaux résultats de la campagne de mesures de bruit qui a été effectuée au niveau du CEA Saclay et donne des éléments pour la formulation de propositions en matière de prévention. Ce travail est complété par la prise en compte des situations de co-exposition et des expositions extraprofessionnelles des travailleurs.

Au final, cette étude formule des propositions concrètes pour que la méthode proposée soit réutilisable par les acteurs de sécurité du Centre, pour l'amélioration des conditions de travail.

(*) = renvoi aux définitions, [Annexe1](#)

1 SANTE AU TRAVAIL ET EXPOSITION AU BRUIT

1.1 Effets du bruit sur la santé

1.1.1 L'audition

L'audition est la perception d'un son par l'oreille. La figure 1 fournit un schéma de l'oreille.

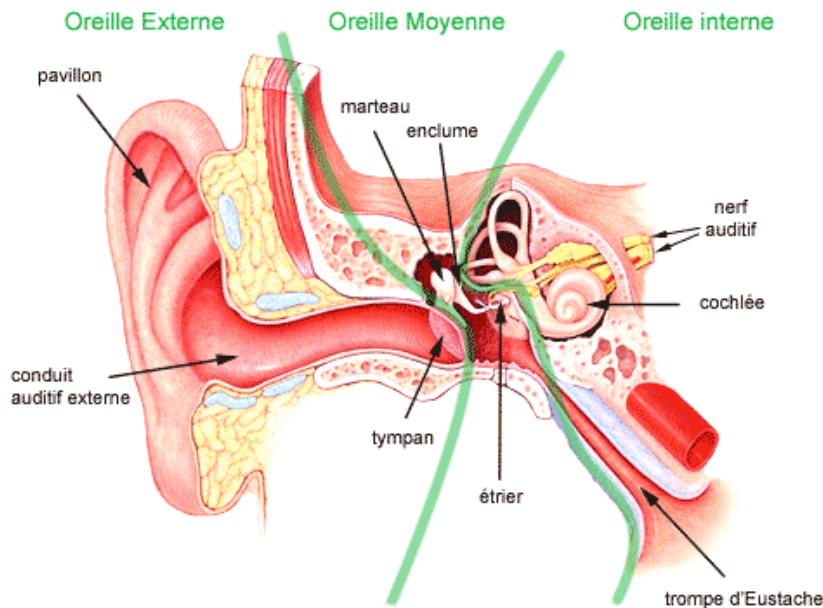


Figure 1 : schéma de l'oreille

Les trois parties de l'oreille ont chacune leur fonction :

- l'oreille externe se comporte comme une antenne acoustique ;
- l'oreille moyenne transmet les mouvements du tympan à l'oreille interne ;
- l'oreille interne, au cœur du système auditif, permet l'audition.

Les sons parviennent au pavillon (*) de l'oreille, où ils sont dirigés vers le conduit auditif externe. À l'extrémité de ce canal, ils exercent une pression sur la membrane du tympan, qui se met à vibrer à la même fréquence qu'eux. Les osselets de l'oreille moyenne, solidaires du tympan par le marteau, entrent également en vibration et assurent ainsi la transmission de l'onde sonore jusqu'à la cochlée.

Les muscles des osselets ont pour rôle de moduler cette transmission, notamment lorsque la puissance sonore est trop forte ; ils limitent ainsi les risques de lésion de la cochlée. Toutefois, cette protection demeure limitée dans la mesure où la contraction des muscles est trop lente face à un bruit soudain et ne peut être maintenue très longtemps, les muscles se fatiguant rapidement. Le rôle fondamental de cette chaîne tympano-ossiculaire est de transmettre les vibrations en adaptant les propriétés acoustiques du milieu aérien à celles des liquides de l'oreille interne.

La vibration sonore parvient à la cochlée, séparation membranaire entre l'étrier, dernier osselet de l'oreille moyenne, et la périlymphe de la rampe vestibulaire. L'endolymphe du canal cochléaire vibre alors à son tour et entraîne la membrane basilaire (*). Les sténocils, agités par les mouvements liquidiens, transforment la vibration acoustique en potentiels d'action (messages nerveux) qui sont transmis au cerveau par l'intermédiaire du nerf cochléaire. Les fibres de ce nerf se rassemblent dans l'axe du limaçon pour aller rejoindre le nerf auditif.

Ce sont donc les cellules ciliées internes qui donnent naissance au message nerveux. Elles transmettent des impulsions électriques aux nerfs auditifs dès que des oscillations sont transmises par la membrane basilaire. Les signaux d'entrée, de nature mécanique, sont transformés en signaux de nature électrique, reçus par le cerveau. Le cortex cérébral interprète le message nerveux qu'il reçoit, et génère la sensation auditive, image perceptive du message sonore capté par l'oreille.

Les 15 000 cellules sensorielles ciliées qui sont abritées par la cochlée ont un rôle déterminant dans l'audition. Elles permettent en effet à la cochlée d'amplifier les vibrations qui lui parviennent, de les analyser et de les orienter en fonction de leur fréquence vers les fibres nerveuses qui lui sont connectées ; enfin, elles participent à la transformation de l'énergie vibratoire en influx nerveux.

L'oreille agit comme un analyseur de spectre. Les cellules ciliées sont sensibles à des fréquences différentes en fonction de leur position le long de la membrane basilaire (voir figure 2). Elles émettent un signal nerveux proportionnel à l'intensité du signal sonore dans cette fréquence. [3]

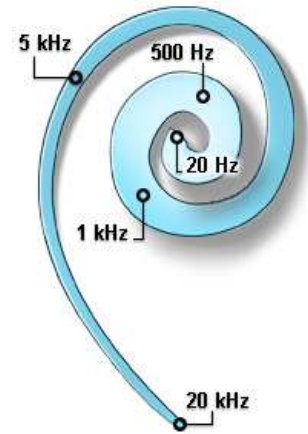


Figure 2 : distribution des fréquences le long de la membrane basilaire d'une cochlée humaine

1.1.2 Le bruit

Les phénomènes sonores ont été étudiés scientifiquement en Occident dès le VI^{ème} siècle avant JC par les pythagoriciens, qui mirent en évidence les relations existant entre la hauteur des sons émis et la longueur des cordes vibrantes. Ce n'est qu'à partir du XVIII^{ème} siècle que l'acoustique, jusque-là comprise dans l'art musical, devient une science autonome : Galilée et Marin Mersenne établissent des rapports mathématiques entre la longueur, la fréquence et la masse des cordes vibrantes ; Huygens et Newton posent les fondements de la théorie ondulatoire selon laquelle le son se propage par vibrations longitudinales du milieu. [4]

Le son est une onde qui résulte de la vibration mécanique d'un support fluide ou solide propagée dans un milieu (gazeux, liquide ou solide) sous forme d'ondes longitudinales. Des phénomènes vibratoires sont mis en jeu lors de l'émission d'un son. Celui-ci est caractérisé par : son timbre ; sa fréquence, appelée aussi hauteur (en hertz, Hz) ; son niveau (en décibel, dB) ; sa durée.

Le timbre correspond à la couleur du son. Il est différent pour chaque type de source sonore et permet la différenciation à l'oreille de deux sons qui auraient la même fréquence fondamentale et la même intensité. Le timbre dépend de la forme de l'onde acoustique.

La fréquence d'un son correspond au nombre d'oscillation de l'onde sonore par seconde ; à une fréquence faible correspond un son grave (entre 20 et 200 Hz), à une fréquence élevée un son aigu (entre 2.000 et 20.000 Hz) et de 200 à 2.000 Hz, ce sont les sons médium. L'étendue des fréquences audibles par l'oreille, appelée aussi spectre de l'audition, est située entre 20 et 20.000 Hz. En deçà, ce sont des infrasons perçus comme des vibrations et au delà, ce sont des ultrasons, inaudibles pour l'homme.

Un signal sonore peut être décomposé en plusieurs intervalles de fréquences appelés aussi bandes d'octaves (*). L'étendue des fréquences audibles par l'homme est généralement divisée en neuf bandes d'octaves centrées sur : 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz, 4.000 Hz, 8.000 Hz et 16.000 Hz. Elles sont incluses dans le spectre de l'audition humaine.

Les ondes sonores mettent en mouvement des régions de l'espace initialement au repos. Elles transportent donc une énergie nécessaire à cette mise en mouvement. Le niveau du son perçu par l'oreille humaine correspond à une variation de pression de l'air ambiant. La gamme de sensibilité de l'oreille comprend des pressions acoustiques situées entre 20 μ Pa et 20 Pa. Pour réduire l'amplitude de cette gamme de valeurs, ces pressions sont traduites en niveaux sonores, qui s'expriment en décibels. Ainsi, le son le plus faible vaut 0 dB et le plus fort 120 dB.

Pour prendre en compte la sensibilité de l'oreille, qui varie selon la fréquence du son (l'oreille est moins sensible aux basses fréquences), les niveaux sont pondérés dans chaque bande de fréquences. Pondérer un signal sonore consiste à multiplier son intensité sur chaque bande d'octave par un coefficient de pondération propre à chaque fréquence. Les niveaux sonores étant exprimés en dB, cela revient à ajouter au niveau sonore un coefficient propre à chaque fréquence.

Parmi les différents types de pondération existants, les pondérations A et C sont les plus couramment employées. La pondération A tient compte du fait que l'oreille humaine n'est pas également sensible à toutes les fréquences des sons audibles. La sensibilité est maximale pour les fréquences moyennes. La pondération C affecte sensiblement le même poids à toutes les fréquences. La figure 3 présente les courbes de ces pondérations.

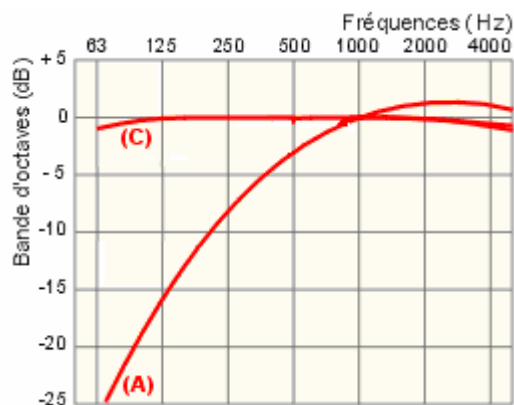


Figure 3 : courbes de pondération A et C

Le bruit est défini comme un stimulus sonore (ou son) indésirable [3]. Il est constitué de la superposition de plusieurs sons d'origines, d'intensités et de fréquences diverses répartis le plus souvent de façon anarchique.

1.1.3 Dangers des expositions au bruit

L'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET) propose une classification des effets du bruit sur la santé suivante :

- effets sur l'audition ;
- effets extra-auditifs ;
- effets subjectifs et comportementaux.

A) Effets auditifs

Le bruit est nocif à des niveaux très inférieurs au seuil de la douleur, à 120 dB(A). Des expositions excessives au bruit peuvent entraîner une baisse de l'audition, donnant lieu à une déficience auditive qui peut être temporaire ou définitive. L'altération de l'ouïe peut être à l'origine :

- d'une fatigue auditive : c'est un déficit temporaire de l'audition, dont les effets surviennent sur une durée limitée dans le temps ;

- d'une perte auditive : c'est un déficit irréversible de l'audition qui donne lieu à un abaissement du seuil d'audibilité de la personne ;
- d'acouphènes : ils peuvent être un des premiers signes indiquant que l'ouïe a été endommagée par le bruit [4]. L'individu souffrant d'acouphènes a une sensation de sifflements aigus dans les oreilles en dehors de tous stimuli externes. Cela résulte souvent d'un traumatisme sonore. Dans certains cas, les acouphènes peuvent s'accompagner d'hyperacousie (intolérance ou perception accrue des sons).

La diminution des capacités auditives peut être due à une altération plus ou moins grave des cellules auditives de la cochlée. Celles-ci sont en effet particulièrement sensibles aux mouvements trop importants de la membrane basilaire, spécialement lorsqu'ils sont causés par des sons intenses. Les troubles de l'audition peuvent aussi être dus à un blocage mécanique dans la transmission du son vers l'oreille interne. Suivant le caractère réversible ou irréversible des lésions, l'effet de l'exposition au bruit est appelé, respectivement fatigue auditive ou perte auditive.

Les lésions de l'oreille (moyenne ou interne) dues au bruit varient suivant l'intensité du signal sonore, la durée de l'exposition, sa composition fréquentielle, sa soudaineté ou encore l'environnement dans lequel il est émis. La nocivité du bruit dépend également de la vulnérabilité individuelle (exemples : âge, antécédents médicaux) et des possibles expositions multifactorielles. En effet, certaines substances chimiques peuvent amplifier (potentialiser) les effets du bruit sur l'audition. La presbyacousie, altération naturelle de l'ouïe avec l'âge, peut ainsi être accélérée en cas de surexposition ou de co-exposition au bruit.

B) Effets extra-auditifs

Les effets extra-auditifs sont définis comme étant la conséquence de messages nerveux d'origine acoustique. Ces derniers atteignent de façon secondaire d'autres zones du cerveau non spécifiques de l'audition [6]. Ils n'ont donc pas de conséquence directe sur l'audition. Ces effets, appelés aussi effets non auditifs ou non traumatiques du bruit, s'exercent sur la santé des personnes exposées mais ils peuvent également impacter la sécurité et l'efficacité de l'individu à son travail.

Une étude bibliographique menée en 1994 par une équipe de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) [5] mentionne les différentes conséquences possibles :

- sur la santé : effets cardiovasculaires, effets hormonaux, effets sur le sommeil, effet sur le stress professionnel ;
- sur la sécurité : accidents et problèmes de communication ;
- sur l'efficacité : effets sur la performance selon les activités de l'individu.

Cette étude montre que le bruit peut provoquer des modifications physiologiques qui peuvent, à long terme affecter l'état de santé de la personne. Il semble qu'au poste de travail, le bruit associé à d'autres facteurs psychosociaux indésirables augmente le risque de maladies cardiovasculaires. Le bruit est à considérer comme un des nombreux facteurs de stress en milieu professionnel : il agit dans un contexte multifactoriel. Ce sont autant de facteurs qui peuvent réduire la tolérance du sujet au bruit.

Parfois mentionné dans les causes d'insatisfaction au travail, le bruit peut également devenir un facteur de risque pour la sécurité au travail. Le travail de plusieurs personnes dans une ambiance bruyante peut être gêné lorsque l'effet de masque se manifeste. La transmission d'information ou l'analyse d'alertes sonores peuvent alors être entravées. Par ailleurs, les individus souffrant de problèmes de sommeil liés au bruit peuvent connaître une fatigue chronique, source de baisses de vigilance diurne pouvant avoir une incidence sur les risques d'accidents de travail (*) [7].

Enfin, le bruit est considéré comme étant la nuisance principale chez les personnes présentant un état anxio-dépressif. Les personnes dépressives, anxiogènes ou ayant des problèmes psychologiques sont très sensibles à l'environnement sonore qui jouerait un rôle dans l'évolution et le risque d'aggravation de ces maladies.

De façon générale, les effets biologiques extra-auditifs sont nombreux mais difficiles à attribuer de façon indéniable et univoque au bruit.

C) Effets subjectifs et comportementaux

La gêne due au bruit est le principal effet subjectif du bruit. Elle est définie par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) comme « *une sensation de désagrément, de déplaisir provoquée par un facteur de l'environnement dont l'individu ou le groupe connaît ou imagine le pouvoir d'affecter sa santé* » [8]. De nombreuses enquêtes sociales ou socio-acoustiques ont été menées depuis près de 60 ans sur la gêne due au bruit. Fields [9] en a recensé 521 sur la période 1943-2000. La gêne y est mesurée principalement à partir d'échelles. Ces enquêtes ont montré pour la plupart qu'il est difficile de fixer le niveau précis où commence l'inconfort et ont souligné le caractère variable du lien existant entre les indicateurs de gêne et l'intensité physique du son. Si des relations dose-réponse ont pu être établies entre niveaux d'exposition au bruit (notamment de transport) et gêne individuelle, les études montrent que la corrélation entre ces deux variables reste relativement faible.

Le lien entre la gêne perçue et l'intensité sonore est variable [10]. Elle dépend de plusieurs facteurs tels que :

- les facteurs individuels (antécédents, milieu socio-professionnel, âge) ;
- les facteurs contextuels (origine du bruit : subi ou émis, caractère imprévisible du bruit, ambiance de travail).

La gêne est fréquemment associée à d'autres symptômes subjectifs tels que : la fatigue ou l'irritabilité et elle peut jouer sur les comportements des individus : attitudes négatives, hostilité, agressivité [11]. Dans ce cas, le bruit a donc également un impact sur le climat social.

1.2 Exposition des travailleurs au bruit

1.2.1 Contexte réglementaire

Ce chapitre présente les évolutions de la réglementation ainsi que les paramètres et valeurs seuil auxquels elle fait référence.

A) Evolution de la réglementation

[12] Longtemps considéré comme une conséquence inévitable de l'industrialisation, le bruit fait aujourd'hui l'objet d'une réglementation qui vise à protéger les travailleurs contre les risques liés à des expositions excessives. Celle-ci s'articule autour de trois axes principaux :

- la prévention des risques d'exposition en agissant sur l'environnement de travail. Des textes visent à limiter le bruit émis par les machines (code du travail R.233-84) et à favoriser le traitement acoustique des locaux de travail (code du travail R.232-11 (directive 86/188/CE)). Il est à noter que la Directive Machines mentionne des exigences sur la limitation des niveaux sonores en phase d'utilisation et sur l'étiquetage des équipements concernés ;
- l'évaluation des risques professionnels : l'employeur doit prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé des travailleurs (article L. 230-2 du Code du travail) ; par ailleurs, le décret n° 2001-1016 du 05/10/2001 a introduit dans le Code du travail une disposition réglementaire

- demandant à l'employeur de rédiger l'évaluation des risques : il s'agit du « document unique » ;
- la protection des travailleurs (code du travail R.232-8 (Directive 86/188/CE), modifié en 2006 par la directive 2003/10/CE).

La réglementation en matière de bruit au travail a connu une récente évolution avec la transposition de la directive européenne 2003/10/CE du 6 février 2003, concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit) par le décret n° 2006-892 du 19 juillet 2006, relatif aux prescriptions de santé et de sécurité applicables en cas d'exposition des travailleurs aux risques dus au bruit et modifiant le code du travail. Les employeurs des états membres de l'Union Européenne doivent se conformer aux nouvelles exigences depuis le 15 février 2006.

Ce changement a eu lieu face au constat du nombre de cas d'atteintes auditives reconnues comme MP et des coûts engendrés. En effet, l'enquête SUMER 2003 évalue à 7 % le nombre de travailleurs déclarant être exposés à un bruit supérieur à 85 dB(A) pendant plus de 20 heures. Ce qui représente environ 1,2 million de personnes. Plus récemment, en 2005, un sondage réalisé pour l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail a montré que 67 % des actifs français se disent dérangés par le bruit sur leur lieu de travail. De nombreuses manifestations en Europe ont eu lieu ces deux dernières années et les demandes d'informations concernant l'application de cette réglementation sont croissantes : ceci révèle une certaine prise de conscience des entreprises vis-à-vis des dangers du bruit [13].

Ce nouveau cadre réglementaire apporte deux principales modifications :

- un abaissement des seuils d'action de 5 dB, ce qui correspond à une diminution au tiers en termes d'énergie acoustique, en faveur d'un renforcement des exigences en matière de sécurité au travail ;
- l'introduction d'une Valeur limite d'exposition (VLE) à ne jamais dépasser.

Le tableau 1 présente une synthèse des exigences réglementaires du décret n°2006-892 du 19/07/2006, comparativement à l'ancienne réglementation.

Tableau 1 : évolution de la réglementation en matière de bruit au travail

seuils	paramètres	ancienne réglementation	nouvelle réglementation
VAI	Lex,8H	85 dB(A)	80 dB(A)
	Lpc	135 dB(C)	
VAS	Lex,8H	90 dB(A)	85 dB(A)
	Lpc	140 dB(C)	137 dB(C)
VLE *	Lex,8H	Aucune	87 dB(A)
	Lpc	Aucune	140 dB(C)

Nota :

(*) = tient compte de l'atténuation des Protections individuelles contre le bruit (PICB)

B) Paramètres et seuils sonores

Comme indiqué dans le tableau 1, les paramètres acoustiques employés pour décrire les expositions professionnelles sont les suivants :

- Lex,8H, en dB(A) : ce paramètre de l'exposition au bruit représente la moyenne dans le temps du bruit reçu pour une journée de travail nominale de huit heures ;
- Lpc, en dB(C) : ce paramètre correspond au niveau de pression acoustique de crête (*), c'est le niveau maximal atteint au cours d'une journée de travail.

REMARQUE :

Un troisième paramètre est également défini : il s'agit du Lex,40H. Il rend compte de l'exposition hebdomadaire du bruit et peut être employé lorsque les travailleurs ont des activités variables d'une journée à une autre. Dans ce cas, le Lex,40h est mieux représentatif que le Lex,8h.

Par ailleurs, les trois seuils sont définis comme suit :

- VAI : c'est la Valeur inférieure déclenchant une action ;
- VAS : c'est la Valeur supérieure déclenchant une action ;
- VLE : c'est la Valeur limite d'exposition ; ce seuil correspond à l'exposition du travailleur sur 8h en tenant compte de l'atténuation de ses protecteurs auditifs : il ne doit en aucun cas être dépassé.

L'employeur procède à une évaluation des expositions au bruit, et si nécessaire, effectue des mesurages de niveaux sonores. Ces derniers sont comparés aux seuils précités et engendrent la mise en place d'actions correctives visant à réduire l'exposition des travailleurs au bruit.

BILAN

- ★ L'employeur doit veiller à l'absence de dépassement de VLE.
- ★ En cas de dépassement de la VAI, l'employeur :
 - assure la formation et l'information des travailleurs concernés ;
 - laisse la possibilité, si le travailleur ou le médecin du travail le demandent, d'examens médicaux préventifs ;
 - met à disposition des travailleurs des PICB adaptés.
- ★ En cas de dépassement de la VAS, l'employeur :
 - prévoit et met en œuvre un programme technique et organisationnel de mesures de réduction des expositions au bruit ;
 - signale les lieux de travail concernés et y limite l'accès ;
 - veille au port des PICB, rendu obligatoire ;
 - assure aux travailleurs concernés un suivi médical renforcé.
 -

Une dérogation au port de PICB est possible : si l'utilisation permanente de ces équipements de protection individuelle entraîne un risque plus grand que leur non port. Elle est accordée par l'Inspecteur du travail, après avis du Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT). Elle est valable un an, renouvelable.

L'arrêté du 19 juillet 2006 pris pour l'application des articles R.231-126, R.231-128 et R.231-129 du code du travail fixe les outils à employer pour :

- la détermination des paramètres physiques indicateurs du risque (Lex,8h, Lex,40h et Lpc) : la norme NF S31-084 intitulée « *Méthode de mesurage des niveaux d'exposition au bruit en milieu de travail* » est à utiliser ;
- l'appréciation du respect de la VLE : la norme NF EN ISO 4869-2 intitulée « *Protecteurs individuels contre le bruit (PICB). – Partie 2 : Estimation des niveaux de pression acoustique pondérés A en cas d'utilisation de PICB* ».

Dans un article sur l'entrée en vigueur de la Nouvelle Réglementation Bruit au Poste de Travail [14], l'INRS mentionne qu'en France, la norme NF S31-084 d'octobre 2002 est la

référence pour l'évaluation des expositions au bruit. Elle repose sur une méthode basée sur la construction de Groupes d'exposition homogènes (GEH) (*) et sur des échantillonnages statistiques d'ambiances sonores. L'INRS précise qu'il existe cependant d'autres méthodes normatives ou non dans la littérature qui peuvent être utilisées mais ne les préconisent pas explicitement : c'est le cas par exemple du *Health and Safety Executive* britannique.

Cet article soulève également quelques interrogations. L'INRS pose la question de l'atténuation des PICB, celle-ci ayant un impact direct sur l'estimation des expositions et sur le calcul de la VLE. Pourtant, les études montrent que les valeurs d'affaiblissement communiquées par les fabricants après avoir subi des tests en laboratoire correspondent rarement avec exactitude aux valeurs mesurées en condition réelles de travail. Cela a pour conséquence de sous-estimer l'exposition des travailleurs. L'employeur doit rester attentif sur cette question et il privilégiera toujours les solutions collectives de réduction du bruit par rapport aux solutions individuelles.

Par ailleurs, aucun agrément pour la réalisation des mesures de bruit n'est désormais nécessaire. D'ailleurs, depuis janvier 2007, le bruit ne figure plus dans la liste des organismes agréés. Néanmoins, en cas de mise en demeure de l'inspecteur du travail, l'employeur doit faire procéder à un mesurage du bruit par un organisme accrédité dans ce domaine. Cet organisme doit avoir été accrédité par le Comité français d'accréditation (COFRAC) ou tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord multilatéral européen, établi dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation (article R.231-129 du code du travail).

Enfin, les prescriptions réglementaires en matière de surveillance médicale sont mentionnées dans la directive 86/188/CEE du 12 mai 1986 concernant la protection des travailleurs contre les risques dus à l'exposition au bruit pendant le travail.

1.2.2 Maladies professionnelles et accidents du travail

A) Maladies professionnelles

La surdité (*) provoquée par le bruit est reconnu comme MP depuis 1963. Ses critères de reconnaissance sont mentionnés dans le tableau n° 42 des MP du régime général de la Sécurité sociale. La parution du décret n° 2003-924 du 25/09/2003 a donné lieu à une révision de ce tableau, moins restrictive et lui donnant l'intitulé suivant : « *Atteinte auditive provoquée par des bruits lésionnels* ».

D'après l'OMS, « *dans de nombreux pays, la perte auditive imputable au bruit constitue la maladie du travail irréversible la plus prévalente* [15]. En Europe, la surdité professionnelle est la maladie du travail la plus fréquente ; elle représente près d'un tiers de toutes les MP [16].

En France, le tableau n° 42 représente la 4^{ème} cause de MP indemnisée (derrière les troubles musculo-squelettiques, les pathologies liées à l'amiante et les lombalgies). En 2005, il comptait 1 198 MP avec arrêt, ce qui représente un coût de l'indemnisation ressortant à 112 249 105 Euros [17].

Le dossier médical témoigne du passé professionnel de chaque salarié (notamment grâce à ses Fiches de poste et de nuisance (FPN) qui mentionnent toutes ses expositions) et il permet de faire des reconstitutions de carrière, dans le cadre de la recherche de l'origine d'une MP. Les demandes de déclaration de MP sont reçues par l'employeur qui instruit le dossier avant de retourner les données à la Caisse primaire d'assurance maladie (CRAM).

La sous-déclaration des MP est un phénomène connu. D'ailleurs, selon l'AFSSET, la perception sociale de la surdité et l'attitude de déni de nombreux malentendants laissent soupçonner une forte sous-estimation du nombre de surdités professionnelles.

Par ailleurs, la connaissance de la part attribuable aux expositions professionnelles est une autre des difficultés rencontr es en matière de MP. Les conséquences du bruit sur la santé résultent des expositions lors des périodes de travail, mais aussi des activités extraprofessionnelles.

Une visite médicale est effectu e de façon systématique au moment de l'embauche pour tous les salariés d'une entreprise. Elle permet d'effectuer le suivi des évolutions de son état de santé au cours du temps. La collecte d'informations par le Service de santé au travail (SST) sur les activités extraprofessionnelles du salarié, vise à évaluer au plus juste la part attribuable aux expositions professionnelles.

B) Accidents du travail

En 2003, l'enquête SUMER montre que 4,5 % des salariés interrogés (soit 780.000 personnes) ont déclaré avoir eu au moins un accident du travail ayant occasionné un arrêt de travail au cours des douze mois précédant l'enquête. En présence d'un niveau élevé de bruit, 8,6 % des salariés ont eu un accident avec arrêt de travail au cours des douze mois précédant l'enquête. Toutes choses égales par ailleurs, le bruit accroît de 24 % le risque d'accident avec arrêt. Les causes sont souvent li es aux effets extra-auditifs du bruit.

Parmi les conclusions auxquelles a abouti l'enquête SUMER 2003, le bruit est un facteur qui contribue au risque d'accident au travail. Ceci confirme les donn es bibliographiques mentionn es dans le chapitre traitant des effets extra-auditifs du bruit.

1.3 Bruit et expositions multifactorielles

Les effets liés aux expositions multifactorielles au bruit et aux expositions combin es du bruit avec d'autres sources de nuisances (appel es aussi expositions cumul es ou co-expositions) demeurent mal connus [10]. De plus, il est aujourd'hui difficile d'évaluer précisément la part des pertes auditives strictement li e au bruit car les individus sont le plus souvent exposés au bruit et   d'autres facteurs de risque. D'ailleurs, peu de donn es épidémiologiques existent sur les surdités exclusivement li es au bruit.

1.3.1 Réglementation relative aux situations de co-expositions au travail

Le décret n  2006-892 du 19/07/2006 précise que l'employeur doit prendre en compte, dans la mesure du possible, les risques liés aux co-expositions lors de l'évaluation des risques :

*« Lorsqu'il procède à l'évaluation des risques, l'employeur prend en considération : (...)
4  Compte tenu de l'état des connaissances scientifiques et dans la mesure où cela est techniquement réalisable, toute incidence sur la santé et la sécurité des travailleurs résultant d'interactions entre le bruit et des substances toxiques pour l'ouïe d'origine professionnelle et entre le bruit et les vibrations ».*

  ce jour, en ce qui concerne les substances chimiques potentiellement ototoxiques, aucune disposition réglementaire spécifique visant à une révision des seuils d'exposition limites n'a été établie.

Cependant, il existe des dispositions réglementaires pour ce qui est des expositions au risque chimique (Décret n  2003-1254 du 23 décembre 2003).

Dans un premier temps, il est demandé aux employeurs de procéder à une évaluation de ce risque. En outre, l'employeur est tenu de veiller au respect des valeurs limites (*) d'exposition définies dans le cadre de l'utilisation de solvants :

- VLE, à court terme : elle est destinée à protéger les travailleurs des pics d'exposition (référence de la durée de mesure : 15 minutes). La VLE ne doit jamais être dépassée ;
- Valeur moyenne d'exposition (VME) : elle est destinée à protéger les travailleurs des effets chroniques des expositions (référence de la durée de mesure : 8 heures). Une VME peut être dépassée sur une courte durée, à condition que la VLE soit respectée.

Il est à noter que ces limites d'exposition ont été établies pour des sujets sains.

1.3.2 Co-expositions au bruit et aux substances ototoxiques

A) Etat des connaissances

Les substances ototoxiques sont des composés chimiques toxiques susceptibles de provoquer des perturbations de la fonction auditive, transitoires ou permanentes, en agissant directement sur l'organe sensoriel de l'audition. Elles peuvent avoir une origine professionnelle comme des solvants aromatiques ou des solvants chlorés, ou extraprofessionnelle comme des antibiotiques, des anti-tumoraux ou de l'acide acétylsalicylique pour ne citer que les principaux. Les effets sont divers et ne présentent pas tous la même gravité : ototoxicité avérée, vertiges, acouphènes, pertes auditives réversibles, etc.

Dans la littérature, près de 180 substances sont recensées comme présentant un caractère ototoxique. Ces substances ne présentent cependant pas les mêmes risques pour l'audition ; elles n'ont pas systématiquement fait l'objet d'études, que ce soit sur l'animal ou sur l'homme. Le manque de données bibliographiques incite à rester prudent sur le caractère avéré de l'ototoxicité de ces substances [18]. Une liste des substances ototoxiques est proposée, elle a été établie (sous réserve d'exhaustivité) à partir d'un croisement de ressources bibliographiques. Un classement de ces substances est proposé, suivant les familles mentionnées ci-dessous :

- pulvérulents et solvants organiques ;
- antifongiques ;
- antibiotiques : Aminoglycosides (ou aminosides), Beta-lactamines, Polypeptides, Glycopeptides, Phénicoles, Macrolides, Cyclines ;
- sulfamides ;
- antiparasitaires externes ;
- diurétiques ;
- analgésiques anti-inflammatoires et antipyrétiques ;
- glucocorticoïdes ;
- anesthésiques locaux ;
- anti-tumoraux, chimiothérapies ;
- anti-paludéens, anti-malariaux ;
- antiarythmiques ;
- préparations auriculaires ;
- prostaglandines ;
- contraceptifs ;
- médicaments cardiaques ;
- agents psychopharmacologiques ;
- autres médicaments et substances.

En **Annexe 2** sont listées les substances pour chacun de ces groupes et leurs effets possibles sur l'audition, lorsqu'ils sont connus. Parmi ces substances, celles qui sont reconnues comme agents ototoxiques professionnels sont :

- les solvants aromatiques : toluène, xylène, styrène, éthylbenzène ;
- le monoxyde de carbone ;
- l'acide cyanhydrique.

De nombreuses études épidémiologiques et expérimentations animales ont souligné le caractère ototoxique de ces solvants aromatiques. Ces solvants peuvent être toxiques pour les individus qui les inhalent. Elles ont aussi montré l'existence d'un risque réel de potentialisation des effets du bruit en cas de co-exposition. Par ailleurs, le monoxyde de carbone et l'acide cyanhydrique n'engendrent pas de perte auditive par eux-mêmes mais ils peuvent potentialiser les effets du bruit [19].

D'autres études visant à montrer des effets de synergie entre le bruit et d'autres substances ototoxiques ne conduisent à aucune conclusion ferme [20]. Elles mentionnent l'importance des facteurs de confusion (exemples : âge, expositions extra-professionnelles, antécédents médicaux, etc.) et la difficulté qui consiste à les évaluer.

Les travaux d'une équipe de recherche de l'université de Yale publiés récemment, ont montré que l'exposition professionnelle à des solvants organiques est un facteur de risque pour les pertes d'audition des hautes fréquences. Ces chercheurs américains ont étudié pendant 5 ans une cohorte de 1.319 travailleurs de l'industrie de l'aluminium, âgés au départ de l'étude de 35 ans ou moins. Par ailleurs, aucune relation dose-réponse n'a pu être mise en évidence. Ces travaux viennent confirmer les résultats des précédentes études [21].

B) Analyse des recommandations proposées dans la littérature

En matière d'exposition au bruit et au risque chimique, la réglementation n'impose aucun seuil (seuil d'action ou seuil limite d'exposition) qui prenne en compte le caractère ototoxique des substances. Le manque de données scientifiques en matière de co-exposition et les insuffisances rencontrées sur l'évaluation des risques de ces substances expliquent vraisemblablement cette absence de prescription. De fait, aucune diminution de seuil, visant à renforcer la réglementation actuelle, n'est prévue.

Une étude a été conduite récemment pour valider la pertinence de la valeur de la VAS (Lex,8H = 85 dB(A)) pour des sujets co-exposés [22] :

- au bruit et à un solvant (le styrène) ;
- au bruit et à un antibiotique (gentamicine).

Les résultats des tests (sur des rats) ont conduit les rédacteurs de l'étude à proposer un abaissement de la VME française de styrène de 50 à 30 ppm pour assurer une plus haute protection de l'audition des salariés. Cependant, l'étude n'a pas révélé de sensibilité accrue au bruit de l'oreille interne après traitement à la gentamicine.

S'il est difficile d'établir un état de l'art rigoureux sur le caractère ototoxique ou sur la capacité des substances listées à potentialiser les effets du bruit, force est de constater :

- que ces substances sont nombreuses ;
- que la part des expositions extraprofessionnelles est vraisemblablement non négligeable car la majorité de ces substances à risque ototoxique sont médicamenteuses.

De façon générale, la connaissance des effets sur la santé des expositions simultanées au bruit et à des agents ototoxiques quels qu'ils soient reste actuellement très limitée. Lorsque les recherches scientifiques fourniront plus de données sur le caractère ototoxique de ces substances chimiques et sur la potentialisation des effets, l'évaluation des risques qui y sont liés devra également être documentée. Les outils pour l'évaluation des risques professionnels devront être mis à jour, pour permettre de traiter des résultats de mesures de co-exposition. En France, des logiciels ont déjà été développés dans cette optique [23].

1.3.3 Autres types de co-expositions au bruit

Les personnes exposées au bruit sur leur lieu de travail peuvent également être exposées aux vibrations ; il est préférable que cela soit pris en compte dans l'évaluation des risques professionnels.

Par ailleurs, une revue de l'ensemble des tableaux des MP a permis de valider ou de mettre en évidence des facteurs potentiels d'exposition multifactorielle. Deux recherches ont été effectuées dans chaque tableau de MP (voir Annexe 3) :

- la première visant à valider les effets des substances à risque ototoxique (préalablement recensées) ;
- la seconde visant à observer des expositions pouvant engendrer une atteinte de l'audition.

Voici la liste des expositions retenues à l'issue de cette recherche :

1. plomb – Tableau du Régime général (RG) 1 :
« *Altération des fonctions cognitives* » ;
2. bromure de méthyle – Tableau du RG 26 :
« *Troubles auriculaires* » ;
3. pression supérieure à la pression atmosphérique – Tableau RG 29 :
« *Otite moyenne ; hypoacousie* » ;
4. pression inférieure à la pression atmosphérique – Tableau RG 83 :
« *Otites ; lésions de l'oreille interne* » ;
5. Streptocoques bêta-hémolytiques – Tableau RG 76 :
« *Otite compliquée* » ;
6. Streptococcus suis – Tableau RG 92 :
« *Atteinte cochléo-vestibulaire : surdité de perception avec acouphènes et troubles de l'équilibre ; atteinte cochléo-vestibulaire* ».

Les points 1 et 2 permettent de confirmer le caractère ototoxique de ces substances déjà observées lors de la revue bibliographique précédente.

Les points 3 à 6 mettent en évidence des conséquences sur l'audition : ils pourraient faire l'objet d'un questionnement approfondi sur la potentialisation des effets qu'ils engendreraient en cas de co-exposition au bruit.

En revanche, aucune autre substance ototoxique recensée lors de la revue bibliographique n'est mentionnée dans ces tableaux de MP, hormis :

- le mercure – Tableau RG 2 ;
- le benzène, toluène, les xylènes et les produits en renfermant – Tableau RG 4 bis ;
- les aminoglycosides, notamment la streptomycine, la néomycine et leurs sels – Tableau RG 31.

Enfin, une étude indique que les bruits de niveaux élevés augmentent l'inconfort thermique [10]. L'organisme humain se retrouve en état d'inconfort lorsqu'il éprouve de la difficulté à conserver ou à éliminer sa chaleur. Habituellement, les principales causes de l'inconfort thermique sont les variations de température, la température trop froide ou trop chaude, le pourcentage d'humidité et les courants d'air.

1.3.4 Les expositions extraprofessionnelles

Les expositions sonores les plus délétères en termes de santé publique (% de sujets exposés) et de pertes de sensibilité auditive statistiquement significatives sont les concerts de groupes, les discothèques et les baladeurs. En 1979 chez les 18 – 30 ans, déjà 7 % avait plus de 20 dB de perte à 1 kHz [24].

Certaines études indiquent que beaucoup d'adolescents et de jeunes adultes ont déjà subi une perte auditive permanente provoquée par une exposition à du bruit excessif produit pendant certaines activités de loisir [25]. Parmi les activités mises en cause, il y a notamment : le bricolage (utilisation de machines-outils), les sorties en boîtes de nuit, les cours d'aérobic (en musique, généralement), l'écoute de musique (notamment avec un baladeur), le tir, les sports motorisés et le ball-trap.

Si les risques auditifs liés à l'écoute de la musique amplifiée relèvent à la fois d'un problème sociologique (phénomène de mode), c'est aussi un problème de santé publique car presque toutes les classes d'âge sont concernées. La France a choisi de légiférer en limitant le niveau sonore moyen dans les lieux de loisirs musicaux à 105 dB(A) en moyenne en tout point accessible au public [26].

2 PREVENTION DES NUISANCES SONORES AU TRAVAIL

2.1 Une démarche de santé publique

[27] Le bruit est considéré par l'OMS comme « *un problème de santé publique de plus en plus important* » compte tenu des conséquences qu'il a sur la santé. Il constitue, « *non seulement une nuisance mais encore une menace grave pour la santé [qui] n'est reconnue que depuis peu* ». L'OMS constate également que les déficits auditifs ne se limitent pas au monde du travail et que les expositions extraprofessionnelles tiennent aussi une part non négligeable. Les actions à mener doivent donc concerner ces lieux de vie même si dans le cadre de l'évaluation des risques professionnels, la priorité est donnée aux expositions sur le lieu de travail.

En France, le Plan Santé Travail (PST) fixe comme objectif de réduire le nombre de travailleurs soumis à un niveau de bruit de plus de 85 dB(A) plus de 20 heures par semaine sans protection auditive par rapport à la prévalence estimée à partir des résultats de l'enquête SUMER 2003 [28]. Celle-ci indique qu'en 2003, parmi le tiers des salariés enquêtés exposés à des nuisances sonores, près de 7 % d'entre eux subissent pendant plus de 20 heures par semaine des bruits dépassant de seuils de 85 dB(A) ou comportant des chocs et des impulsions. Ces bruits sont qualifiés de « bruits nocifs ». Par ailleurs l'étude montre que 25 % des salariés sont soumis à d'autres bruits, dépassant 85 dB(A) moins de vingt heures ou gênants et inférieurs à 85 dB(A). L'étude montre que les bruits nocifs se rencontrent davantage dans les établissements de plus de 50 salariés.

Ce constat amène à justifier la mise en place d'une démarche de prévention. Selon l'OMS, « *La prévention est l'ensemble des mesures visant à éviter ou réduire le nombre et la gravité des maladies, des accidents et des handicaps* ».

Il existe trois types de prévention : primaire, secondaire et tertiaire.

- La prévention primaire est une intervention qui vise à réduire autant que possible le risque, sa survenue, ou ses conséquences.
- La prévention secondaire est une intervention qui cherche à réduire l'évolution de la maladie, prévenir l'aggravation de la maladie, par des soins précoces.
- La prévention tertiaire est une intervention visant à réduire les invalidités consécutives à la maladie.

Depuis 1985, l'Organisation internationale du travail (OIT) conseille la mise en œuvre d'une prévention primaire. Par ailleurs, la réforme de la médecine du travail par le décret du 28 juillet 2004 réaffirme la nécessité de mettre en œuvre autant que possible des principes de prévention primaires. C'est en ce sens que la démarche de prévention des risques professionnels peut être apparentée à une démarche de santé publique.

2.2 L'organisation de la sécurité du CEA

Les activités de recherche du CEA font appel à des technologies complexes et en évolution constante, qui exigent une grande vigilance sur le plan de la sécurité des biens et des personnes. Elles nécessitent une maîtrise optimale des risques professionnels classiques et une recherche active des effets éventuels de nouveaux produits (exemple : les nanoparticules) sur la santé.

Par ailleurs, le CEA surveille l'évolution de la fréquence des accidents du travail de ses salariés, mais aussi ceux des entreprises extérieures auxquelles il a recours. La sécurité fait donc partie intégrante des activités du CEA et constitue à ce titre un engagement de la Direction générale.

Sur le Centre, il y a différents acteurs de sécurité qui agissent à différents niveaux. Le Directeur du CEA Saclay exerce les obligations de nature légale et réglementaire en qualité d'employeur et, le cas échéant, d'exploitant d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) ou d'Installations Nucléaires de bases (INB) et de détenteur de sources de rayonnements ionisants. Il est le garant de la sécurité des biens et des personnes sur le Centre.

Plusieurs unités sont attachées à la Direction et lui servent de soutien dans des domaines spécialisés. Ces unités sont :

- la Cellule Qualité – Sécurité – Environnement (CQSE) ;
- la Cellule de Contrôle de la Sécurité Nucléaire, des Installations nucléaires de base (INB) et des Matières Nucléaires (CCSIMN) (en charge de la sûreté et du suivi des INB) ;
- les Unités de sécurité et de protection qui comprennent :
 - o le SST,
 - o le Service de Protection contre les Rayonnements (SPR) (en charge de la radioprotection et de la surveillance de l'environnement),
 - o la Formation Locale de Sécurité (FLS) (en charge de la sécurité des biens / des personnes et de la protection physique).

La CQSE et le SST sont compétents en matière de sécurité conventionnelle et de prévention des risques professionnels.

La CQSE a pour mission d'assister le Directeur du Centre dans les domaines suivants :

- hygiène, sécurité classique et conditions de travail ;
- maîtrise de l'environnement et exploitation des ICPE ;
- sécurité du transport de marchandises (hors classe 7) ;
- gestion et détention de sources radioactives ;
- gestion des déchets conventionnels ;
- radioprotection (hors INB).

Au sein de la CQSE, l'Ingénieur Sécurité d'Etablissement (ISE) est le conseiller du Directeur de Centre en matière de sécurité conventionnelle. Il veille au respect des réglementations applicables en cas d'expositions professionnels et conduit une politique de prévention dans le domaine non nucléaire. Enfin, il informe et apporte un soutien aux installations du Centre en matière de sécurité.

Le SST assure le suivi médical du personnel du Centre et des entreprises extérieures lorsque les nuisances sont apportées par le CEA. C'est lui qui réalise les visites d'aptitude et préconise les surveillances médicales spéciales. Les visites sont prévues :

- à l'embauche ;
- une fois par an ;
- lors d'une reprise de travail ;
- lorsqu'une modification de l'aptitude au travail est prévisible.

Concernant les expositions au bruit, les fréquences des audiogrammes (*) et des consultations chez l'Oto-rhino-laryngologiste (ORL) (*) sont établies à partir des indications de la FPN ; elles varient entre 12 et 48 mois.

Il enregistre et met à jour les FPN que lui transmettent les chefs d'Installation pour chaque salarié. Les FPN mentionnent les expositions professionnelles des salariés : c'est une description précise des risques apportés par le poste de travail (voir Annexe 4). Elles conditionnent son suivi médical (nature et périodicité des examens médicaux) et sont tenues à jour à chaque changement d'activité du salarié.

En dehors de sa mission du suivi médical, le SST est assisté du Laboratoire d'analyses biomédicales (LABM) qui participe à la surveillance de l'hygiène générale (santé des personnes par le biais d'examens classiques, tels que les prises de sang) et de l'hygiène industrielle (par exemple pour la recherche et la métrologie de composés dans les ambiances de travail) ainsi qu'à la sécurité du personnel, en collaboration avec les acteurs de sécurité du Centre (ISE, ISI, SPR, FLS, CHSCT ...).

Le SST tient également un rôle de préventeur en matière d'hygiène générale et industrielle au sein des installations. Il participe aux actions de préventions menées sur le Centre et il émet des recommandations en matière de réduction des expositions professionnelles. C'est le cas notamment pour les expositions au bruit : il dispose d'un matériel de sonométrie et se déplace dans les installations pour effectuer des mesures au poste de travail.

La sécurité s'appuie donc sur l'expertise de plusieurs services spécialisés, pour couvrir la majorité des risques et situations dangereuses sur le Centre.

Un Chef d'Installation (CI) est nommé à la tête de chacune des 106 installations du Centre. Il est responsable de la mise en œuvre des actions nécessaires à la maîtrise des risques dans son installation dans les domaines de la sécurité et de la sûreté (*). Pour assurer cette fonction, le CI est assisté d'un Ingénieur de sécurité d'installation (ISI) et de un ou plusieurs animateurs de sécurité (AS). Des documents internes au CEA précisent les missions de chaque acteur de sécurité.

L'ISI est chargé de mettre en place les consignes de sécurité propres à l'installation ainsi que les mesures de prévention des risques. Les AS assistent l'ISI et peuvent parfois assurer son intérim en cas d'absence ; ils travaillent à temps partiel sur les questions de sécurité et de sûreté.

Enfin, une Equipe locale de première intervention (ELPI) intervient le plus rapidement possible, avant l'arrivée des secours. De même que le CI, l'ISI et les AS, l'ELPI fait partie des acteurs de sécurité présents dans chaque installation (voir figure 4).

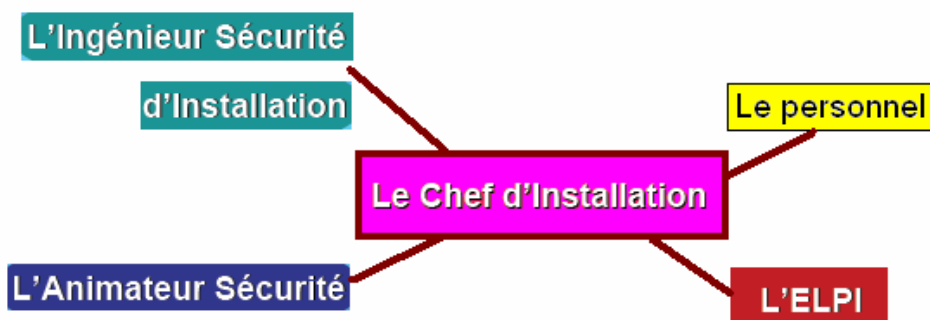


Figure 4 : acteurs sécurité d'une installation

Au niveau hiérarchique supérieur à l'installation, un Ingénieur de sécurité de département (ISD) conseille et soutient l'ensemble des acteurs de la sécurité des installations rattachées à son département. Il assure également la coordination des actions en matière de sécurité et de sûreté.

Enfin, le personnel du Centre est aussi un acteur de la prévention. Dès son arrivée sur le site, il est informé via une demi-journée d'information obligatoire, des risques professionnels auxquels il est susceptible d'être exposé et des moyens à mettre en œuvre pour s'en protéger. A sa prise de poste, le personnel reçoit également une formation sur les risques propres à l'installation dans laquelle il travaille et aux postes qu'il occupe.

2.3 Prévention des risques professionnels

2.3.1 Principes généraux et objectifs

La Directive 89/391/CEE du Conseil, du 12 juin 1989, concernant la mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail prévoit les principes généraux de la prévention, au nombre de 9 et mentionnés dans l'encadré ci-après.

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, en particulier en ce qui concerne la conception des postes de travail ainsi que le choix des équipements et des méthodes de travail.
5. Tenir compte de l'état d'évolution de la technique.
6. Remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou par ce qui est moins dangereux.
7. Planifier la prévention en y intégrant, dans un ensemble cohérent, la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants, notamment en ce qui concerne les risques liés au harcèlement moral.
8. Prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle.
9. Donner les instructions appropriées aux personnels.

L'objectif de cette directive est d'assurer une meilleure protection des travailleurs au travail, au moyen de mesures préventives des accidents de travail et des MP, de l'information, de la consultation, de la participation équilibrée et de la formation des travailleurs, et de leurs représentants.

La mise en place d'une démarche de prévention répond à différents enjeux :

- humain : préserver la santé physique et mentale, assurer la sécurité des salariés ;
- juridique : satisfaire aux exigences réglementaires ;
- économique : réduire les coûts directs (exemples : réparations, soins) et indirects (exemple : remplacement de la victime) des accidents de travail ;
- managérial : responsabiliser les acteurs de la prévention.

Concernant les risques liés à une exposition au bruit, l'employeur a l'obligation d'appliquer ces principes généraux de prévention, avec les nouveaux seuils réglementaires depuis la parution du décret n°2006-892 du 19/07/2006 .

2.3.2 Evaluation des Risques Professionnels

Le concept d'Evaluation des risques professionnels (EvRP) est issu de la directive cadre européenne du 12 juin 1989. L'article L. 230-2 du code du travail traduit le droit communautaire (article 6 de la directive - cadre), au regard de trois exigences d'ordre général : obligation pour l'employeur d'assurer la santé et la sécurité des travailleurs (paragraphe I de l'article L. 230-2) mise en œuvre des principes généraux de prévention des risques professionnels (paragraphe II de l'article L. 230-2) obligation de procéder à l'évaluation des risques (paragraphe III de l'article L. 230-2).

L'EvRP consiste à identifier et classer les risques auxquels sont soumis les salariés d'un établissement, en vue de mettre en place des actions de prévention pertinentes. Elle constitue l'étape initiale d'une politique de santé et de sécurité au travail. L'EvRP est une démarche structurée dont les résultats sont formalisés dans un "document unique". Ce document est mis à la disposition du CHSCT, du médecin du travail et, sur demande, de l'inspecteur du travail et des contrôleurs CRAM [29].

Pour établir son programme de prévention, le chef d'entreprise doit se référer aux textes suivants :

- loi n°91-1414 du 31 décembre 1991 : elle a permis de transposer, pour l'essentiel, les dispositions que la directive - cadre (directive n° 89/391/CEE du Conseil des Communautés européennes du 12 juin 1989) ajoutait au droit français ;
- décret n° 2001-1016 du 5 novembre 2001 portant sur la création d'un document unique relatif à l'évaluation des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs (EvRP).

Dans le cadre de la présente étude, l'EvRP a été utilisé pour initialiser la campagne de mesures de bruit au poste de travail.

L'EvRP est renseignée par les acteurs sécurité de chaque installation. Cela comprend une identification des risques en amont et leur cotation, en termes de probabilité d'occurrence et de gravité. Une étude est en cours au sein de la CQSE sur la question du processus d'évaluation des risques professionnels au niveau du Centre. Par la modification de la construction des cotations, elle vise à fiabiliser les observations des installations contenues dans l'EvRP.

2.4 Gestion des risques liés à une exposition au bruit

2.4.1 Du diagnostic des expositions à la gestion du risque

La maîtrise des risques liés à une exposition professionnelle est possible si et seulement si un diagnostic préalable a été réalisé.

Le diagnostic des expositions comprend :

- une connaissance des dangers liés à l'exposition ;
- une étude qualitative des situations d'exposition ;
- une étude quantitative des situations d'exposition ;
- une hiérarchisation des situations d'exposition.

A l'issue de ces étapes sont mis en évidence les situations d'exposition au bruit les plus critiques, les écarts à la réglementation, les dépassements de seuils d'action et le nombre de travailleurs concernés. Chaque situation nécessite la mise en œuvre de dispositions particulières. Les recommandations sont établies et hiérarchisées suivant les principes généraux de la démarche de prévention énoncés précédemment et à partir de la connaissance des situations d'exposition.

L'évaluation des expositions au bruit constitue une aide à la prise de décision. Elle donne lieu à des priorités d'action, établis suivant des critères, comme par exemple :

- les impératifs réglementaires : dans le cas des expositions au bruit : dépassement de la VLE ;
- contraintes : économiques, techniques ;
- ressources disponibles : humaines et financières ;
- faisabilité de la méthode et facilité de mise en œuvre ;
- adéquation aux objectifs initialement fixés par le préventeur ;
- urgence : de la mise en œuvre et de l'obtention des résultats ;
- risque résiduel : dans le cas où la solution de gestion du risque adoptée n'amène qu'à une réduction des expositions sans que celles-ci ne soient nécessairement évitées, il est nécessaire de se demander si le risque résiduel est acceptable ou non, autrement dit si la méthode de réduction du risque a été suffisante.

La gestion du risque passe par l'utilisation de techniques de réduction des expositions. Elle est conditionnée par une bonne coordination des parties prenantes et leur adhésion au projet. Ils doivent en effet être prêts à collaborer et à mettre en œuvre les méthodes et outils de gestion des risques liés au bruit. De plus, le rôle de chacun d'eux doit être clairement défini.

2.4.2 Méthodes classiques de réduction des expositions au bruit

Ce paragraphe fait référence aux propositions de l'INRS en matière de réduction du bruit en entreprise [30].

Comme il a été vu précédemment, l'exposition du travailleur au bruit dépend de l'émission sonore, de sa propagation et de sa réception. Suivant la nature de la source sonore, les techniques de réduction du bruit peuvent être classées comme suit :

- action en amont de l'émission sonore ;
- actions sur la source de bruit : machine ou activité bruyante ;
- actions sur la propagation du son dans un milieu, dans un local de travail ;
- action sur la réception du signal sonore : au niveau des oreilles des personnes exposées.

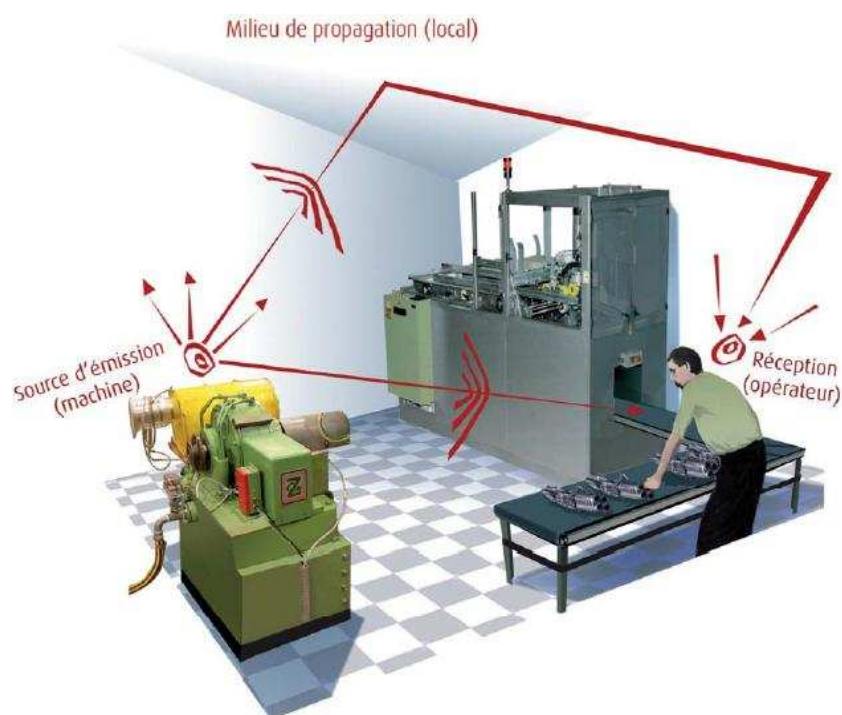


Figure 5 : émission, propagation et réception du signal sonore (Source : INRS)

Le choix d'une ou de plusieurs méthode(s) sera fait à la suite du diagnostic des expositions au bruit qui aura permis l'identification des sources de bruit et des niveaux sonores associés.

A) Action en amont de l'émission sonore

L'élimination de la source de bruit ou son remplacement sont des solutions intéressantes dans la mesure où elles visent directement la cause de l'exposition : cela répond au premier principe de prévention : « éviter les risques ». Il en est de même pour les mesures de type organisationnelles.

Si le remplacement d'une machine est envisagé, alors, une comparaison entre plusieurs produits doit permettre de faire le meilleur choix par rapport au niveau sonore qu'elle génère. Il est rappelé que depuis 1998, la déclaration de l'émission sonore des machines lors de leur mise sur le marché européen est obligatoire : c'est l'une des prescriptions de la directive 98/37/EC. Les niveaux de pression d'émission acoustique au poste de travail et les niveaux de puissance acoustique (si le niveau de pression acoustique d'émission au poste de travail dépasse 85 dB(A)) doivent être fournis par le constructeur dans la notice d'instructions et dans la documentation technique de la machine. Par ailleurs, la machine doit être conçue de sorte à réduire le niveau sonore au maximum, compte tenu du progrès technique.

Il est à noter qu'une nouvelle directive Machines 2006/42/CE du 17 mai 2006 a été adoptée après un processus de révision de plusieurs années. Le texte a été publié au Journal officiel de l'UE le 9 juin 2006. Elle devra être transposée par les États membres au plus tard le 29 juin 2008. Elle remplacera l'actuelle directive Machines 98/37/CE à partir du 29 décembre 2009. La figure 6 précise les informations que le constructeur doit communiquer sur le bruit des machines qu'il commercialise actuellement et à partir de janvier 2010.

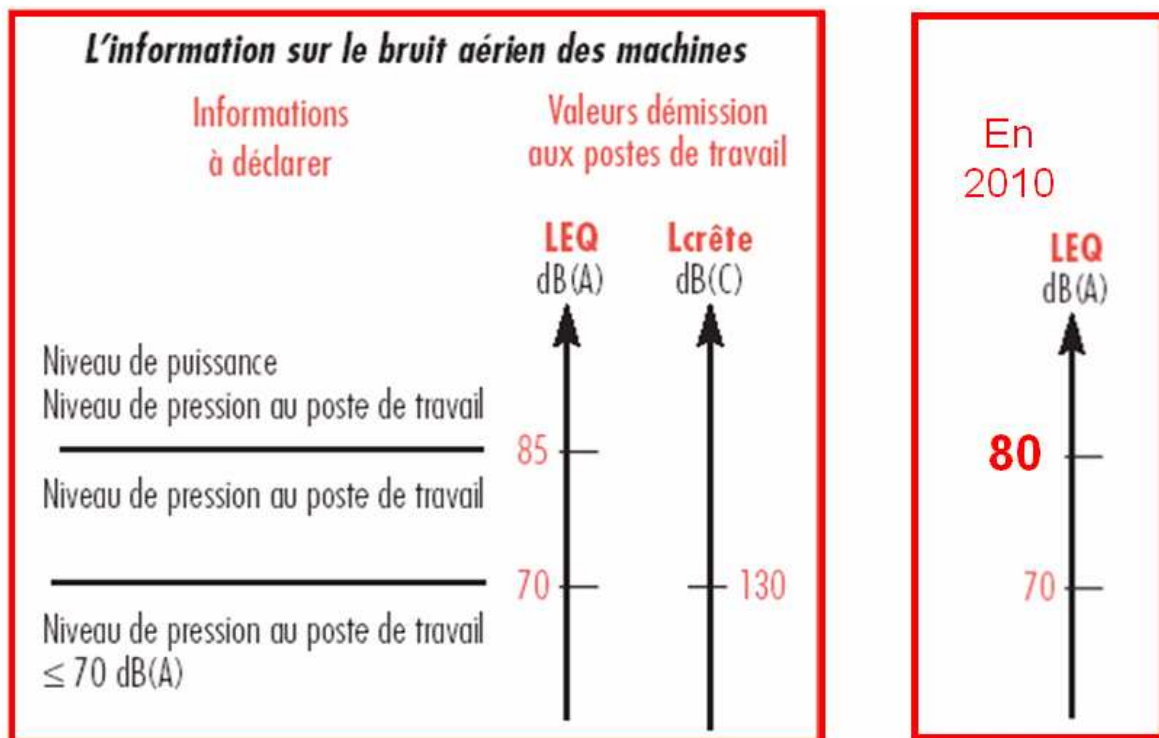


Figure 6 : informations relatives au bruit des machines suivant les directives 98/37/CE et 2006/42/CE (Source : Centre technique des industries mécaniques, CETIM)

La directive européenne stipule notamment que : « *La machine doit être conçue et construite de manière à ce que les risques résultant de l'émission du bruit aérien soient réduits au niveau le plus bas, compte tenu du progrès technique et de la disponibilité de moyens permettant de réduire le bruit, notamment à la source. Le niveau d'émission sonore peut être évalué par rapport à des données comparatives d'émissions relatives à des machines similaires* ». Ainsi, l'achat d'une machine ou d'un outil bruyant doit prendre en compte le niveau de bruit émis. A cette occasion, des critères concernant le bruit peuvent être inscrits dans le cahier des charges.

A défaut du remplacement du matériel à l'origine de nuisances sonores, des contrôles et des réparations sur celui-ci peuvent être prévus. De même, une maintenance préventive et une maintenance corrective permettent de :

- réduire les jeux ;
- vérifier la lubrification ;
- repérer une défaillance technique ;
- limiter l'usure de la machine ;
- vérifier les réglages ;
- vérifier les serrements des parties de la machine ;
- etc.

Enfin, des mesures organisationnelles peuvent être mises en œuvre : le travail / les activités peuvent être aménagés de sorte à :

- limiter le nombre de personnes exposées ;
- limiter les durées d'exposition de chaque travailleur.

A titre d'exemple, des équipes peuvent être constituées avec une rotation du personnel en alternant les activités bruyantes et moins bruyantes. Ou bien, des zones d'exposition peuvent faire l'objet d'une signalisation spécifique, indiquant une restriction d'accès (liste positive de personnes autorisées, durée d'exposition maximale autorisée). Enfin, lorsque cela est possible, privilégier les temps de présence dans des locaux isolés du bruit.

B) Actions sur la source de bruit ou sur la propagation

Lorsque l'élimination de la source de bruit s'avère impossible, alors la maîtrise des expositions des travailleurs au bruit passe par une action sur la source de bruit elle-même ou lors de sa propagation en amont du récepteur (l'oreille).

Les actions menées sur la source nécessitent un examen approfondi de la source de bruit (machine, souvent). Cela conduit à un repérage des éléments constitutifs de la machine qui peuvent être à l'origine des niveaux sonores et, si cela est possible, à une modification du procédé.

Il existe deux types de source de bruit :

- sources solidiennes : le bruit est généré par l'application d'une force sur une structure solide, ce qui la fait vibrer ;
- sources fluides : le bruit est généré par un jet de gaz dans l'air ambiant, un contact entre un écoulement de fluide et un élément solide, etc.

Il existe une large gamme de techniques permettant de réduire le bruit en agissant sur la source de bruit. Elles ne sont pas présentées dans ce mémoire. L'INRS a récemment développé un schéma de réflexion qui constitue une aide à la recherche de solutions de réduction du bruit. Les tableaux relatifs à cette étude sont mentionnés en [Annexe 5](#).

Par ailleurs, la réduction du bruit par action sur sa propagation est possible grâce aux techniques suivantes :

- traitement acoustique des locaux : il repose sur la technique d'absorption acoustique. L'énergie sonore incidente sur les parois se répartit en énergie

transmise, en énergie réfléchiée et en énergie absorbée. Selon la nature des parois du local, il est possible d'influencer la quantité d'énergie absorbée et donc réfléchiée. Une absorption des parois permet de limiter la réverbération et l'amplification du niveau sonore à l'intérieur d'une zone de travail bruyante. ;

- cloisonnement et écran : ils permettent de séparer deux zones par une ou plusieurs cloisons hermétiques (ou parois d'insonorisation). Les parois ont une fonction d'insonorisation et de réflexion des ondes sonores ;
- encoffrement : c'est une enceinte qui enferme l'équipement bruyant. Cette technique constitue le moyen de réduction du bruit le plus fréquemment utilisé.

La réduction du niveau sonore, que ce soit à la source ou lors de sa propagation dans la zone de travail, doit être au cœur de tout programme de réduction du bruit.

En somme, les actions au niveau de la source assurent une amélioration des expositions au bruit car elles consistent à agir directement sur la cause de la nuisance. Cependant, elles peuvent être coûteuses (notamment en cas de remplacement du matériel) ou lourdes à mettre en œuvre (c'est le cas si une modification du procédé est prévue).

C) Action sur la réception du signal sonore

Le signal sonore est traité au niveau des oreilles des travailleurs exposés. Des solutions individuelles qui sont mises en œuvre à ce niveau sont les suivantes :

- cabine d'isolation ;
- PICB.

La réduction des expositions au bruit avec l'installation d'une cabine d'isolation suit le même principe que celui de l'encoffrement sauf que ce n'est plus la source qui est isolée mais l'opérateur. Cette technique est appréciable lorsque les sources sonores sont nombreuses dans une zone de travail et que les opérateurs sont sédentaires.

Le PICB est une protection physique placée directement au niveau de l'oreille de l'opérateur ou dans son conduit auditif. L'emploi de PICB est une solution à n'employer qu'en dernier recours, lorsque toutes les autres techniques de réduction du bruit, préférentiellement à la source, n'ont pu être mises en œuvre. Cependant, le port de protecteur est rendu obligatoire en cas de dépassement de la VAS : cette solution vient souvent en complément des mesures collectives prévues. Il existe une très grande variété de protecteurs, si bien qu'une attention particulière doit être apportée au choix du modèle suivant :

- ses caractéristiques techniques : elles doivent être adaptées à la nature du bruit (une analyse fréquentielle permet de repérer les fréquences au niveau desquelles les niveaux sonores sont les plus élevés et qui devront être suffisamment atténués) ;
- sa typologie (bouchon, casque, serre-tête, etc.) : elle doit être adaptée au travail effectué par l'opérateur. Il existe des bouchons moulés à la forme du conduit auditif du travailleur (un prothésiste effectue une empreinte et fabrique la protection sur mesure).

Les PICB présentent les inconvénients suivants :

- ils doivent être portés 100 % du temps ;
- ils peuvent procurer une gêne physique ;
- ils peuvent irriter l'oreille (casques) ou le conduit auditif (bouchons) ;
- ils peuvent générer un effet d'occlusion : il résulte de la fermeture du conduit auditif externe et provoque une otophonie. Ce phénomène se traduit par une résonance de sa propre voix et une perception excessive des bruits lors de la mastication et des bruits de pas lors de la marche [31] ;
- la protection effective des PICB a été évaluée en laboratoire, et sa valeur diffère dans les conditions réelles d'utilisation. Une étude finlandaise [32]

montre que des mesures d'atténuation effectuées sur des PICB conduisent à des valeurs inférieures à celles qui ont résulté des tests en laboratoire. Elle explique que les facteurs qui expliquent cette variation sont nombreux, comme par exemple les différences inter individu ;

- un effet de masque des informations peut apparaître lorsque le PICB présente une trop forte atténuation. Cela peut être la cause d'un accident de travail ;
- le port de PICB nécessite une formation personnalisée au cours de laquelle il est appris à l'opérateur les bonnes pratiques d'utilisation.

Dans tous les cas, ces techniques de protection des travailleurs contre le bruit sont à envisager en dernier recours, en préférant privilégier les mesures collectives.

2.4.3 Formation, information des travailleurs

Ce chapitre rappelle les prescriptions réglementaires et des éléments pour une utilisation correcte des PICB.

A) Une obligation réglementaire

La formation et l'information des travailleurs sont des actions à mettre en œuvre en cas de dépassement de la VAI, avec le concours du SST. Elles portent sur :

1. la nature des risques liés au bruit ;
2. les mesures prises en applications des prescriptions réglementaires ;
3. les seuils et leur signification : VAI, VAS et VLE ;
4. les résultats obtenus à l'issue de l'EvRP ;
5. l'utilisation correcte des PICB et l'hygiène inhérente ;
6. les dispositions liées à la surveillance de la santé ;
7. les pratiques professionnelles sûres permettant de réduire l'exposition au bruit.

La participation du SST aux sessions de formation apporte, le cas échéant, une crédibilité à l'exposé fait aux travailleurs, notamment sur la question des effets des expositions au bruit sur la santé. C'est également pour lui l'occasion de communiquer la périodicité et la nature des consultations médicales que devront passer les travailleurs suivant les niveaux sonores auxquels ils sont exposés.

La contribution des expositions extraprofessionnelles constituant une part non négligeable des expositions au bruit, les travailleurs doivent être également sensibilisés sur les activités présentant un risque pour l'ouïe, du type : tir, musique et baladeurs, sports motorisés (moto, karting), ball-trap, discothèques, concerts ou plongée. Les modules de formation sont l'occasion de rappeler que la protection de l'ouïe ne se limite pas au champ professionnel et qu'il est dans l'intérêt des personnes concernées de prendre les mesures de protection adéquates (exemple : port de PICB adaptés) lors de ces activités.

Des supports audiovisuels peuvent rendre les formations plus intéressantes et animées. Une des orientations proposées pour favoriser davantage l'adoption de mesures préventives efficaces en milieu professionnel, est de mettre l'accent sur les manifestations et les conséquences d'une surdité au quotidien [33]. La présentation de témoignages de personnes de divers âges permet d'illustrer les problèmes vécus par des personnes atteintes de surdité professionnelle aussi bien sur le plan personnel, familial, qu'au travail ou lors de rencontres sociales.

Plusieurs exemples de situations de travail pouvant présenter un risque pour l'audition peuvent être étudiées avec le groupe de formation. Un exercice peut consister à ce que le groupe repère sur une scène de travail (exemple : photo d'un atelier de mécanique) les sources de bruit d'une zone de travail et d'amener le groupe à faire des propositions de solutions pour réduire le bruit.

B) Conseils d'utilisation des Protecteurs individuels contre le bruit

Qu'il soit optionnel ou rendu obligatoire suivant le dépassement des seuils d'action, le port de PICB doit répondre à des conditions précises d'utilisation pour être à son optimum d'efficacité :

- port pendant 100 % du temps d'exposition ;
- hygiène pour la manipulation des PICB ;
- entretien et stockage des PICB ;
- choix du type de PICB à acheter.

L'efficacité d'un PICB dépend de la durée et de la qualité de son port. En effet, la protection effective d'un PICB a été calculée en fonction de la durée de non – port de celui-ci, les résultats de cette étude [34] sont mentionnés dans le tableau 2.

Tableau 2 : protection effective d'un PICB en fonction de la durée d'exposition sans protecteur, pendant 8 heures

Durée de l'exposition sans PICB		Durée de l'exposition avec le PICB	Protection effective du PICB	Perte d'efficacité
minute	% de temps	minute	dB	%
0	0	480	30	0
1	0,2	479	23	25
2	0,4	478	20,5	32
10	2,1	470	17,5	42
30	6,3	450	12,6	58
60	12,5	420	9,1	70
240	50	240	3	90

Ce tableau montre que si l'affaiblissement du PICB est de 30 dB lorsqu'il est porté sur toute la durée de l'exposition (une journée de travail), il perd quasiment toute son efficacité (30 – 3 = 27 dB) s'il n'est porté que pendant la moitié du temps d'exposition. Il est donc essentiel d'expliquer à l'opérateur l'intérêt du port permanent de PICB, lorsque cela lui est demandé.

Par ailleurs, la mise en place de bouchons d'oreille doit être effectuée de préférence avec des mains propres. Les bouchons réutilisables et les oreillettes des serre-têtes doivent être nettoyés suivant les indications du fabricant. En effet, un mauvais entretien des PICB peut causer des irritations du conduit auditif ou de la peau. De plus, il est demandé aux travailleurs de vérifier régulièrement le bon état de leur protecteur.

A l'occasion de la formation, l'utilisation correcte des PICB est expliquée aux opérateurs. Différents types de protecteurs peuvent être essayés.

Enfin, rappeler au travailleur qu'il peut s'adresser au SST pour le choix de PICB adaptés au bruit auquel il est exposé. Il pourra également donner son avis sur le confort qu'il attend des protecteurs.

2.4.4 Maîtrise des situations de co-expositions

La réglementation demande que l'employeur prenne en compte les situations de co-exposition dans l'EvRP. Cependant, elle ne précise aucune disposition particulière à mettre en œuvre dans ce cas.

L'EvRP a pour objectif l'élaboration d'un programme de prévention, au regard des risques professionnels identifiés. Dans la mesure du possible, il doit faire mention des situations de co-exposition :

- bruit et vibrations ;
- bruit et substances chimiques toxiques pour l'ouïe.

L'identification des substances ototoxiques est nécessaire en amont pour pouvoir faire un dépistage des situations de co-exposition au bruit et aux substances ototoxiques. Cela a fait l'objet de la première partie de ce mémoire. Il a été constaté que la plupart de ces substances sont de type médicamenteuses.

Le repérage des situations de co-exposition doit prendre en compte la nature des substances. Elle doit également faire l'objet d'une identification de celles qui ont pour origine une exposition professionnelle. Les FPN indiquent les substances et risques auxquels les salariés sont susceptibles d'être exposés. Ainsi, une extraction de la base de données de ces fiches peut fournir la liste des personnes en situation de co-exposition.

D'après l'INRS, une formation des acteurs de la prévention sur les risques liés à l'usage des produits ototoxiques serait indiscutablement un atout supplémentaire pour la surveillance des surdités induites par des co-expositions en lien avec des produits de cette nature. En outre, une information est à apporter aux travailleurs sur les effets démontrés de certaines substances médicamenteuses [19].

L'identification d'une population de travailleurs co-exposés est possible : elle nécessite une analyse des FPN. Par ailleurs, elle devrait inciter les acteurs de sécurité à compléter l'EvRP.

Néanmoins, la connaissance de la part attribuable aux expositions professionnelles étant difficile à établir, la maîtrise des situations de co-exposition reste partielle.

3 ETUDE ACOUSTIQUE DES INSTALLATIONS DU CEA SACLAY

3.1 Acteurs

Le décret n°2006-892 du 19 juillet 2006, mentionne que « *l'évaluation des niveaux de bruit et, si nécessaire, leur mesurage sont planifiés et effectués par des personnes compétentes, avec le concours, le cas échéant, du service de santé au travail* ». Une personne « compétente » est une personne qui a reçu au minimum une qualification dans le domaine requis. Elle est apte à effectuer les mesurages de niveaux sonores et elle est capable d'interpréter les résultats obtenus.

Sur le site du CEA Saclay, les médecins du travail répondent à ce critère. Par ailleurs, les services rattachés au SST peuvent être compétents dans lesdits domaines lorsqu'ils répondent à ces mêmes critères ; c'est le cas de la Cellule Qualité Sécurité Environnement.

Dans le cadre de la présente étude, voici les acteurs qui ont été sollicités :

- les acteurs sécurité des installations du Centre sont les points d'entrée pour l'étude de bruit au poste de travail. Ce sont eux qui facilitent la remontée d'informations et le dialogue avec les travailleurs exposés ;
- à l'extérieur de l'entreprise, l'INRS et les CRAM répondent aux questions de fond et fournissent des outils en matière de prévention des risques professionnels. Leurs experts participent parfois à la rédaction de normes ou de documents d'orientation destinés aux entreprises, ils interviennent également auprès de ces dernières pour exécuter différentes prestations ;
- de plus, la Direction générale du travail (DGT) assure également un soutien aux entreprises dans l'application des textes réglementaires ;

- enfin, les fournisseurs de PICB et de machines sont également disponibles pour répondre aux questions de leurs clients et pour leur fournir les documentations techniques dont ils ont besoin.

Pour l'application de la réglementation, il est intéressant d'obtenir les avis de ces acteurs. C'est aussi l'occasion de reformuler avec eux les prescriptions minimales mentionnées dans les textes en vigueur. Enfin, cela peut apporter une garantie supplémentaire dans le choix des étapes de la démarche mise en œuvre.

3.2 Méthodologie pour l'évaluation des expositions au bruit

3.2.1 Plan d'intervention pour l'évaluation des expositions au bruit

Le plan d'intervention de l'étude s'appuie sur la norme NF S31-084, relative à la méthode de mesurage des niveaux d'exposition au bruit en milieu de travail. Cet outil indique les étapes à suivre pour les mesures d'exposition au bruit, en particulier pour ceux dits de contrôle qui permettent de savoir si les niveaux sonores enregistrés sont conformes aux niveaux réglementaires. Conformément aux exigences du décret n° 2006-892 du 19/07/2006, l'exposition sonore est exprimée dans un premier temps par les paramètres suivants :

- Lex,8H : valeur moyenne des niveaux de bruit auxquels est exposé un salarié durant une journée de travail, en dB(A) ;
- Lpc : valeur maximale du niveau de bruit instantané reçu durant la journée de travail, en dB(C).

Cette méthode normative propose d'effectuer deux types de mesurage, au choix :

- mesurage systématique (exposimétrie) ;
- mesurage par échantillonnage sonore (sonométrie).

Un mesurage systématique implique le suivi des doses reçues par chaque travailleur, pendant au moins 90% du temps de travail au cours d'une journée. Si cette approche présente l'avantage d'assurer la prise en compte de l'ensemble des événements acoustiques (*) d'une journée de travail, elle n'a cependant pas été retenue. En effet, cette méthode aurait nécessité de disposer un nombre suffisant d'exposimètres et de réaliser des échantillonnages sonores sur des longues durées.

L'évaluation des expositions a donc été réalisée par sonométrie, à partir d'échantillonnages sonores.

3.2.2 Sélection des installations

Les mesures de bruit ont pour objectif d'évaluer les expositions des travailleurs à ce risque physique pour déclencher par la suite des actions de prévention adaptées à chaque situation. La réglementation française est un point de départ pour l'établissement de ces actions : elle fixe des seuils au-delà desquels des mesures correctives sont à prévoir. La rédaction d'un plan d'intervention permettra de répondre à cet objectif ; il doit également être facilement réutilisable par les personnes du Centre, compétentes en matière d'évaluation des expositions professionnelles.

Après la construction théorique du plan d'intervention, celui-ci a été mis en application au niveau d'un échantillon d'installations du Centre. Compte tenu du nombre important d'installations sur la zone d'étude (environ 100 installations sur 200 ha), un mode de sélection a été adopté pour prioriser les interventions. Deux bases de données et une hypothèse de départ ont permis d'y parvenir. Les étapes de sélection des installations sont présentées ci-dessous.

Les données de l'EvRP de chaque installation peuvent être extraites suivant la typologie du risque professionnel. Cela a été réalisé pour le risque « Bruit et Vibrations » pour l'ensemble du Centre. Cette première sélection a abouti à la sélection de 54 installations

Afin d'adapter le champ d'étude, l'hypothèse suivante a été faite : les ateliers mécaniques sont les plus enclins à générer des nuisances sonores significatives. Ceci a permis de réduire le périmètre de l'étude à 12 installations (l'expression « Atelier mécanique » a été utilisée comme second critère de sélection pour effectuer la recherche). Ces installations possèdent donc toutes un atelier mécanique.

Cependant, l'informatique offrant plusieurs possibilités, il est apparu que certaines installations avaient renseigné uniquement le terme « atelier » comme identifiant de leur atelier mécanique. Par conséquent, lors d'une deuxième vérification il s'est avéré que le nombre réel d'ateliers mécaniques sur le Centre s'élevait à 29. Ces installations n'ont pourtant pas pu toutes faire l'objet de mesures.

Une base de données nommée SAFIPO (Saisie des FPN) rassemble des informations mentionnées sur les FPN des salariés du Centre. Chaque installation contenant un atelier mécanique a fait l'objet d'une vérification des situations d'exposition suivant les données des FPN. Les installations pour lesquelles aucun salarié exposé au bruit n'a été enregistré, n'ont pas fait l'objet de mesures. La sélection du critère « bruit » a abouti à l'identification de 10 installations. Une comparaison entre les données extraites de l'EvRP et de SAFIPO a alors été réalisée.

Une dernière validation du choix d'installation a été effectuée par l'observation des données mentionnées dans l'EvRP portant sur la gravité et sur la probabilité de l'exposition au bruit. Cela a permis de sélectionner 8 installations, au niveau desquelles l'exposition au bruit était notifiée comme :

- présentant une probabilité possible ou fréquente ;
- et présentant une gravité peu importante ou importante.

REMARQUE :

Une installation a fait l'objet de mesures alors qu'elle n'avait pas été sélectionnée au vu des critères de probabilité et de gravité : une visite de vérification a montré que les informations renseignées dans l'EvRP avaient tendance à sous-estimer une situation d'exposition. Par conséquent, cette installation a fait l'objet de mesures de bruit.

La présente campagne d'évaluation des expositions au bruit n'a pas la vocation d'être exhaustive. Néanmoins, elle peut constituer un point de départ pour les futures interventions.

3.2.3 Etapes de la campagne d'évaluation des expositions au bruit

Une préparation de la campagne d'évaluation des expositions des travailleurs au bruit a précédé la réalisation des mesures de bruit au poste de travail. Ce chapitre rappelle le contexte dans lequel la démarche a été initiée : il s'agit essentiellement de rappeler les actions menées par les acteurs sécurité du Centre et plus particulièrement par le SST. Puis il décrit l'esprit de la norme NF S31-084, support du protocole de mesure. Ces éléments permettent d'introduire la description du protocole de mesure prévu pour la campagne d'évaluation des expositions au bruit.

A) Une démarche qui s'inscrit dans la continuité des actions menées par le Centre CEA Saclay

Comme il a été vu précédemment, les médecins du SST sont compétents pour effectuer des mesures de bruit au poste de travail sur les installations du Centre. Ils disposent d'un matériel approprié et émettent des recommandations si cela est nécessaire.

Afin de s'inscrire dans la continuité de leur action, et intégrer à la construction du plan d'intervention les points forts de leur savoir-faire, une rencontre avec deux médecins du SST a été réalisée (dans le courant du mois de mai 2007).

Voici un résumé des principales observations formulées lors de ces rencontres avec le SST.

- Les mesures sont effectuées uniquement à la demande d'une installation par l'intermédiaire de l'ingénieur sécurité d'installation, le plus souvent suite à une gêne ou une fatigue auditive constatée chez un travailleur.
- Le SST privilégie des mesures de bruit pour le repérage de situations d'exposition plutôt que des études destinées à être exhaustives : il s'agit d'une évaluation semi quantitative.
- Une mesure unique est effectuée à 40 cm de l'oreille de l'opérateur : le médecin relève les valeurs de LAeq et de Lpc après stabilisation des niveaux instantanés.
- Lorsque cela est jugé nécessaire, par exemple en prévision d'un aménagement d'une zone bruyante, une analyse spectrale est réalisée sur chaque bande d'octave allant de 31,5 à 8.000 Hz.
- Les mesures de bruit n'ont jamais fait l'objet d'un protocole commun suivi par tous les médecins.
- Bien souvent, lorsqu'une plainte liée au bruit est enregistrée, le questionnement du médecin auprès du travailleur l'amène à constater une particularité du contexte de travail au niveau duquel l'ambiance sonore constitue un facteur supplémentaire de gêne parmi d'autres (exemples : stress au travail, difficulté d'intégration dans une équipe de travail, etc.).
- Globalement, les installations sont bien réceptives aux mesures préventives qui sont proposées, bien que le bruit ne soit pas un risque fréquemment rencontré sur le Centre.
- Lorsque les activités varient d'un jour sur l'autre, il est parfois difficile de formaliser les actions de prévention.
- Il est très rare que les installations fassent appel au SST pour le choix de PICB.
- Des mesures par exposimétrie ont été réalisées dans le passé.
- La fréquence des audiogrammes effectués par le SST dépend des données enregistrées dans la FPN du travailleur.
- A l'embauche des salariés, un examen complet qui permet de connaître l'état de santé initial du travailleur comprend la réalisation d'un audiogramme.
- L'ORL décide de la nécessité d'effectuer des examens complémentaires.
- Des conseils et des recommandations sont donnés aux travailleurs exposés au bruit sur les bienfaits et la nécessité du port de PICB (cela peut être mentionné dans le dossier médical). C'est également le cas en ce qui concerne sur les activités extraprofessionnelles pouvant avoir un impact sur l'audition.
- Les laséristes présentent parfois des scotomes auditifs (*).

B) L'approche normative de la démarche

La norme NF S31-084 indique que deux approches sont envisageables : une approche par fonction (*) ou une approche par tâche (*).

L'approche par fonction :

Elle consiste à repérer les travailleurs qui sont polyvalents, et donc sont amenés à effectuer des tâches variées au cours du temps. La fonction de travail est alors définie par la norme comme étant l'ensemble des tâches effectuées par un travailleur (ou groupe de travailleurs de métiers identiques) au cours d'une journée de travail ; les fonctions de travail possibles peuvent être des fonctions de maintenance, de production, logistiques, de nettoyage, de contrôle et d'encadrement ou bien des fonctions de support. Ceci justifie la nécessité d'effectuer une exposimétrie pour mesurer la dose quotidienne de bruit reçu.

L'approche par tâche :

Elle consiste quant à elle à repérer l'ensemble des « parties de l'activité professionnelle effectuées par chaque travailleur dans un intervalle de temps spécifié ». Une tâche représente donc une succession d'activités coordonnées. Il sera donc possible d'affecter à une tâche l'utilisation d'une machine, par exemple.

Dans tous les cas, la norme indique la procédure de mesurage à suivre selon l'approche choisie. Elle suggère que l'évaluation des risques professionnels passe par la constitution de GEH : l'exposition quotidienne au bruit pourra être donnée pour chaque travailleur individuellement ou bien pour chaque GEH identifié.

Un GEH est défini par la norme comme étant un groupe de travailleurs affectés à des tâches similaires et qui sont exposés à des niveaux sonores comparables au cours d'une journée de travail. Il peut être constitué d'une seule personne ; dans ce cas, elle présente une exposition très spécifique. Par ailleurs, une personne peut appartenir à plusieurs GEH si elle connaît différentes situations d'exposition. Notons que la liste des travailleurs composant un GEH n'est pas nominative car elle fait référence à des postes de travail.

Dans la présente campagne de mesure, l'approche par tâche a été retenue sur des critères :

- de durée des mesures à prévoir : l'approche par fonction implique en effet des temps de mesurage supérieurs à ceux d'une approche par tâche, une fonction de travail étant constituée d'une succession de tâches ;
- de variabilité des activités des opérateurs d'un jour sur l'autre, notamment au niveau des ateliers mécaniques.

C) Etape préliminaire à la campagne d'évaluation des expositions au bruit

Pour chaque installation du périmètre de l'étude, la réalisation des mesures de bruit a été précédée d'une étape préliminaire. Ce chapitre justifie l'intérêt de celle-ci et il décrit son contenu.

a) *Justification de la nécessité d'une étape préliminaire*

La réglementation indique que l'employeur doit évaluer et, si nécessaire, mesurer les niveaux de bruit. Sur la base de ces informations, il doit donc déterminer si les valeurs limites d'exposition et les valeurs déclenchant des actions de prévention sont dépassées. Cela implique que toute mesure doit être précédée d'une estimation préalable, qui permettra de repérer les zones où les niveaux sonores atteints sont proches de la VAI ($L_{ex,8H} = 80 \text{ dB(A)}$ et $L_{pc} = 135 \text{ dB(C)}$).

Par conséquent, une estimation acoustique préalable est nécessaire pour savoir s'il faut entreprendre ou non une des mesures. Il est préférable que celle-ci prenne en compte :

- les mesures de bruits réalisées antérieurement : par le SST, par l'installation ou par un prestataire extérieur à l'entreprise : toutes les installations n'avaient pas donné lieu à des mesures dans le passé ;
- les EvRP réalisées dans chacune des installations : ce document de référence en matière d'évaluation des risques a été systématiquement pris en compte pour l'établissement de la liste des sources de bruit ;
- des mesurages exploratoires effectués au sein de l'installation. En cas de situations inconnues, des mesures rapides avec un sonomètre peuvent faciliter le repérage des ambiances de travail bruyantes : cela a été effectué par une seule installation parmi celles du périmètre de l'étude ;
- une échelle de bruit indicative : peu d'échelles proposées dans la littérature renseignent de façon exhaustive sur les niveaux sonores pouvant être générés par les types de sources rencontrées sur le Centre.

Dans tous les cas, l'implication de l'installation dès les premières étapes facilite les échanges et les remontées d'information. Et c'est aussi l'occasion de rencontrer les personnes exposées et de les impliquer au plus tôt dans la démarche de prévention.

b) Collecte d'informations lors de l'étape préliminaire

Lors de l'étape préliminaire, les acteurs de sécurité des installations ont constitué un point d'entrée privilégié au niveau des installations. Ils ont permis une remontée d'informations sur les situations d'exposition des travailleurs au bruit dans leur installation.

Les EvRP réalisées dans chacune des installations permettent un premier repérage des zones bruyantes. Pour chacune d'elles, les risques sont pondérés par une cotation de probabilité et de gravité des expositions, qui tient compte des mesures de prévention existantes.

De plus, des « Fiches de renseignement » vierges (Voir Annexe 6) ont été adressées aux chefs d'installations. Le plus souvent, ce sont les ingénieurs ou les animateurs de sécurité de l'installation qui ont renseigné ces fiches, dans les délais impartis (trois semaines environ). Une notice explicative a été jointe aux fiches.

Le remplissage de ces fiches assure une collecte de données sur les activités et recense la plupart des sources sonores présentes dans l'installation. Ces fiches sont au nombre de quatre (points 1 à 4 ci-dessous) décrits ci-dessous.

Une notice explicative a également été envoyée par courrier électronique aux installations : c'est une aide au remplissage des fiches qui précise le contenu de chacune d'entre elles.

Voici le contenu des fiches de renseignement.

- 1) L'installation, en général. Cette fiche renseigne sur :
 - les acteurs sécurité ;
 - les activités ;
 - le nombre de personnes travaillant dans l'installation et la part exposée au bruit ;
 - la situation géographique de l'installation sur le Centre et les bâtiments qu'elle regroupe ;
 - les postes de travail pressentis comme se trouvant dans une zone d'exposition au bruit ou comme étant à l'origine de nuisances sonores.
- 2) Les différents postes de travail de l'installation pressentis comme bruyants. Cette fiche fournit un descriptif précis :
 - des sources de bruit ;
 - des mesures préventives déjà prévues dans les zones d'exposition.

3) Les GEH et autres éléments divers relatifs au bruit dans l'installation :

- proposition de GEH ;
- mesures déjà réalisées ;
- évènements acoustiques particuliers ;
- gêne sonore ressentie par les travailleurs ;
- nuisance sonore sur les postes de travail voisins.

4) Les situations de co-exposition :

- aux substances ototoxiques ;
- aux vibrations ;
- en milieu extraprofessionnel.

Cette dernière fiche a pour vocation d'estimer le nombre de travailleurs susceptibles d'être exposés simultanément :

- au bruit et aux substances chimiques (sans mention particulière sur l'ototoxicité) ;
- au bruit et aux vibrations.

Aucune mention n'a porté sur le caractère ototoxique des substances chimiques car la liste était en cours d'établissement au moment de l'envoi des fiches. Elle interroge également sur les activités extraprofessionnelles des travailleurs qui peuvent avoir des conséquences sur leur ouïe. L'acteur sécurité, après avoir interviewé les opérateurs de son installation, sélectionne les activités parmi une liste positive.

Cette collecte d'information aboutit à l'identification des postes de travail concernés par les mesures, au recensement des sources de bruit et au repérage des GEH. L'exploitation des fiches de renseignement complétées par les installations aboutit à la proposition d'un protocole d'intervention. Celui-ci est validé lors d'un entretien avec les acteurs de sécurité de l'installation concernée, et la liste des points de mesure est finalisée avec leur accord.

L'entretien est au cœur de l'étude préalable à la campagne de mesurage. Au cours de cet échange, un exposé est fait sur l'objet des mesurages (contrôle réglementaire), leur déroulement et le type de mesures prévues (mesures globales et, si nécessaire analyse spectrale).

A la suite de l'entretien, une visite de l'installation permet le repérage des points de mesure. C'est aussi le premier contact avec les opérateurs et l'occasion de leur rappeler qu'ils ont un rôle dans cette démarche de prévention.

Enfin, un descriptif de chaque procédé, matériel ou tâche bruyante permet de compléter la collecte d'informations. Il s'agit par exemple de relever les références du modèle, de s'assurer de la disponibilité de fiches techniques ou des modes opératoires. Sur les machines récentes, il peut être intéressant de relever les niveaux sonores émis par la machine, les phases de fonctionnement les plus bruyantes et, dans certains cas, les mesures de prévention à prendre lorsque ces informations sont communiquées par le fabricant. Ceci peut également aider à la recherche de solutions de réduction du bruit.

D) Protocole de mesures pour l'évaluation des expositions au bruit

Cette partie décrit le déroulement d'une journée de mesures de bruit au poste de travail, suivant l'esprit de la Norme NF S31-84.

a) *Matériel de mesure*

Un sonomètre permet la réalisation de mesures de bruit. Cet instrument doit être conforme à la norme CEI 61672-1 pour permettre l'évaluation des niveaux sonores au poste de travail, préférentiellement fixes. La figure 7 rappelle les parties constitutives d'un sonomètre.

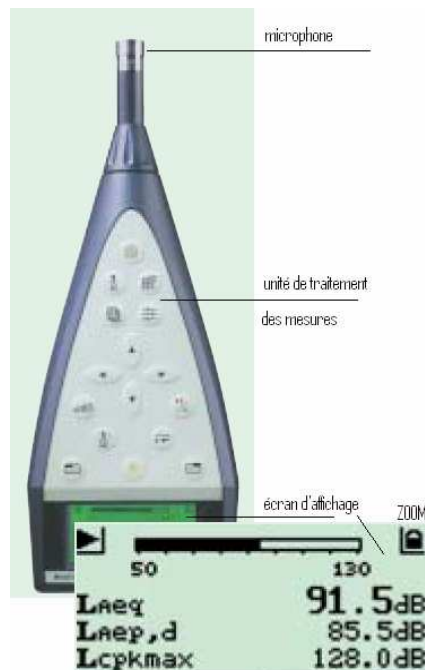


Figure 7 : schéma d'un sonomètre (Source : Brüel & Kjaer)

Le sonomètre offre plusieurs possibilités de mesure :

- mesures sur bande large : le signal enregistré traverse un réseau de pondération qui permet la conversion du niveau sonore en dB(A) et dB(C) ;
- analyse fréquentielle : la gamme de fréquence est découpée en plusieurs bandes d'octaves (*) comprises entre 31,5 et 8000 Hz pour chacune desquelles le signal sonore est intégré et enregistré. Elle permet de déterminer la dominance éventuelle d'une ou de plusieurs fréquence(s) pure(s).

Pendant toute la durée du mesurage, le microphone du sonomètre est maintenu dans le plan du buste de l'opérateur, à hauteur de l'oreille, comme indiqué sur la figure 8 (la distance entre l'oreille et le microphone doit être de 40 cm, soit supérieure à celle indiquée sur la figure 8). Il est fait en sorte que ce positionnement soit conservé de sorte que toutes les mesures soient effectuées dans les mêmes conditions.



Figure 8 : placement du sonomètre pendant la mesure

La norme conseille l'utilisation d'un sonomètre intégrateur, qui donne la possibilité de faire des mesures de LAeq et de Lpc pendant une durée de mesure fixée. De plus, il permet de faire des mesures sur plusieurs bandes de fréquence, utiles dans certains cas pour la détermination de solutions d'atténuation des niveaux sonores ambiants.

Par ailleurs, la norme préconise un calibrage avant chaque séance de mesurage et une vérification du calibrage au terme de chaque séance. Le principe de cette opération est le suivant : pour vérifier une dérive éventuelle, le sonomètre a besoin d'une valeur de sensibilité. Il compare donc le signal fourni par le calibre avec un niveau spécifié. Un calibre est un appareil qui délivre un niveau sonore connu. A l'issue de cela, il affiche la valeur de sensibilité requise, la valeur en cours et la valeur mesurée en usine. Le calibrage correspond donc à un ajustement de sensibilité par rapport à un signal de référence, de 94 dB à 1 kHz. Ce niveau sonore de référence est fourni par la plupart des calibreurs adaptés à des mesures ponctuelles ; il correspond à une pression acoustique de 1 Pa.

b) Echantillonnage sonore et contexte des mesures

Aucune mesure systématique n'a été envisagée pour la présente étude, pour réduire à la fois la durée et le nombre de mesure. Néanmoins, cela demande de pouvoir justifier la représentativité des échantillons sonores enregistrés. La norme NF S31-84 décrit les durées d'échantillonnage sonore selon l'approche sélectionnée. Elle définit également les critères auxquels la composition des échantillons sonores doit répondre à la question de la représentativité des mesures.

L'approche par tâche, retenue pour cette étude, nécessite d'effectuer au moins cinq échantillons sonores pour chaque tâche. Ces derniers doivent être de même durée, enregistrés sur plusieurs personnes appartenant à un même GEH et répartis sur la durée de la tâche (ou sur un ou plusieurs cycles de travail). La durée totale d'échantillonnage est fonction de l'effectif du GEH et de la durée quotidienne de la tâche ; le détail des calculs est mentionné dans le tableau 3.

Tableau 3 : durées minimales d'échantillonnage sonore, cas d'une approche par tâche, d'après la norme NF S31-084

<i>Effectif du GEH (nombre de personnes)</i>	<i>Durée totale minimum de l'échantillonnage sonore</i>
Inférieur à 5	$0,05 \times T_i \times \frac{M}{5}$
Supérieur ou égal à 5	$0,05 \times T_i$

Où : T_i est la durée de la tâche au cours d'une journée de travail
 M est l'effectif du GEH

Si Q est le nombre de tâches effectuées par un GEH, alors Q séries de mesurages d'exposition sont prévues.

Les résultats des mesures effectuées sur quelques personnes du GEH pendant la durée de l'échantillonnage, sont extrapolés à l'exposition au bruit du GEH entier, à partir des durées des tâches.

REMARQUE :

Si au sein d'un même GEH plusieurs tâches peuvent être réalisées, une tâche ne peut quant à elle être réalisée que par un seul GEH. Par ailleurs, une personne peut appartenir à plusieurs GEH et peut également réaliser plusieurs tâches.

Pour garantir la fiabilité des résultats, il faut justifier la représentativité de l'échantillonnage sonore choisi. Théoriquement les durées proposées par la norme sont suffisantes. D'après l'un des rédacteurs de la norme (INRS), elles sont même parfois surestimées :

c'est le cas des durées recommandées pour l'approche par fonction de travail. Par ailleurs, l'échantillon sonore doit inclure impérativement :

- les phases d'exposition les plus intenses (ou événements acoustiques) ;
- les niveaux sonores issus des postes de travail environnants.

Il faut prendre en compte les événements acoustiques identifiés au cours de l'étude préalable. Cela permet de prévoir une période pour la campagne de mesurage qui soit suffisamment représentative, c'est-à-dire qui reflète l'ambiance sonore à laquelle sont exposés les travailleurs.

Par ailleurs, si dans une même pièce de l'installation plusieurs sources sonores sont susceptibles de générer des niveaux sonores simultanément, alors des scénarii d'exposition sont proposés. Dans ce cas, la situation majorante en termes de niveau sonore atteint sera mise en œuvre, ce qui peut permettre d'estimer la contribution des machines d'un atelier. La variabilité des activités au cours du temps peut justifier l'élaboration de scénarii d'exposition.

Dans le cadre de la présente étude, l'élaboration de scénarii a été prévue de la façon suivante :

- dans les ateliers mécaniques : le nombre de machines-outils mises en route simultanément correspond au nombre maximal de personnes pouvant travailler en même temps ; les machines-outils sélectionnées sont celles dont les niveaux sonores enregistrés sont les plus importants, étant entendu que le scénario envisagé se produise effectivement dans les activités quotidiennes des travailleurs ;
- dans les salles dédiées à des expérimentations : il est demandé aux opérateurs de se mettre en situation d'exposition maximale, le plus souvent lorsque tous les appareillages, systèmes de pompages ou autres sources de bruit sont en fonctionnement.

Comme il a été vu précédemment, l'étude acoustique préalable peut inclure une caractérisation des bruits auxquels un travailleur est exposé. Lorsque le bruit est stable, alors la durée d'échantillonnage peut être réduite.

Dans certains cas, il est possible que les activités des travailleurs permettent de repérer des indicateurs de production. Ils reflètent des conditions normales de travail et permettent par conséquent de valider la représentativité de la journée durant laquelle sont faites les mesures. Compte tenu de l'absence d'activité de production et de la variabilité des journées de travail d'un jour sur l'autre, la présente étude n'a pas permis de lister des indicateurs de production.

c) *Plan de mesurage*

Le plan de mesurage est établi à la suite de l'étude préalable. Il précise la procédure de mesurage prévue (appareil de mesure, temps d'échantillonnage sonore, lieu de la mesure) suivant les sources de bruit sélectionnées. Il peut également fournir des indications sur la typologie des bruits (*) auxquels sont exposés les travailleurs.

Comme le demande la norme NF S31-84, le plan de mesurage est décrit dans le rapport de mesurage. Celui-ci comprend également :

- la description des postes de travail (étude de poste) ;
- la description des procédures de mesurage adoptées et ses justifications ;
- les références des appareils de mesure employés ;
- les indices de production (si possible) ;
- les résultats des mesurages.

Deux types de mesurages peuvent être réalisés.

- Mesure sur bande large :

Elle fournit de LAeq, le Lpc (et éventuellement le Lex,8H calculé) pour chaque échantillon de bruit. Cette mesure intègre tous les événements sonores durant la durée de l'échantillonnage. Elle est effectuée de façon systématique au niveau des sources sonores sélectionnées.

- Analyse fréquentielle :

Elle vise à enregistrer les niveaux acoustiques (exprimés en dB) sur neuf bandes d'octave allant de 31,5 à 8000 Hz. Elle est réalisée si la mesure globale a donné lieu à des niveaux sonores proches de la VAI, lorsque des solutions d'atténuation des niveaux sonores sont à prévoir, ou à la demande de l'installation.

Une mesure complémentaire du Bruit de fond (BDF) permet de quantifier plus objectivement la contribution réelle des sources sonores au niveau sonore ambiant. Elle est faite lorsque toutes les machines sont à l'arrêt. Cependant, elle reste facultative car les niveaux sonores à comparer aux seuils réglementaires sont globaux, c'est-à-dire qu'ils prennent en compte le BDF et le bruit apporté par la source étudiée.

REMARQUE :

Si les mesures d'ambiance (BDF) amènent à des niveaux sonores inférieurs à la VAI, et que malgré cela elle est à l'origine d'une nuisance (gêne des travailleurs), alors des mesures de réduction du bruit peuvent être envisagées.

3.2.4 L'exploitation des résultats de mesurage

A) Détermination des paramètres caractéristiques et comparaison aux seuils réglementaires

Lors de la campagne de mesure, un relevé systématique des valeurs des paramètres précités (LAeq, Lpc, Lex,8H et niveaux sur chaque bande d'octave) est fait sur le terrain. Un support unique a permis ce relevé, pour chaque série de mesures. Celui-ci est joint en Annexe du mémoire (voir Annexe 7).

Certains sonomètres sont vendus avec des logiciels d'exploitation des résultats. Ce n'était pas le cas pour le matériel utilisé dans cette étude. L'évaluation des niveaux sonores est faite pour chaque tâche ayant fait l'objet d'une mesure. Le traitement des données est fait sur un tableur informatique pour faciliter les calculs.

Les paramètres obtenus à l'issue de l'exploitation des résultats des mesures sont les suivants :

- Lpc : il est exprimé selon le nombre de dépassement de seuil enregistré sur la durée de la mesure et sa moyenne est donnée à titre indicatif ;
- LAeq : toujours mentionné dans les rapports de mesures antérieurs à cette étude, il donne une idée du niveau moyen de la source de bruit ;

- Lex,8h : il est déduit de LAeq suivant l'équation :
$$\text{Lex,8H} = \text{LAeq} + 10 \times \log\left(\frac{T}{T_0}\right)$$

où : T est la durée quotidienne de la tâche qui a fait l'objet de la mesure

T₀ est la durée de référence d'une journée de travail (8 heures)

- niveau sonore (en dB) sur chaque bande d'octave.

La norme donne les détails du calcul d'incertitude de mesure à associer au résultat. Cette incertitude dépend du type de sonomètre utilisé, du nombre total d'échantillons sonores et de la durée des mesures.

L'INRS a élaboré une feuille de calcul qu'elle met à la disposition des entreprises pour le calcul des paramètres caractéristiques de l'exposition des travailleurs au bruit. Elle a été élaborée à partir des prescriptions de la dite norme. S'il est possible de construire une journée de travail typique comme étant une succession de tâches, ce document chiffre la valeur de Lex,8H pour chaque GEH recensé.

Cependant, il n'a pas toujours été possible de mener à terme ce raisonnement. Plus particulièrement au niveau des ateliers mécaniques : les activités dépendent complètement des besoins de l'installation ce qui a pour conséquence l'absence de journée de travail-type. Dans ce cas, les résultats sont présentés pour chaque tâche prises individuellement.

D'après la DGT, lorsque la nature des activités change significativement d'un jour sur l'autre, il semble que certains bureaux d'étude proposent de faire le calcul du Lex,8H à partir d'une « journée moyenne ». Ce n'est pas l'idée qui a été suivie dans cette étude pour éviter une sous-estimation du Lex,8H sur le même exemple. En effet les calculs ont uniquement porté sur l'évaluation de l'exposition pour chaque tâche prise séparément. Cela a permis d'identifier les zones les plus bruyantes pour ensuite hiérarchiser les actions à entreprendre pour chaque source sonore identifiée.

Toutes les mesures mises en œuvre auront un impact sur la réduction globale de l'exposition du travailleur. En d'autres termes, les mesures individuelles ont donné lieu à un repérage des sources de bruit pour l'établissement d'une échelle de priorité d'actions en vue d'une amélioration d'ensemble. Ces actions correspondent aux prescriptions du décret, pour chaque tâche identifiée. Cette méthode laisse la possibilité de calculer le Lex,8H au cas par cas à partir de la durée et du nombre de tâches du travailleur correspondant à la journée ciblée.

B) Interprétation et utilisation des résultats de la campagne de mesurage

Les résultats de l'analyse fréquentielle sont utilisés pour :

- vérifier que les PICB mis à disposition des travailleurs sont bien adaptés au type de bruit perçu ;
- vérifier que la VLE n'est pas dépassée ;
- donner des indications sur la gêne possible des ambiances sonores étudiées.

a) *Efficacité des PICB et respect de la VLE*

L'arrêté du 19 juillet 2006 pris pour l'application des articles R. 231-126, R. 231-128 et R. 231-129 du code du travail « *pour apprécier les valeurs limites, lorsque le travailleur porte des protecteurs auditifs individuels, l'exposition effective du travailleur au bruit doit être déterminée conformément aux prescriptions de la norme NF EN ISO 4869-2 « *Protecteurs individuels contre le bruit. – Partie 2 : estimation des niveaux de pression acoustique pondérés A en cas d'utilisation de protecteurs individuels contre le bruit* » ».*

Cependant, la vérification de l'efficacité des PICB et du non dépassement de la VLE a été réalisée suivant la norme NF EN 458 de mars 2005. Celle-ci propose les mêmes méthodes d'évaluation de l'affaiblissement des Equipements de protection individuelle (EPI) (*) que la norme imposée par l'arrêté : la méthode par bande d'octave, la méthode HML (*High, Medium, Low*) et la méthode SNR (*Single Number Rating*). Elle a été utilisée car ses explications pour les calculs étaient plus complètes.

Les méthodes HML (*) et SNR (*) sont des méthodes simplifiées dans le sens où elles fournissent une estimation de l'efficacité du protecteur à partir d'une mesure de bruit globale, sans tenir compte des niveaux mesurés sur chaque bande d'octave. Elles peuvent être utiles pour une première estimation de l'efficacité d'un PICB.

Pour la présente étude, la méthode par bande d'octave a été retenue car, contrairement aux deux autres méthodes, elle tient compte de la décomposition du signal sonore en bandes d'octave. Un récent rapport de l'INRS [29] mentionne que la notion d'atténuation globale, quelque soit la situation sonore, est abusive. Il indique par ailleurs qu'une étude confrontant le spectre d'émission et le spectre d'atténuation du protecteur, pour calculer l'exposition réelle résultante, est très souhaitable. Ceci constitue un argument supplémentaire pour le choix de la méthode par bande d'octave.

Le bruit est défini par son niveau (L_f) en dB(A) dans chaque bande d'octave. L'affaiblissement du protecteur est défini par (APV_f) en dB : c'est la protection estimée par le constructeur, communiquée dans chaque bande de fréquence d'octave (en général sur les bandes d'octave dites normalisées, qui sont comprises entre 63 et 8000 Hz). Le niveau de pression acoustique effectif pondéré A (L'_A) à l'oreille du porteur sous sa PICB

est le résultat de l'équation suivante :

$$L'_A = 10 \log \sum_{f=31,5}^{8000} 10^{0,1(L_f - APV_f)}$$

Où f est la fréquence médiane de chaque bande d'octave en Hz.

En effet, la valeur de l'affaiblissement L'_A de la protection auditive est comparée au niveau d'action national imposant le port de PICB (c'est-à-dire : $VAS = 85$ dB(A)). La différence $\Delta = L'_A - VAS$ permet de conclure sur l'efficacité de la protection en question. Le tableau 4 rend compte des commentaires de la norme suivant l'importance de l'écart.

Tableau 4 : estimation de l'affaiblissement d'une PICB, d'après la norme NF EN 458

Niveau effectif à l'oreille L'_A en dB(A)	Estimation de la protection
supérieur à 85	insuffisante
entre 85 et 80	acceptable
entre 80 et 75	bonne/satisfaisante
entre 75 et 70	acceptable
inférieur à 70	excessive (surprotection)

Ces calculs permettent également de vérifier que la VLE n'est pas dépassée car ils sont établis pour $L_{ex,8H} = 85 < 87$ dB(A).

b) Evaluation de la gêne sonore des travailleurs

Enfin, l'analyse fréquentielle peut donner des indications sur la gêne des ambiances sonores mesurées. S'il existe de nombreuses courbes qui permettent de décrire une ambiance sonore. Cependant, l'INRS recommande d'employer les courbes de WISNER [30] qui qualifient la gêne perçue par le travailleur.

Le professeur WISNER (1923 – 2004) a établi des critères de gêne qui prennent en compte les variations de sensibilité auditive suivant la fréquence du bruit. Il était un ergonomiste reconnu sur l'échelle internationale. Il s'est penché sur de nombreuses questions en matière de conditions de travail. C'est d'ailleurs le fondateur du premier service d'ergonomie de la Régie Renault.

Des courbes spectrales (niveau sonore, en dB, en fonction de la bande d'octave, en Hz) délimitent quatre zones (voir figure 9) [35] :

- zone I : le travail intellectuel complexe n'est pas gêné de façon appréciable ;
- zone II : le travail intellectuel complexe est pénible ; le travail courant administratif ou commercial n'est pas gêné de façon nette ;

- zone III : le travail intellectuel est extrêmement pénible ; le travail administratif courant est difficile ; le travail d'atelier n'est pas gêné de façon appréciable ;
- zone IV : une exposition prolongée peut conduire à la surdité.

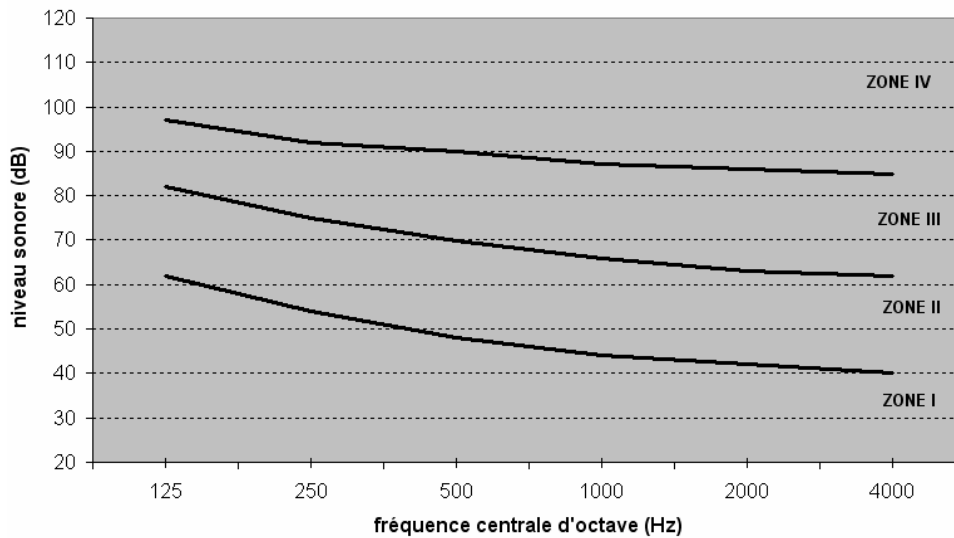


Figure 9 : courbes de WISNER

Sur ce graphe sont reportés les niveaux sonores enregistrés sur chaque bande d'octave comprise entre 125 et 4000 Hz (ces limites sont imposées par les données des courbes de WISNER). La zone sur laquelle la plus haute fréquence est enregistrée permet de conclure sur la gêne engendrée par l'exposition.

c) Actions consécutives à la campagne de mesurage

Le rapport de mesurage mentionne les écarts à la réglementation et détaille les actions de prévention qui en découlent pour répondre aux exigences réglementaires, en cas de dépassement de l'un des seuils d'action (VAI ou VAS). Les situations peuvent ainsi être hiérarchisées suivant leur situation par rapport aux seuils.

Un programme d'actions est à prévoir à l'issue du diagnostic d'exposition au bruit et du constat de dépassement de seuil. Il comprend un calendrier de mise en œuvre et précise les personnes responsables de l'exécution de chaque mesure corrective. Après constat du dépassement de la VAS, une étude acoustique prévisionnelle peut être prévue : c'est une aide à la décision pour le choix des moyens de réduction du bruit.

Des outils de modélisation permettent d'évaluer le niveau sonore attribuable à chaque machine. Cette méthode prend en compte notamment les caractéristiques du local (enveloppe de la pièce, coefficient de réverbération des parois, dimensions, encombrement), le positionnement des machines et leur puissance acoustique.

Cet outil permet de modéliser les lieux de travail et les dispositifs de prévention à choisir en simulant les modifications sans avoir à faire des essais réels. La méthode de calcul prévisionnel évalue les niveaux sonores dans tout type de local et fournit des cartographies du bruit. Il existe différents logiciels d'acoustique prévisionnelle dans les locaux ; ils n'offrent pas tous les mêmes fonctionnalités ni la même précision de calcul.

Ainsi, le rapport de mesurage peut être complété par une cartographie acoustique. Il faut cependant préciser que ce n'est pas une exigence réglementaire : c'est un outil qui facilite la lecture des résultats, la localisation des sources de bruit et l'observation de la propagation du bruit à l'intérieur du local. La cartographie acoustique permet également de valider les GEH qui ont été déduits de l'étude préalable par observation des zones de mêmes niveaux sonores.

3.3 Résultats de la campagne de mesures de bruit au poste de travail

3.3.1 Présentation des installations sélectionnées

L'étude complète a porté sur neuf installations du Centre.

A) Installations qui ont fait l'objet de mesures de bruit au poste de travail

CONFIDENTIEL

B) Installations retenues comme exemple de réalisation pour le mémoire

Dans ce mémoire sont présentés les résultats des campagnes de mesurage de trois installations nommées A, B et C qui ont été retenues comme exemple de réalisation. Cette sélection a été établie au regard de la diversité des situations d'exposition qu'elle comprend et qui donne lieu à un panel de recommandations visant à limiter les expositions au bruit.

La première installation présentée dans ce mémoire est l'installation C. Si celle-ci a fait l'objet de 24 points de mesurage, seulement un seul d'entre eux sera ici exposé. Il s'agit de mesures de bruit effectuées au niveau du pont roulant situé dans un hall d'essai. Celui-ci génère en effet des niveaux sonores excessifs lors de son utilisation. Par ailleurs, le SST a été initialement sollicité pour la réalisation des mesures. Par conséquent le rapport de mesurage présenté dans le mémoire a été établi conjointement avec le SST. Il est à noter que le reste de cette installation fait aussi l'objet d'une étude de bruit au poste de travail dans la mesure où celle-ci possède un atelier mécanique.

Les deux autres installations présentées sont les installations A et B : elles sont rattachées toutes deux au DRECAM. Elles ont été retenues car :

- les ambiances sonores au sein de ces installations sont de différents types ;
- des similitudes ont été observées dans les situations d'exposition, donc dans les recommandations formulées.

Par ailleurs, au niveau de l'installation A, une zone de travail a permis le calcul d'une journée d'exposition au sens de la norme NF S31-084. En effet, les activités y étant similaires d'un jour sur l'autre, les journées de travail ont pu être décomposées en une succession de tâches.

Enfin, l'installation 39 a été retenue car un nombre significatif de dépassements de seuils réglementaires a été constaté au sein de son atelier mécanique. Cela implique des mesures de réduction des expositions plus approfondies.

3.3.2 Résultats des mesures effectuées au niveau de trois installations du Centre

Les rapports de mesurage des trois installations sélectionnées sont joints en [Annexe 8](#).

Ils rendent compte du déroulement complet de la méthode, jusqu'à la formulation de recommandations. Ils précisent également les références du matériel de mesure utilisé.

Le tableau 5 fait la synthèse de la campagne de mesures en indiquant les dépassements de seuils réglementaires qui ont été constatés pour tous les points de mesure des 3 installations.

Tableau 5 : dépassements des seuils réglementaires dans trois installations du Centre

n° de l'installation	zone d'exposition	Nb total de points de mesures	Nb d'expositions inférieures à VAI	Nb d'expositions entre VAI et VAS	Nb d'expositions supérieures à VAS
A	grand atelier mécanique du SPEC	12	6	4	2
	atelier de soudage	2	1	1	0
	salle blanche	3	3	0	0
	local informatique	1	1	0	0
	pièces expérimentales	4	4	0	0
	locaux techniques	1	1	0	0
B	atelier mécanique	11	4	1	6
	laboratoire PLFA	3	3	0	0
	laboratoire LUCA	3	3	0	0
	laboratoire DyR	2	2	0	0
C	hall équipé d'un pont roulant	1	0	0	1
	reste de l'installation	analyse des résultats en cours			
TOTAL	toutes zones confondues	43	65 %	14 %	21 %

Aucun dépassement de VLE n'a été constaté. Les zones de travail où des dépassements de VAS ont été constatés sont situés dans les ateliers mécaniques des installations A et B, et dans le hall équipé du pont roulant de l'installation C. Ceci valide l'hypothèse de départ formulée pour réduire le champ d'action de l'étude, qui indiquait que les ateliers mécaniques sont des zones vraisemblablement sujettes à de fortes expositions au bruit.

Les commentaires et recommandations déduits de ces campagnes de mesurage de bruit sont mentionnés dans les rapports de mesurage.

Compte tenu du nombre de dépassements de seuils enregistrés dans l'atelier mécanique de l'installation B, une étude acoustique prévisionnelle a été prévue. Les résultats de cette investigation complémentaire feront l'objet d'une annexe au rapport de mesurage. RAY +, logiciel développé par l'INRS, sera l'outil de simulation acoustique des locaux employé pour cela.

Pour avoir une idée de la gêne occasionnée dans les zones bruyantes, il a été demandé aux travailleurs exposés de noter le bruit perçu, en termes de pénibilité. Une échelle numérique allant de 0 à 10, a été établie, telle que :

- 0/10 est attribué à une ambiance très calme, de type bureau isolé ;
- 10/10 est attribué à une ambiance sonore qui gêne extrêmement le travailleur.

Les résultats de cette enquête sur la gêne perçue par les travailleurs sont mentionnés en **Annexe 9**. Ils montrent que la gêne perçue par les travailleurs n'a pas de lien direct avec les niveaux sonores mesurés dans les zones où ils sont exposés. Ceci explique pourquoi l'étude de bruit ne s'est pas restreinte à l'application stricte des prescriptions réglementaires (« *et si nécessaire, faire des mesures* ») : elle a volontairement pris en compte les zones d'exposition gênantes pour les travailleurs. Voici deux exemples qui illustrent l'absence de relation entre le niveau sonore mesuré et la gêne perçue par le travailleur :

- dans un laboratoire équipé de boîtes à gants, avec des expériences bruyantes et un système de climatisation, le bruit de fond mesuré était Lex,8H = 70 dB(A). La note attribuée par un opérateur travaillant dans cette zone de travail est de **7/10** ;
- Dans un atelier mécanique, l'utilisation de la scie à ruban (Lex,8H = 86 dB(A) environ) a été évaluée à **6,5/10**.

Dans ces zones, les travailleurs expliquent que lorsqu'ils cessent d'être exposés à ces bruits, ils ressentent un soulagement et parfois même une fatigue résiduelle.

3.3.3 Situations de co-exposition au niveau des installations du Centre

A l'issue de l'étude préalable, le remplissage de la fiche de renseignement n°4 (voir Annexe 6) a permis de souligner :

- l'existence de situations de co-expositions de type :
 - o bruit et substances chimiques (sans indication sur l'ototoxicité de ces substances),
 - o bruit et vibrations ;
- que certains travailleurs ont des activités extraprofessionnelles pouvant présenter un risque pour l'audition.

Le tableau 6 présente une synthèse des informations obtenues suite au remplissage de la fiche de renseignement n°4, pour les neuf installations du Centre concernées par l'étude.

Tableau 6 : bilan du dépistage des situations de co-exposition et activités extraprofessionnelles des travailleurs dans neuf installations du Centre

n° de l'installation	Nombre de travailleurs co-exposés		Activités extraprofessionnelles (**)
	co-exposition bruit et substances chimiques (*)	Co-exposition bruit et vibrations	
A	3	8	Plongée, musique, sports motorisés, bricolage
X	4	3	Plongée, musique, bricolage
B	10	2	musique, bricolage
X	nc	nc	nc
C	15	3	Bricolage
X	nc	nc	nc
X	nc	nc	nc
X	nc	nc	nc
X	5	0	aucun

Nota : (*) = sans mention sur l'ototoxicité

(**) = parmi les activités de : plongée, tir, musique, sports motorisés, ball-trap, bricolage.

nc = non communiqué

X = installations autres que A, B ou C

Ce premier repérage par questionnaire montre qu'au niveau des installations, des situations de co-exposition sont possibles. Cependant, aucune action de vérification n'a été entreprise sur le terrain pour lister précisément les lieux de co-exposition. Le choix a été fait de réaliser cette vérification à partir des informations contenues dans les FPN.

Une extraction de la liste des personnes co-exposées a donné lieu aux résultats mentionnés dans le tableau 7.

Tableau 7 : situations de co-exposition dans neuf installations du Centre (Source : SAFIPO)

n° de l'installation	co-exposition bruit et vibrations	co-exposition bruit et substances chimiques ototoxiques (***)		effectif de l'installation
	nb de pers. co-exposées	nb de pers. co-exposées	substances concernées	
A	-	8	Toluène C7H8 Trichloroéthylène C2HCl3 Xylène (CH3)2C6H4 Chlorobenzène C6H5Cl Plomb métal Pb Mercure métal Hg Toluène C7H8	220
X	-	-	-	75

n° de l'installation	co-exposition bruit et vibrations	co-exposition bruit et substances chimiques ototoxiques (***)		effectif de l'installation
	nb de pers. co-exposées	nb de pers. co-exposées	substances concernées	
B	-	3	Cyclohexane C6H12 Toluène C7H8 Xylène (CH3)2C6H4	103
X	1	1	Trichloroéthylène C2HCl3	91
C	-	1	Plomb (Autre composé)	87
X	-	6	Plomb métal Pb Tétrachloroéthylène ; Perchloroéthylène C2Cl4	100
X	-	51	Plomb métal Pb Styrène ; Vinylbenzène C8H8 Tétrachloroéthylène ; Perchloroéthylène C2Cl4 Tétrachlorure de Carbone CCl4 Toluène C7H8 Trichloroéthylène C2HCl3	62
X	-	3	Toluène C7H8 Trichloroéthylène C2HCl3	79
X	-	2	Cyclohexane C6H12 Plomb métal Pb	51

Nota (*)** : l'extraction a concerné les substances à risque ototoxique mentionnées dans la liste **Annexe 6** et pour les substances de la catégorie I. Pulvérulents et solvants organiques.

X = installations autres que A, B ou C

Ces tableaux confirment l'existence de situations de co-exposition dans les trois installations étudiées. Comme il a été vu précédemment, les effets des composés organiques volatiles (toluène, styrène, xylène et éthylbenzène), le monoxyde de carbone et l'acide cyanhydrique ont fait l'objet d'études qui ont montré leur effet ototoxique en milieu professionnel. C'est pourquoi, une précision est apportée dans le tableau 8 à cette extraction de données.

Tableau 8 : situations de co-exposition au bruit et à des substances dont l'ototoxicité est avérée, dans neuf installations du Centre

n° de l'installation	nb de pers. co-exposées à l'issue du dépistage	Nombre des personnes co-exposées au bruit et aux substances chimiques ototoxiques			
		Toluène	Xylène	Styrène ; Vinylbenzène	Ethylbenzène ; CO et HCN
A	8	1 pers. (<i>moyen</i>) 4 pers. (<i>faible</i>)	1 pers. (<i>faible</i>)	-	-
X	-	-	-	-	-
B	3	2 pers. (<i>moyen</i>)	2 pers. (<i>moyen</i>)	-	-
X	1	-	-	-	-
C	1	-	-	-	-
X	6	-	-	-	-
X	51	4 pers. (<i>moyen</i>)	-	4 pers. (<i>moyen</i>)	-
X	3	1 pers. (<i>moyen</i>) 1 pers. (<i>faible</i>)	-	-	-
X	2	-	-	-	-

Nota : en italique est mentionnée la pondération affectée à l'exposition (sur une échelle allant de : non exposé, faible, moyen à important)

4 SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE ET PROPOSITIONS

La réalisation des études de bruit au sein des installations ciblées a été l'occasion de se rendre compte des points forts et des points faibles de la démarche. En effet, toutes les étapes décrites dans ce mémoire ont été mises en œuvre, de façon homogène et constante d'une installation à une autre.

Par ailleurs, le nombre important de mesures effectuées a offert un large choix de situations d'exposition, ce qui a permis de prendre le recul nécessaire à une vision critique des éléments.

Le retour d'expérience de la mise en œuvre de la démarche est mentionné ci-après ; il aboutit à des pistes d'amélioration en tenant compte des actions actuellement menées par le Centre. Ces observations sont établies d'après le déroulement de la campagne de mesure de bruit au poste de travail.

4.1 Déroulement de la campagne de mesure de bruit au poste de travail

4.1.1 Etude préalable

Lors de l'étude préalable, les informations communiquées par les installations au niveau des fiches de renseignement ne présentaient pas toutes le même niveau de précision. En effet, si les postes de travail supposés bruyants ont été identifiés de façon exhaustive, la description des sources de bruit mises en cause et des phases d'exposition pouvait varier d'une installation à une autre.

→ **Les fiches de renseignement pourraient être pré-remplies avant envoi aux installations, notamment à partir des informations mentionnées dans l'EvRP.**

→ **Les rubriques des fiches de renseignement pourraient être plus détaillées et offrir la possibilité à l'installation de sélectionner des réponses préétablies (réponses à choix multiples).**

La description des phases d'exposition, notamment en ce qui concerne les durées et la répartition des expositions dans le temps, n'est pas toujours évidente. Un questionnement approfondi des opérateurs sur cette question permet d'estimer au mieux cette information, nécessaire à l'établissement du plan de mesurage.

La DGT indique que lorsque les activités varient de façon significative d'un jour à l'autre, alors une « journée moyenne » est décrite pour le calcul des paramètres (Lex,8H notamment). Cependant, cette méthode présente l'inconvénient de fournir des résultats moyennés. Cela a pour conséquence qu'il peut y avoir des dépassements de seuils certains jours de travail. Dans ce cas, les niveaux sonores mesurés sous-estiment l'exposition des salariés au bruit.

→ **Dans cette étude, il a été choisi de ne traiter que les situations les plus défavorables en termes de niveaux d'exposition au bruit. Cette méthode des « pires scénarii » garantit une protection des travailleurs dans toutes les situations d'exposition.**

La plupart du temps, le remplissage des fiches de renseignement par l'acteur sécurité de l'installation s'est fait sur le terrain, à la rencontre des opérateurs.

Par ailleurs, la quasi-totalité des mesures de bruit a été effectuée en présence de l'ingénieur sécurité d'installation. Dans certains cas, le médecin du secteur était également présent.

De plus, il y a eu une prise de contact avec les opérateurs lors de l'établissement de recommandations ; ces échanges ont permis de faciliter le choix de solutions de réduction du bruit (sur le plan technique notamment).

Le dialogue avec les opérateurs tout au long de l'étude est souvent fructueux. La plupart du temps, ces derniers expliquent volontiers leur travail et participent à la localisation des sources de bruit dans leur installation. Cela reflète leur volonté de participer à l'évaluation et à la prévention des risques auxquels ils sont exposés.

Enfin, lors de l'entretien préparatoire, la question du coût engendré par certaines recommandations a été soulevée.

→ A partir de quelques exemples, il est possible de montrer que la réduction des expositions ne passe pas uniquement par l'emploi de techniques coûteuses (exemple : limitation du temps d'exposition par l'aménagement du temps de travail).

4.1.2 Réalisation des mesures

Le protocole de mesure qui a été appliqué à l'occasion de la présente étude a permis de répondre aux exigences réglementaires, dans le cadre de l'application du décret du 19 juillet 2006, modifiant le code du travail. Par ailleurs, cette méthode garantit une représentativité minimale des résultats.

Sur l'ensemble des mesures qui ont été réalisées, les niveaux sonores d'un nombre conséquent de zones de travail se sont révélés inférieurs à la VAI. Le plus souvent, les mesures ont été effectuées parce qu'une gêne sonore a été exprimée par un ou plusieurs travailleurs.

Si le protocole de mesure présenté dans ce rapport a été appliqué à toutes les zones d'exposition au bruit, il n'est pourtant pas nécessaire de renouveler cette expérience. En effet, il est conseillé, avec le recul, d'appliquer ce protocole de mesure uniquement si cela est nécessaire, à l'issue de l'étude préalable. Celle-ci inclut des mesures de bruit exploratoires dont les résultats sont comparés à la VAI.

→ En cas de dépassement de la VAI, le protocole présenté dans la présente étude sera appliqué, conformément aux exigences réglementaires.

→ Un tableur informatique (format Excel) sera mis à disposition de la CQSE et du SST pour l'exploitation des résultats et les calculs d'incertitude.

Lors de la réalisation des mesures, il a été constaté que la durée des échantillonnages sonores était parfois très longue, voire même dans certains cas difficile à respecter. Ce fut le cas notamment au niveau des ateliers mécaniques lorsque la durée de certains échantillonnages sonores dépassait la vingtaine de minutes et que la mesure nécessitait l'usinage de matériau par un opérateur.

La rencontre avec le SST lors de l'étude préliminaire a mis en évidence que les durées d'échantillonnages choisies par les médecins correspondent souvent à la durée au bout de laquelle le niveau sonore indiqué par le sonomètre devient stable. Généralement, elles sont assez courtes (de l'ordre de la minute).

→ La diminution des temps de mesure et du nombre d'échantillonnages sonores est possible au niveau de l'étape préliminaire à la campagne d'évaluation des expositions au bruit.

→ Les mesures lors de l'étude préliminaire permettent de cibler précisément les postes de travail au niveau desquels les dépassements des seuils réglementaires sont avérés. Dans ce cas, les étapes décrites dans le présent rapport doivent être suivies.

4.1.3 Port de PICB

Lors de la visite de repérage des sources de bruit, un premier contact a été établi avec les opérateurs. Plusieurs d'entre eux ont indiqué clairement que les protections auditives à leur disposition dans certains cas « *ne servent à rien* ». Ils ont fait état de la variabilité des tâches et des situations d'exposition d'un jour sur l'autre, et le port de PICB sur toute la durée du travail leur apparaît difficile à respecter.

➔ **Cela illustre la nécessité de prévoir des mesures de réduction du bruit à la source qui évite l'obligation du port de PICB.**

Par ailleurs, ils ont mentionné que le port de PICB pouvait devenir une source de danger. En effet, l'utilisation de certaines machines-outils nécessite que l'opérateur « *écoute la machine sur laquelle il travaille* » pour s'assurer de son bon fonctionnement et d'un usinage correct.

➔ **Les échanges avec les travailleurs exposés au bruit, de préférence au niveau de leur poste de travail, peuvent amener à constater un risque lié au port de PICB dans la réalisation de certaines tâches. Si ce risque est plus grand qu'en cas de non port des PICB, alors cela peut faire l'objet d'une demande de dérogation auprès de l'inspecteur du travail.**

Cela illustre également l'importance de bien caractériser la source de bruit afin de choisir les PICB les mieux adaptées, lorsque c'est possible bien sûr. Suivant le type d'activité pour lesquelles le port des PICB est inévitable, il en existe différents modèles adaptés : pour les musiciens, il existe des PICB qui jouent le rôle d'une sourdine pour conserver l'intégralité des fréquences ; certains bouchons antibruit sont équipés de filtres permettant de préserver l'intelligibilité de la parole en ambiance bruyante, de minorer les phénomènes de résonances ou d'obtenir des atténuations plus sélectives sur certaines fréquences, etc.

4.2 Prise en compte de la gêne sonore

La gêne sonore exprimée par les travailleurs est très variable, d'une activité à une autre. Aucune corrélation n'a été établie dans le cadre de la présente étude entre la gêne ressentie et des niveaux sonores mesurés. En effet, l'outil de cotation de la gêne (échelle de 0 à 10) avait pour vocation de montrer qu'une ambiance de travail dont les niveaux sonores mesurés se situent en dessous des seuils réglementaires peut néanmoins constituer une nuisance chez certains travailleurs. Cela a également permis de souligner la part subjective de la perception du bruit.

Dans certaines zones de travail, la gêne sonore peut être un facteur de stress ou de fatigue. Ceci va à l'encontre de la définition de la Santé défendue par l'OMS : « *La santé est un état de bien être total physique, social et mental de la personne. Ce n'est pas la simple absence de maladie ou d'infirmité.* »

➔ **La prise en compte de la gêne sonore dans la mise en place de solutions de réduction des expositions au bruit reste à l'appréciation des préventeurs appelés à faire des mesurages sonores.**

➔ **S'il existe des outils pour évaluer la gêne, ils peuvent être utilisés par l'entreprise. Cependant, le dialogue avec les travailleurs reste à privilégier dans un premier temps.**

A l'occasion des rencontres avec les médecins du travail, la question de la multiplicité des facteurs intervenant dans une déclaration de gêne sonore a été soulevée. Celle-ci peut en effet révéler d'autres causes expliquant le malaise d'un travailleur. Dans ce cas, le médecin du travail peut jouer un rôle important au cours de l'étude préalable par sa connaissance approfondie du contexte de travail et des personnes gênées.

→ Il est nécessaire de poursuivre l'action actuellement menée par le SST en matière de communication avec les travailleurs. Dans le cadre de l'application de la nouvelle réglementation, celle-ci fait partie intégrante de l'étude préalable et vient compléter des mesurages exploratoires d'ambiances sonores.

4.3 Prise en compte des situations de co-exposition

4.3.1 Bruit et substances ototoxiques ; bruit et vibrations

En ce qui concerne le dépistage de situations de co-exposition, un premier repérage des travailleurs concernés a été fait au cours de cette étude. Elle a donné lieu à l'identification des travailleurs co-exposés aux substances ototoxiques, reconnues comme tel en milieu professionnel par l'INRS.

→ Une vérification des audiogrammes des travailleurs co-exposés permettrait, le cas échéant, de mettre en évidence toute déficience auditive autre que celles dues uniquement au bruit.

Enfin, lorsque cela est possible, la situation de co-exposition peut être évitée en agissant sur l'un des deux facteurs d'exposition :

- bruit ;
- et/ou substances ototoxiques ;
- et/ou vibrations.

→ Concernant les substances ototoxiques, une information aux travailleurs amenés à les manipuler peut être faite ; les durées d'exposition peuvent être réduites et des précautions d'emploi habituelles sont à respecter (exemple : les manipulations sous sorbonne, qui fait partie des Bonnes pratiques de laboratoire (BPL)).

→ La réduction des expositions liées aux vibrations n'est pas traitée dans ce mémoire.

Par ailleurs, les visites médicales peuvent donner lieu à l'identification des personnes exposées ou ayant été exposées à des substances ototoxiques médicamenteuses par une interrogation spécifique des travailleurs.

→ L'Annexe 10 propose une série de questions élaborées à l'attention du SST.

Les visites médicales sont également l'occasion d'identifier les personnes qui ont des activités extraprofessionnelles nuisibles pour l'audition.

4.3.2 Expositions extraprofessionnelles

Cependant, au cours de l'entretien préparatoire, il a été mentionné par certains acteurs sécurité une réticence des travailleurs à s'exprimer sur la nature de leurs activités extraprofessionnelles. Cette information relève de la vie privée des travailleurs. Cela explique pourquoi la fiche de renseignement n°4 n'a pas toujours été remplie.

→ L'obtention d'informations sur les activités extraprofessionnelles des travailleurs relève en effet du domaine privé. Ceci confirme le rôle du SST dans le repérage de ces populations de travailleurs sensibles et l'importance de leurs recommandations en matière de prévention.

Cependant, la question de la part attribuable aux expositions extraprofessionnelles reste posée.

→ Dans ce cas, la prévention primaire auprès des travailleurs sur les risques du bruit est à privilégier. Cela peut être fait à l'occasion des visites médicales mais aussi par l'utilisation d'outils de communication (exemples : affichage, site intranet). L'information peut être adressée à tous les salariés du Centre, comme cela est actuellement fait sur les sites intranet du SST et de la CQSE.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans le cadre de ce mémoire, l'application de la réglementation en matière d'exposition au bruit au poste de travail a été étudiée en prenant en compte des facteurs potentiels d'exposition multifactorielle. L'étude s'est attachée à rappeler le contexte réglementaire en matière de bruit au poste de travail ainsi que les enjeux et risques associés à ces expositions. Elle a permis de mettre en évidence les limites posées par l'estimation de la part attribuable aux expositions strictement professionnelles. Puis une réflexion a été menée pour la prise en compte des co-expositions dans l'application de la réglementation.

La démarche d'évaluation des expositions, établie à partir de la norme NF S31-084, a permis de veiller au respect des prescriptions réglementaires. Après validation des étapes par le contrôleur de la CRAM d'Ile de France (CRAMIF), le plan d'action a été présenté au SST et aux installations puis mis en œuvre. Les points forts et points faibles de cette méthodologie ont ensuite été étudiés à partir de l'étude de neuf installations du centre de Saclay, préalablement sélectionnées selon des critères définis.

La problématique de santé – sécurité des travailleurs a été traitée notamment au travers de l'expérience acquise au cours de plusieurs campagnes de mesurage. L'importance de réaliser une étude préliminaire à l'évaluation des expositions a été soulignée et l'accent a été mis sur le dialogue avec les opérateurs et les acteurs de sécurité des installations. Cette étape préalable, essentiellement qualitative, permet de cibler les zones de travail au niveau desquelles des actions correctives sont à entreprendre. La métrologie des ambiances sonores a fourni des informations quantitatives sur les niveaux d'exposition atteints pour différents postes de travail. Elle a permis de cibler les écarts à la réglementation. Les campagnes de mesure effectuées constituent une aide à l'employeur dans la protection de ses salariés, l'objectif étant de réduire au maximum la probabilité de survenue d'accidents de travail.

A l'issue de l'évaluation des expositions au bruit, des recommandations ont pu être formulées auprès des neuf installations. Suivant les niveaux sonores, des ambiances de travail plus ou moins dégradées ont été observées ; pour chacune d'elles des actions sont à engager à court, moyen ou long terme. C'est à chaque installation de prioriser les actions à mener ainsi que les délais et les acteurs concernés. Dans tous les cas, il convient de privilégier les actions de réduction du bruit à la source et la prévention primaire.

Si les niveaux sonores enregistrés sur les neuf installations étudiées ont présenté des dépassements de seuil réglementaire, il faut préciser que cela est lié à l'orientation initiale de l'étude : les installations sélectionnées comportaient toutes des ateliers mécaniques où ont été mesurés les plus hauts niveaux sonores. En sus, l'important dispositif organisationnel en matière de sécurité sur le Centre confirme l'effort de prévention de la Direction du Centre en matière d'hygiène et de sécurité.

Une vérification a été faite auprès du Service du personnel et des affaires sociales (SPAS) et auprès de la CQSE sur la question des accidents du travail et des maladies professionnelles connues sur le Centre et en lien avec le bruit. Ces services ont indiqué

l'absence de cas au moins sur les dix dernières années. Seule une demande de reconnaissance de MP relevant du tableau 42 du RG a été formulée en 1999. Le diagnostic médical (voir annexe 11) a fait état d'une hypoacousie du travailleur. Cette demande a cependant été refusée car le salarié présentait une déficience auditive à l'embauche. Ceci montre l'importance de la consultation médicale initiale des salariés lors de leur arrivée sur le Centre, pour évaluer au mieux la part attribuable aux expositions ayant lieu (ou ayant eu lieu) en dehors de leur activité professionnelle. La tendance enregistrée au CEA Saclay est donc largement en-deçà de celle des entreprises de l'UE pour lesquelles la surdité reste la MP la plus fréquemment déclarée.

Par ailleurs, le respect des seuils réglementaires ne constitue pas une garantie suffisante pour l'absence de risque pour la santé. Si l'employeur doit veiller au bon état de santé de ses salari es, d'après la définition de la santé donnée par l'OMS, cela inclut également leur bien-être moral. En toute rigueur, il est souhaitable que le préventeur prenne en considération la dimension subjective des expositions au bruit. Comme cela a été fait au cours de la présente étude, la gêne sonore perçue par les travailleurs peut être examinée notamment au cours de l'étude préliminaire aux mesurages.

Ce mémoire a soulign e le caractère individu-dépendant de la perception du bruit et l'importance de son évaluation. Cependant, compte tenu du faible nombre d'installations étudiées sur la durée de l'étude, il a été difficile de démontrer l'existence d'une corrélation entre la gêne perçue et les niveaux sonores enregistr es. Dans cette perspective, une double échelle de cotation de la nuisance sonore perçue et des niveaux sonores mesur es permettrait de cibler rapidement les travailleurs expos es au bruit et g en es au cours de leur activité professionnelle.

Ce mémoire montre également que la part attribuable aux expositions professionnelles reste difficile à évaluer compte tenu des activités extra-professionnelles des salari es. Ceci confirme l'importance des actions d'information et de sensibilisation de l'ensemble du personnel. La prévention des risques li es au bruit ne doit pas se limiter aux seules expositions professionnelles.

Enfin, une recherche des situations de co-exposition a permis d'identifier les salari es du Centre de Saclay expos es simultanément au bruit et à certaines ototoxiques ainsi qu'au bruit et aux vibrations. Une évaluation plus fine des risques sanitaires li es à ces produits pourra être menée lorsqu'il y aura davantage d'avancées scientifiques sur la question.

PERSPECTIVES POUR LE CEA SACLAY

La poursuite de l'application du décret n o2006-892 du 19/07/2006 au niveau du Centre pourra s'orienter dans un premier temps vers :

- les ateliers mécaniques qui n'ont pu faire l'objet de mesures lors de la première campagne (20 installations sont concernées) ;
- les autres installations qui se sont manifestées au cours de l'étude et auxquelles aucune réponse n'a pu être apportée, compte tenu des délais de réalisation du mémoire.

Un courrier pourra également être adressé à l'ensemble des installations afin d'établir d'autres priorités d'actions selon les besoins exprimés.

Concernant la réalisation des mesures de bruit au poste de travail, elles peuvent être réalisées dans un premier temps comme cela est fait actuellement sur le Centre par le SST. Cependant, lorsque les niveaux sonores enregistrés lors des mesures exploratoires dépassent les seuils réglementaires, alors l'application des étapes de la démarche décrites dans ce mémoire est nécessaire.

Par ailleurs, une mise à jour des EvRP pourra être effectuée par les installations concernées par des expositions au bruit. Il a également été proposé que les expositions au bruit au poste de travail soient intégrées aux contrôles des installations par la Direction du Centre (contrôles de deuxième niveau). En effet, ces contrôles permettraient de mettre en évidence des besoins en termes de réduction des expositions au bruit.

Enfin, une présentation orale des étapes de la démarche d'évaluation des expositions au bruit et des outils pour l'exploitation des résultats est à prévoir. Ce « passage de relais » s'adressera aux préventeurs amenés à effectuer des mesures de bruit, aux médecins du SST notamment.

Concernant les co-expositions, en l'état actuel, et par mesure de précaution, il convient de limiter ces situations (notamment vis-à-vis des substances ototoxiques visées par l'INRS). De plus, un repérage des travailleurs concernés pourra être fait à partir de leur FPN et ils pourront être sensibilisés sur cette question.

Au-delà de la réponse aux principaux objectifs, ce mémoire a permis de justifier le rôle fondamental de la communication entre les acteurs de prévention. Dans cette dynamique, une action commune du SST et de la CQSE est prévue en septembre 2007 pour organiser une session de formation / information des travailleurs exposés à des niveaux sonores supérieurs à la VAI.

Le CEA Saclay se distingue des autres Centres par la diversité de ses activités et par le grand nombre d'entreprises extérieures qu'il accueille chaque jour. Pourtant, les événements anormaux liés à des expositions au bruit restent rares. Le Centre maintiendra ses efforts en matière de prévention des risques professionnels. L'application du décret n° 2006-892 du 19/07/2006 est l'occasion de renforcer le dispositif d'évaluation des expositions au bruit au poste de travail. Cette dynamique permettra au CEA Saclay de confirmer d'une part, son positionnement favorable par rapport aux industries du secteur de la métallurgie auquel il est rattaché, d'autre part, son attachement à l'amélioration continue des conditions de travail.

Bibliographie

- 0 EUROSTAT. *Work and health in the EU : a statistical portrait. Data 1994 - 2000*. 2004. 128 p.
- 1 Agence européenne pour la sécurité et la sante au travail. *Data to describe the link between OSH and employability*. 2002. 108 p.
- 2 CAMPO P. *Agents ototoxiques et exposition au bruit*. Document pour le médecin du travail, n°86. 2001. pp.177-182.
- 3 IURC de Montpellier. *Promenade autour de la cochlée*. [en ligne]. Disponible sur : <<http://www.iurc.montp.inserm.fr/cric/audition/index.htm>>. (Consulté en mars 2007).
- 4 L'Encyclopédie Hachette Multimédia. Hachette Livre, version 6.0. 2002.
- 5 FLORU R., CNOCKAERT J.-C. *Effets non traumatiques du bruit sur la santé, la sécurité et l'efficacité de l'homme au travail. Etude bibliographique*. Cahiers de notes documentaires numéro 154. 1994. pp. 69-97.
- 6 Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail. *Journal FACTS n°57*. [en ligne]. Disponible sur : <<http://osha.europa.eu/publications/factsheets/57>>. (Consulté en avril 2007).
- 7 Collectif contre les nuisances aériennes de l'agglomération toulousaine. *Quel est l'effet des nuisances sonores sur la santé ?* [en ligne]. Disponible sur : <http://ccnaat.free.fr/article.php3?id_article=6>. (Consulté en juin 2007).
- 8 Ministère de la santé, de la jeunesse et des sports. *Bruit et santé*. [en ligne]. Disponible sur : <www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/bruit/sommaire.htm>. (Consulté en mai 2007).
- 9 FIELDS J.-M. *An updated catalog of 360 social surveys of residents reactions to environmental noise (1943-1993)*. Atlanta: Georgia Institute of Technology. 1999.
- 10 AFSSE. *Impacts sanitaires du bruit : état des lieux, indicateurs bruit-santé*. 2004, p. 334.
- 11 Centre de documentation et d'information sur le bruit. *Les effets du bruit sur la santé : brochure réalisée par l'AFSSET*. [en ligne]. Disponible sur : <http://www.infobruit.com/articles/effets_bruit_sante_afsset.pdf>. (Consulté en avril 2007).
- 12 INRS. *Le bruit. Aide – mémoire juridique*. TJ 16. Documents pour le médecin du travail. 1998. 28 p.

- 13 JONES D.-M. *Lound noise and levels of noise control : a study of serial reactions*. 1983. pp. 809-817.
- 14 CANETTO P. *Une nouvelle réglementation sur le bruit au travail*. TC 110. Documents pour le médecin du travail. 2006. 11 p.
- 15 OMS. *Prevention of noise-induced hearing loss. Reprot of an informal consultation held at the World Health Organization, Geneva on 28-30 october 1997. Number Three in the series : Strategies for Prevention of Deafness and Hearing Impairment*. 1997. 55 p.
- 16 Agence Européenne pour la sécurité et la santé au travail. *Data to describe the link between OSH and employability*. 2002. 108 p.
- 17 LOOK A.-M. *Conséquences économiques et sociales des surdités professionnelles*. Premier forum européen sur les solutions efficaces pour maîtriser les risques du bruit au travail : Noiseatwork2007. Lille. 2007. 6 p.
- 18 TOXNET. *Toxicolgy data network*. [en ligne]. Disponible sur : <<http://toxnet.nlm.nih.gov>>. (Consulté en février 2007).
- 19 INRS. *Bruit et agents ototoxiques*. Le point des connaissances sur... ED 5028. 2005. 4 p.
- 20 DEMATTO C., KEREBEL T., LIEBERT A.-H. *Risques liés à la co-exposition bruit et substances chimiques ototoxiques*. Atelier Santé Environnement Ingénieur du génie sanitaire. Rennes : Ecole nationale de la santé publique. 2005. 74 p.
- 21 RABINOWITZ P.-M et al. *Organic solvent exposure and hearing loss in a cohort of aluminium workers*. Occupational and Environmental Medicine. 2007. 16 p.
- 22 INRS. *Pertinence d'une valeur limite de 85 dB(A) de Lex,d dans un contexte multifactoriel (bruit + agent ototoxique)*. [en ligne]. Disponible sur : <http://www.inrs.fr/htm/pertinence_valeur_limite_85_db_lex_dans_contexte.html>. (Consulté en mars 2007).
- 23 VINCENT R., et al. *ALTREX : un logiciel pour l'analyse statistique et l'interprétation des résultats de mesures - Cas des expositions professionnelles aux agents chimiques et au bruit*. Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail N°172. 1998. pp. 273-281.
- 24 AFSSE. *Impacts sanitaires du bruit – Etat des lieux, indicateurs bruit-santé*. 2004. 157 p.
- 25 Santé Canada. *Perte auditive et bruit associés aux loisirs*. [en ligne] Disponible sur : <http://www.hc-sc.gc.ca/iyh-vsv/envIRON/leisure-loisirs_f.html>. (Consulté en mai 2007).

- 26 MEDD. *Evaluation des risques liés aux loisirs musicaux*. [en ligne]. Disponible sur : <<http://www.ecologie.gouv.fr/Evaluation-des-risques-lies-aux.html>>. (Consulté en mai 2007).
- 27 OMS. *Le bruit au travail et le bruit ambiant*. [en ligne]. Disponible sur : <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs258/fr/>>. (Consulté en avril 2007).
- 28 ARANAUDO B., MAGAUD-CAMUS I., SANDRET N., COUTROT T., FLOURY M.-C., GUIGNON N., HAMON-CHOLET S., WALTISPERGER D. *L'exposition aux risques et aux pénibilités du travail de 1994 à 2003, premiers résultats de l'enquête SUMER 2003*. Premières Synthèses, Dares, n°52.1. 2004.
- 29 INRS. *Evaluation des risques professionnels*. [en ligne]. Disponible sur : <http://www.inrs.fr/htm/evaluation_des_risques_professionnels.html>. (Consulté en juin 2007).
- 30 CANETTO P. Techniques de réduction du bruit en entreprise. Quelles solutions, comment choisir ? Document INRS, ED 962. 2006. 124 p.
- 31 RENARD C. *Contraintes d'adaptation des équipements de protection individuels contre le bruit*. Premier forum européen sur les solutions efficaces pour maîtriser les risques du bruit au travail : Noiseatwork2007. Lille. 2007. 14 p.
- 32 PÄÄKKÖNEN R. *Practical noise attenuation of hearing protectors according to noise directive 2003/10/EC*. Premier forum européen sur les solutions efficaces pour maîtriser les risques du bruit au travail : Noiseatwork2007. Lille. 2007. 6 p.
- 33 FORTIER P., CORNELIER C., TOUSSAINT, DOYON P. *Plan d'action Québécois 2005-2008 : outil audiovisuel de sensibilisation des milieux de travail aux manifestations et aux conséquences d'une surdité causée par le bruit*. Premier forum européen sur les solutions efficaces pour maîtriser les risques du bruit au travail : Noiseatwork2007. Lille. 2007. 4 p.
- 34 KUSY A., BALTU I. *Les équipements de protection individuelle de l'ouïe. Choix et utilisation*. INRS ED 868. 2001. 40 p.
- 35 WISNER A. *Manuel Bruits et Vibrations. Chapitre II : Éléments de Physiologie et de Pathologie des Bruits*. Editions INRS n°254B. 1970.

Liste des annexes

Annexe 1	Définitions
Annexe 2	Liste indicative des substances chimiques à risque ototoxique
Annexe 3	Extraits de tableaux de MP
Annexe 4	Fiche de poste et de nuisances
Annexe 5	Schémas de réflexion pour la réduction du bruit (INRS)
Annexe 6	Fiches de renseignement, e-mail et notice
Annexe 7	Fiche de relevé de paramètres
Annexe 8	Rapports de mesurage
Annexe 9	Notes attribuées à la gêne sonore
Annexe 10	Questionnaire pour le repérage de situations de co-exposition
Annexe 11	Fiche médicale pour une demande de MP (tableau 42 du RG)

Annexe 1 : définitions

ACCIDENT DE TRAVAIL

Selon l'article L.411-1 du code de la Sécurité Sociale, « est considéré comme accident du travail, quelle qu'en soit la cause, l'accident survenu par le fait ou à l'occasion du travail à toute personne salariée ou travaillant, à quelque titre ou en quelque lieu que ce soit pour un ou plusieurs employeurs ou chefs d'entreprise ». La jurisprudence rajoute : que « l'accident est caractérisé par l'action soudaine et violente d'une cause extérieure provoquant une lésion sur l'organisme humain au temps et au lieu de travail ».

AUDIOGRAMME (Source : "Le son et l'audition", Veranneman)

Graphique sur lequel sont inscrites les données audiométriques du malentendant. Ces valeurs s'expriment en dB HL (*Hearing loss*), généralement sur une bande fréquentielle située entre 125 et 8.000 Hz.

BANDE D'OCTAVE

La bande d'octave est l'étendue fréquentielle comprise entre une fréquence f et son double $2f$.

COEFFICIENT D'ABSORPTION ALPHA SABINE (Source : "Le son et l'audition", Veranneman)

C'est la quantité d'énergie sonore non réfléchi (absorbée et parfois transmise) par un matériau.

EQUIPEMENT DE PROTECTION INDIVIDUELLE (Source : NF EN 458)

Ensemble de l'équipement qui est porté ou utilisé par une personne dans le cadre de son travail pour protéger sa santé et sa sécurité, ainsi que tout accessoire ou élément supplémentaire conçu à cet effet.

EVENEMENT ACOUSTIQUE (Source : Norme NF S31-084)

Qualificatif appliqué à des phases d'exposition au bruit particulièrement intenses et provoquées par le processus de fabrication ou le mode opératoire employé.

FONCTION DE TRAVAIL (Source : Norme NF S31-084)

Appellation qui désigne l'ensemble des tâches effectuées par un travailleur (ou groupe de travailleurs de même métier ou de même poste de travail) durant une journée de travail, pour un objectif donné généralement. Différentes fonctions sont distinguées : les fonctions de production, les fonctions de maintenance, les fonctions logistiques, les fonctions de nettoyage, les fonctions de contrôle et d'encadrement ainsi que les fonctions support.

GROUPE D'EXPOSITION HOMOGENE (Source : Norme NF S31-084)

Groupe de travailleurs affectés à des tâches similaires, qui les expose de façon analogue à des sources de bruit semblables dans un même lieu.

INSTALLATION

Ensemble bien délimité au plan géographique et cohérent au plan technique et au plan des moyens.

✚ MALADIE PROFESSIONNELLE (Source : INRS)

Une maladie est "professionnelle" si elle est la conséquence directe de l'exposition d'un travailleur à un risque physique, chimique, biologique, ou résulte des conditions dans lesquelles il exerce son activité professionnelle.

✚ MEMBRANE BASILAIRE (Source : "Le son et l'audition", Veranneman)

Membrane de l'oreille interne où se situent les cellules sensorielles. Dès l'apparition d'un stimulus sonore, la membrane entre en vibration mettant en action les cellules ciliées. La membrane a la forme d'un colimaçon d'une longueur totale de 30 à 35 millimètres.

✚ METHODE HML (Source : NF EN 458)

Méthode qui est fondée sur trois valeurs d'affaiblissement H, M et L (respectivement *High*, *Medium*, *Low*) déterminés à partir des valeurs d'affaiblissement par bande d'octave pour un protecteur individuel donné. Ces valeurs, associées à des niveaux de pression acoustique pondéré A et pondéré C, permettent de calculer la Réduction du niveau acoustique prédit (PNR) :

$$\text{PNR} = M - \frac{H - L}{4} (L_{pc} - L_A - 2) \text{ pour } (L_{pc} - L_A) \leq 2 \text{ dB}$$

$$\text{PNR} = M - \frac{M - L}{8} (L_{pc} - L_A - 2) \text{ pour } (L_{pc} - L_A) \geq 2 \text{ dB}$$

Où : L_{pc} est le niveau de pression acoustique de crête pondéré C ;
 L_A est le niveau de pression acoustique pondéré A.

Alors le niveau de pression acoustique pondéré A à l'oreille est : $L'_A = L_A - \text{PNR}$

✚ METHODE SNR (Source : NF EN 458)

Méthode fondée sur une valeur d'affaiblissement globale SNR (*Single rating number*) qui consiste à calculer le niveau de pression acoustique pondéré A pour le protecteur individuel contre le bruit à partir du niveau de pression acoustique pondéré C :

$$L'_A = L_{pc} - \text{SNR}$$

Ou bien :

$$L'_A = L_A + (L_{pc} - L_A) - \text{SNR}$$

Où : L_{pc} est le niveau de pression acoustique de crête pondéré C ;
 L_A est le niveau de pression acoustique pondéré A.

✚ NIVEAU DE PRESSION ACOUSTIQUE DE CRETE (Source : INRS, ED 772)

Il exprime l'intensité d'un son, en décibel, par la relation :

$$L_{pc} = 10 \times \log\left(\frac{P_C}{P_0}\right)^2$$

Où : P_C est la valeur maximale de la pression acoustique instantanée, observée sur une période spécifiée ;
 P_0 est la pression acoustique de référence : $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa.

✚ PAVILLON DE L'OREILLE (Source : Petit Larousse 2003)

Partie extérieure visible de l'oreille, constituée d'une lame cartilagineuse recouverte de peau et où s'ouvre le conduit auditif externe.

✚ ORL :

Médecin spécialiste en oto-rhino-laryngologie, partie de la médecine qui s'occupe des maladies de l'oreille, du nez et de la gorge.

✚ RISQUE (Source : Lellouch, dictionnaire d'épidémiologie)

Un risque concerne la probabilité de survenue d'un évènement pour un individu ou dans une population pendant une période donnée.

✚ SCOTOMES AUDITIFS

C'est une fréquence ou un ensemble de fréquences sonores non ou mal entendues par une personne.

✚ SURDITE (Source : Petit Larousse 2003 et "Le son et l'audition", Veranneman)

Perte ou grande diminution du sens de l'ouïe. Il en existe plusieurs types :

- surdité de perception ou cochléaire : elle est d'origine héréditaire ou acquise et s'accompagne parfois d'acouphènes ;
- surdité de transmission : elle est liée à une atteinte de l'oreille moyenne dont le rôle est de transmettre le message à l'oreille interne ;
- surdité neurosensorielle ou de perception : elle a pour origine un dysfonctionnement des cellules sensorielles et des fibres nerveuses de l'oreille interne, par opposition à la surdité de transmission.

✚ TACHE (Source : NORME NF S31-084)

Partie de l'activité professionnelle effectuée par le travailleur dans un intervalle de temps de travail spécifié.

✚ TYPOLOGIE DES BRUITS

Une distinction est faite selon que le bruit soit :

- stable : il présente des fluctuations de niveau négligeables au cours de la période d'observation (inférieures à 2 dB) ;
- fluctuant : le niveau varie de façon continue dans un intervalle de temps notable (variation supérieure à 2 dB) ;
- intermittent : le niveau varie brusquement jusqu'à atteindre le niveau du bruit de fond (BDF) à plusieurs reprises au cours de la période d'observation ; le temps pendant lequel le niveau conserve une valeur constante différente de celle du BDF étant supérieure ou égale à une seconde ;
- impulsif : le niveau subit une ou plusieurs impulsions d'énergie acoustique ayant une durée inférieure à une seconde ;
- à répétition : les fluctuations de niveau sont cycliques ;
- imprévisible : des variations de niveau sont susceptibles de survenir à n'importe quel moment.

✚ VALEUR LIMITE (Source : INRS, ED 984)

La valeur limite d'un composé chimique représente sa concentration dans l'air que peut respirer une personne pendant un temps déterminé sans risque d'altération pour sa santé, même si des modifications physiologiques réversibles sont parfois tolérées.

Annexe 2 : liste indicative des substances chimiques à risque ototoxique

Légende : En vert : effets ototoxiques connus
 En italique avec (*) : nom déposé des substances médicamenteuses

Substances à risque ototoxique

Nature du risque

I. Pulvérulents et solvants organiques

Chlorobenzène	
Cyclohexane (hexahydrobenzene, hexaméthylène)	
Dichloroéthane	vertiges
Dichlorométhane (méthylène chloride)	
Disulfure de carbone (carbon bi- ou di-sulphide)	vertiges
Ethylbenzène	
Hexane	vertiges
Lindane (HCH, gammaHCH, hexachlorocyclohexane)	
Methyl-chloride (chloromethane, monochloromethane)	vertiges
Methyl-n-butyl-cetone (2 hexanone)	
n-Hexane	vertiges
Perchloro-éthane	
Tétrachloro-éthane (perchloréthylène)	vertiges
Tétrachlorométhane (carbone tetrachloride, tetrachlorure de carbone)	vertiges
Toluène (toluol, methylbenzène, phenylméthane)	surdité
Trichloroéthylène	
Styrène	vertiges
Xylène	

II. Antifongiques:

Amphotericine B (<i>Fungizone*</i> , <i>Abelcet*</i> , <i>Ambisome*</i>)	hypoacousie, bourdonnements, vertiges
--	---------------------------------------

III. Antibiotiques :

III-1. Aminoglucosides (ou aminosides)	<i>ototoxicité de classe des aminosides</i>
Amikacine (<i>Amiklin*</i> , <i>Amukin*</i>)	
Dibécacine (<i>Débékacyl*</i> , <i>Icacine*</i>)	
Dihydrostreptomycine (<i>Eutercine*</i>)	
Framycétine (<i>Isofra*</i> , <i>Framitulle*</i> , <i>Framibiotol*</i> , <i>Soframycine*</i> , <i>Rhinalène à la Soframycine*</i> , <i>Rhinobiotol*</i>)	
Gentamicine (<i>Gentalline*</i> , <i>Gentamicine*</i> , <i>Gentogram*</i> , <i>Garamycine*</i> , <i>Gentabilles*</i> , <i>Ophtagram*</i> , ..)	
Kanamycine (<i>Kamycine*</i>)	
Néomycine (<i>Polydexa*</i> ,...)	
Netilmicine (<i>Netromicine*</i> ,)	
Polymyxine B (<i>Polydexa*</i> , <i>Antibiosynalar*</i> ,..)	
Rystoseptine	
Streptomycine	
Sisomicine (<i>Sisolline*</i> , <i>Sissomicine*</i>)	
Tobramycine (<i>Nebcine*</i> , <i>Tobrex*</i> , <i>Tobralex*</i> , ...)	
Spectinomycine (<i>Trobicine*</i>)	vertiges

III-2. Beta-lactamines

Imipénem+ Cilastatine (<i>Tienam*</i>)	diminution de l'audition
--	--------------------------

III-3. Polypeptides

Viomycine

Capreomycine (*Capromycine**, *Capastat**, ...)

III-4. Glycopeptides

Vancomycine (<i>Vancocine*</i> , <i>Vancomycine...</i>)	ototoxique à doses forte ou prolongée
Teicoplanine (<i>Targocid*</i>)	acouphène, légère perte d'audition

III-5. Phénicoles

Chloramphenicol (*Tifomicine**, *Cebnenicol**, *Ophthaphenicol*..*)

Thiamphenicol (*Urfamycine**, *Fluimucil*?*, *Thiophenicol*..*)

III-6. Macrolides

Clarithromycine (<i>Naxy*</i> , <i>Zeclar*</i>)	hyoacousie, acouphènes
Erythromycine	

III-7. Cyclines

Minocycline (<i>Minocine*</i> , <i>Mestacine*</i> , ..)	sensation vertigineuse
--	------------------------

IV-3. Sulfamides

IV. Antiparasitaires externes

Hexachlorocyclohexane (Lindane) (*Aphthiria**, *Alentol**, *Scabucid**)

V. Diurétiques

Acetazolamide (*Defiltran**, *Diamox**)

Acide éthacrynique (<i>Edecrin*</i>)	Surdit�, ototoxicit�
Bum�tanide (<i>Burinex*</i>)	vertiges (ototoxique � fortes doses?)
Pir�tanide (<i>Eurelix*</i>)	vertiges rares
Indapamide (<i>Fludex*</i> , <i>Xypamide*</i>)	vertiges rares
Bendroflum�thiazide (<i>Precyclan*</i> , <i>Tensionorme*</i> , <i>Naturine*</i>)	vertiges rares
Chlorothalidone (<i>Hygroton*</i>)	vertiges rares
Furos�mide (<i>Lasilix*</i> , <i>Furosemix*</i>) � forte posologie ou vitesse injection IV	diminution acuit� auditive
Hydrochlorothiazide (<i>Esidrex*</i>)	vertiges rares

Methylchlorothiazide (*Thiazidil**, *Isobar*..*)

VI. Analg siques anti-inflammatoires et antipyr tiques :

Acemetacine

Acide salicylique

Aspirine, Acide ac�tylsalicylique (<i>Aspegic*</i> , <i>Catalgine*</i> , <i>Cefapyrine*</i> , <i>Alkaseltzer*</i> , <i>Aspro*</i> , <i>Solupsan*</i> , <i>Claragine*</i> , <i>Rhonal*</i> , <i>Aspirisucr*..</i>)	bourdonnement, baisse acuit� auditive
--	---------------------------------------

Benorilate (*Salipran**)

Benoxaprofen (*Opren**)

Carprofen

Diclof�nac (<i>Voltaire*</i> , <i>Flector*</i> , <i>Voldal*</i> , <i>Xenid*..</i>)	acouph�nes, hyoacousie
--	------------------------

Diflunisal (*Dolobis**)

D-Penicillamin (*Trolovol**)

Etodolac (*Lodine**)

Fenoprof�ne (<i>Nalgesic*</i>)	acouph�nes, hyoacousie exceptionnelle
----------------------------------	---------------------------------------

Feprazone

Ibuprof�ne (<i>Advil*</i> , <i>Nurofen*</i>)	vertiges
--	----------

Indom�thacine (<i>Indocid*</i> , <i>Ainscrid*</i> , <i>Chrono-indocid*</i> , <i>Dolcidium*....</i>)	acouph�nes, hyoacousie
---	------------------------

Isoxicam

Ketoprof�ne (<i>Biprofenid*</i> , <i>Ketum*</i> , <i>Profenid*</i> , <i>Toprec*</i> , <i>Topfena*</i> , <i>Actron effix*..</i>)	vertiges
---	----------

Morphine

Naprox�ne (<i>Apranax*</i> ; <i>Naprozyne*</i>)	acouph�nes, hyoacousie
---	------------------------

Piroxicam (<i>Brexin*</i> , <i>Cycladol*</i> , <i>Feldene*</i> , <i>Geldene*</i> , <i>Olcam*</i> , <i>Flexirox*</i> , <i>Inflaced*</i> , <i>Zofora*</i>)	acouph�nes, hyoacousie
--	------------------------

Meloxicam (<i>Mobic*</i>)	acouphènes, hypoacousie rare
Tenoxicam (<i>Tilcotil*</i>)	acouphènes, hypoacousie rare
Phenylbutazone (<i>Butazolidine*</i>)	
<i>Proglumetacine</i>	
Procacozon, Prodasonone*, Medroxyprogesterone	
Salicylates	
Salicylate de méthyle	
Sulindac (<i>Arthrocline*</i>)	acouphènes, hypoacousie
Tolmetine	
Zomepirac	

VII. Glucocorticoïdes

Corticotrophine
Prednisolone

VIII. Anesthésiques locaux :

Bupivacaïne (<i>Marcaïne*</i>)	bourdonnements
Etidocaïne (<i>Duraneest*</i>)	bourdonnements
Lidocaïne (<i>Mesocaïne*</i> , <i>Xylocaïne*</i> , <i>Otoralgyl*</i> ,...)	bourdonnements
Mepivacaine (<i>Carbocaine*</i>)	bourdonnements
Tetracaïne	
Ropivacaine	

IX. Anti-tumoraux, chimiothérapies

Bleomycine	
Bromocriptine (<i>Bromokin*</i> , <i>Parlodel*</i>)	vertiges
Carboplatine (<i>Paraplatine*</i>)	bourdonnements, perte auditive
Cisplatine (<i>Cisplatyl*</i>)	bourdonnements, perte auditive
Methotrexate (<i>Ledertrexate*</i>)	
Moutardes azotées	
Vinblastine (<i>Velbe*</i>)	vertiges
Vincristine (<i>Oncovin*</i>)	troubles auditifs et vestibulaires

X. Anti-paludéens, anti-malariaux

Chloroquine	
Chloroquine phosphate	
<i>Chroquine</i>	
Hydroxychloroquine (<i>Plaquenil*</i>)	bourdonnement, vertige
Primaquine	
Pyrimethamine (<i>Malocide*</i>)	vertiges

XI. Antiarythmiques

<i>Quinacrine hydrochloride</i>	
Quinidine (<i>Cardioquine*</i> , <i>Longacor*</i> , <i>Quinidurule*</i>)	hypoacousie
Hydroquinidine (<i>Serecor*</i>)	hypoacousie
Quinine (<i>Quinimax*</i> , ...) et dérivés	acouphènes, hypoacousie

XII. Préparations auriculaires

Aureomycine, Gentamicine (cf antibiotiques aminosides)	risque si tympan ouvert
Bacteomycine	risque si tympan ouvert
Antibio Synalar	risque si tympan ouvert
Desocort	risque si tympan ouvert
Néomycine (cf. antibiotiques aminosides)	risque si tympan ouvert
<i>Cérylyse*</i>	risque si tympan ouvert

XIII. Prostaglandines

Misoprostol (<i>Cytotec*</i>) + autres	vertiges
--	----------

XIV. Contraceptifs

Chlormadinone (<i>Lutéran*</i>)	vertiges
Désogestrel	

Estradiol
Ethinylestrodiol

XV. Médicaments cardiaques

Celiprolol (*Celectol**)
Fécaïne
Lidocaïne
Metoprolol (*Lopressor**, *Seloken**)
Procainamide
Propranolol (*Avlocardyl**,...)

Quinidine	hypoacousie
Enalapril (<i>Renitec*</i>)	acouphènes
Benazepril (<i>Briem*</i> , <i>Cibacène*</i>)	vertiges

XVI. Agents psychopharmacologiques

Amitriptyline (*Elavil**, *Laroxyl**,
Benzodiazepines
Bupropion

Carbamazepine (<i>Tegretol*</i>)	vertiges
Diclofensine	
Doxepine (<i>quitaxon*</i> , <i>sinequan*</i>)	
Désipramine (<i>Pertofran*</i>)	
Fluoxétine (<i>Prozac*</i>)	
Imipramine (<i>Tofranil*</i>)	
Lithium (<i>Theralithe*</i> , <i>Neurolithium*</i>)	vertiges

Metiltracén
Molindron
Paroxétine (*Deroxat**)
Phénelzine
Protriptyline
Trazodone
Zimeldin

XVII. Autres médicaments

Cimetidine (<i>Tagamet*</i> , <i>Cimetidine*</i>)	vertiges
Famotidine (<i>Pepdine*</i>)	vertiges
Acide valproïque	
Omeprazole (<i>Mopral*</i> , <i>Zoltum*</i>)	vertiges
Amiloride (modamide)	
Auranofine	
Chlorhexidine	ototoxique si administré près de l'oreille interne

XVIII. Divers

Acide cyanhydrique	
Alcool	
Arsenic	vertiges
Caféine	
Monoxyde de carbone (CO)	vertiges
Mercuré	
Nicotine	troubles d'audition
Plomb	vertiges


Annexe 3 : extrait de tableaux de MP

N°	Nom du tableau	Désignation des maladies	commentaire	Nature de la co-exposition
1	Affections dues au plomb et à ses composés	« Troubles neurologiques organique à type d'altération des fonctions cognitives... »		Bruit et substances ototoxiques
2	Maladies professionnelles causées par le mercure et ses composés		Aucun effet ototoxique enregistré	Bruit et substances ototoxiques
4 bis	Affections gastro-intestinales provoquées par le benzène, le toluène, les xylènes et tous les produits en renfermant		Aucun effet ototoxique enregistré	Bruit et substances ototoxiques
21	Intoxication professionnelle par le bromure de méthyle	« Troubles auriculaires : hyperacousie ; vertiges et troubles labyrinthiques »		Bruit et substances ototoxiques
22	Lésions provoquées par des travaux effectués dans les milieux où la pression est supérieure à la pression atmosphérique	« Otite moyenne subaiguë ou chronique. Hypoacousie par lésion cochléaire irréversible, s'accompagnant ou non de troubles labyrinthiques et ne s'aggravant pas après arrêt d'exposition au risque. Le diagnostic sera confirmé par une audiométrie tonale et vocale effectuée de six mois à un an après la première constatation. »		Bruit et pression ambiante
31	Maladies professionnelles engendrées par les aminoglycosides, notamment par la streptomycine, la néomycine et leurs sels		Aucun effet ototoxique enregistré	Bruit et substances ototoxiques
	Atteinte auditive provoquée par les bruits lésionnels	<p>« Hypoacousie de perception par lésion cochléaire irréversible, accompagnée ou non d'acouphènes. Cette hypoacousie est caractérisée par un déficit audiométrique bilatéral, le plus souvent symétrique et affectant préférentiellement les fréquences élevées.</p> <p>Le diagnostic de cette hypoacousie est établi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - par une audiométrie tonale liminaire et une audiométrie vocale qui doivent être concordantes ; - en cas de non-concordance : par une impédancemétrie et recherche du réflexe stapédien ou, à défaut, par l'étude du sulvi audiométrique professionnel. <p>Ces examens doivent être réalisés en cabine insonorisée, avec un audiomètre calibré. Cette audiométrie diagnostique est réalisée après une cessation d'exposition au bruit lésionnel d'au moins 3 jours et doit faire apparaître sur la meilleure oreille un déficit d'au moins 35 dB. Ce déficit est la moyenne des déficits mesurés sur les fréquences 500, 1 000, 2 000 et 4 000 Hertz. Aucune aggravation de cette surdité professionnelle ne peut être prise en compte, sauf en cas de nouvelle exposition au bruit lésionnel.</p> 		


N°	Nom du tableau	Désignation des maladies	commentaire	Nature de la co-exposition
59	Intoxications professionnelles par l'hexane		Aucun effet ototoxique enregistré	Bruit et substances ototoxiques
	Affections provoquées par les vibrations et chocs transmis par certaines machines-outils, outils et objets et par les chocs itératifs du talon de la main sur les éléments fixes		<p>La liste limitative des travaux susceptibles de provoquer ces maladies renvoie à des activités pouvant être bruyantes :</p> <p>« Travaux exposant habituellement aux vibrations transmises par :</p> <p>a) Les machines-outils tenues à la main, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les machines percutantes, telles que les marteaux piqueurs, les burineurs, les bouchardeuses et les fouloirs ; - les machines rotopercutantes, telles que les marteaux perforateurs, les perceuses à percussion et les clés à choc ; - les machines rotatives, telles que les polisseuses, les meuleuses, les scies à chaîne, les tronçonneuses et les débroussailleuses ; - les machines alternatives, telles que les perceuses et les scies sauteuses ; <p>b) Les outils tenus à la main associés à certaines machines précitées, notamment dans des travaux de burinage ;</p>	Bruit et vibrations
			<p>c) Les objets tenus à la main en cours de façonnage, notamment dans les travaux de meulage et de polissage et les travaux sur machine à rétreindre.</p> <p>Travaux exposant habituellement aux chocs provoqués par l'utilisation manuelle d'outils percutants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - travaux de martelage, tels que travaux de forge, tôlerie, chaudronnerie et travail du cuir ; - travaux de terrassement et de démolition ; - utilisation de pistolets de scellements ; - utilisation de clouteuses et de riveteuses. <p>Travaux exposant habituellement à l'utilisation du talon de la main en percussion directe itérative sur un plan fixe ou aux chocs transmis à l'éminence hypothénar par un outil percuté ou percutant. »</p>	
76	Maladies liées à des agents infectieux ou parasitaires contractés en milieu d'hospitalisation et d'hospitalisation à domicile	« E. Infections dues aux streptocoques bêta-hémolytiques : manifestations cliniques de streptococcie : - otite compliquée... »		Bruit et substances ototoxiques

N°	Nom du tableau	Désignation des maladies	commentaire	Nature de la co-exposition
83	Lésions provoquées par les travaux effectués dans un milieu où la pression est inférieure à la pression atmosphérique et soumise à variations	« Otites moyennes subaiguës. Otites moyennes chroniques. Lésions de l'oreille interne. Le diagnostic dans tous les cas doit être confirmé par des examens cliniques et audiométriques spécifiques. »		Bruit et pression
92	Infections professionnelles à <i>Streptococcus suis</i>	« Méningite purulente, accompagnée le plus souvent d'une atteinte cochléo-vestibulaire : surdité de perception unilatérale ou bilatérale avec acouphènes et troubles de l'équilibre (vertiges et ataxie). Atteinte cochléo-vestibulaire et ses complications cochléaires (troubles de l'audition irréversibles) »		Bruit et substances ototoxiques
97	Affections chroniques du rachis lombaire provoquées par des vibrations de basses et moyennes fréquences transmises au corps entier		La liste limitative des travaux susceptibles de provoquer ces maladies renvoie à des activités pouvant être bruyantes : « Travaux exposant habituellement aux vibrations de basses et moyennes fréquences transmises au corps entier : - par l'utilisation ou la conduite des engins et véhicules tout terrain : chargeuse, pelleuse, chargeuse-pelleuse, niveleuse, rouleau vibrant, camion tombereau, décapeuse, chariot élévateur,	Bruit et vibrations
			chargeuse sur pneus ou chenilleuse, boteur, tracteur agricole ou forestier ; - par l'utilisation ou la conduite des engins et matériels industriels : chariot automoteur à conducteur porté, portique, pont roulant, grue de chantier, crible, concasseur, broyeur ; - par la conduite de tracteur routier et de camion monobloc. »	

LEGENDE :

 Tableaux des affections provoquées par le bruit et par les vibrations (RG 42 et RG 69)

 Tableaux des MP dont l'effet ototoxique de l'exposition est reconnu (RG 1, RG 26, RG 29, RG 83, RG 97)

 Autres MP concernées par des atteintes auditives et MP dont l'effet ototoxique de l'exposition n'est pas reconnu (RG 2, RG 4bis, RG 31, RG 59, RG 76 et RG 92)

Annexe 4 : FPN

Groupe CEA
FICHE de POSTE & de NUISANCES N°

Centre
JU MM AA MOTIF

NOM	1er Prénom	2eme Prénom	N° carte Service	Date naissance
Nom de Jeune Fille	Sexe		Situation	Statut

Code employeur d'origine	Sigle - service ou entreprise -	Code Siret	- adresse -		Date Prise Fonction
Code utilisateur	Sigle - unité ou entreprise intermédiaire -	Code Siret / CRB	Bât.	Pièce	autre pièce
					Date Fin Fonction

N° INSEE	Code(s) Métiers						Catégorie de travailleurs
----------	-----------------	--	--	--	--	--	---------------------------

Exposé détaillé des fonctions :

CONDITIONS DE TRAVAIL

Horaire en clair								

ACTIVITES PARTICULIERES

CODE 0 : Néant P : Potentielle F : Faible M : Moyenne I : Importante
NOTA IMPORTANT : Pour remplir cette fiche, veuillez consulter la notice explicative que vous pourrez vous procurer au Service Médical du Travail

NUISANCES NON RADIOLOGIQUES

	CODE 0 : Néant	P : Potentielle	F : Faible	M : Moyenne	I : Importante				

NUISANCES RADIOLOGIQUES

	CODE 0 : Néant	P : Potentielle	F : Faible	M : Moyenne	I : Importante				
Irradiation	$X, \gamma < 100 \text{ KeV}$	$X, \gamma > 100 \text{ KeV}$	β	α	Neutrons thermiques		Neutrons rapides, protons...		
	9101	9102	9103	9104	9105		9107		

OBSERVATIONS :

Signature du Responsable de Entreprise Extérieure éventuelle:

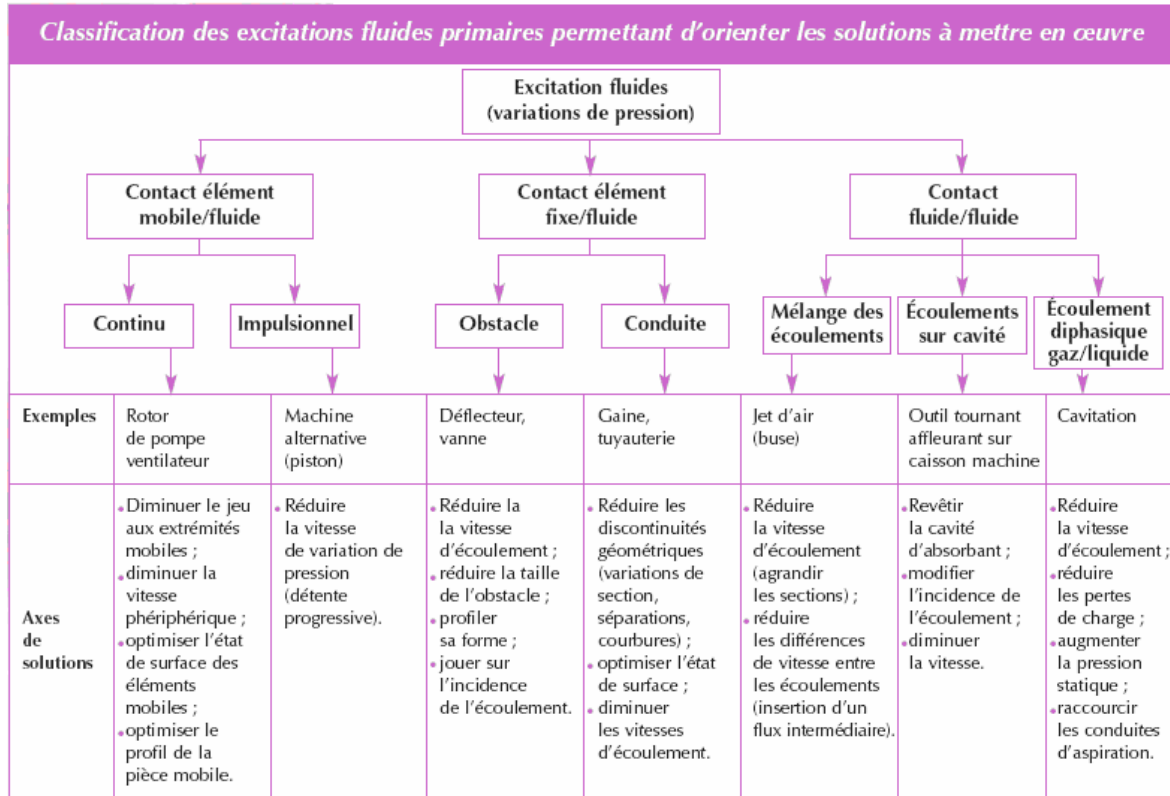
Le chef d'Installation	L'ingénieur de Sécurité	Le Responsable S.P.R.	L'intéressé
SIGNATURE :	VISAS :		
NOM :	NOMS :		
DATE :	DATES :		

- XII -

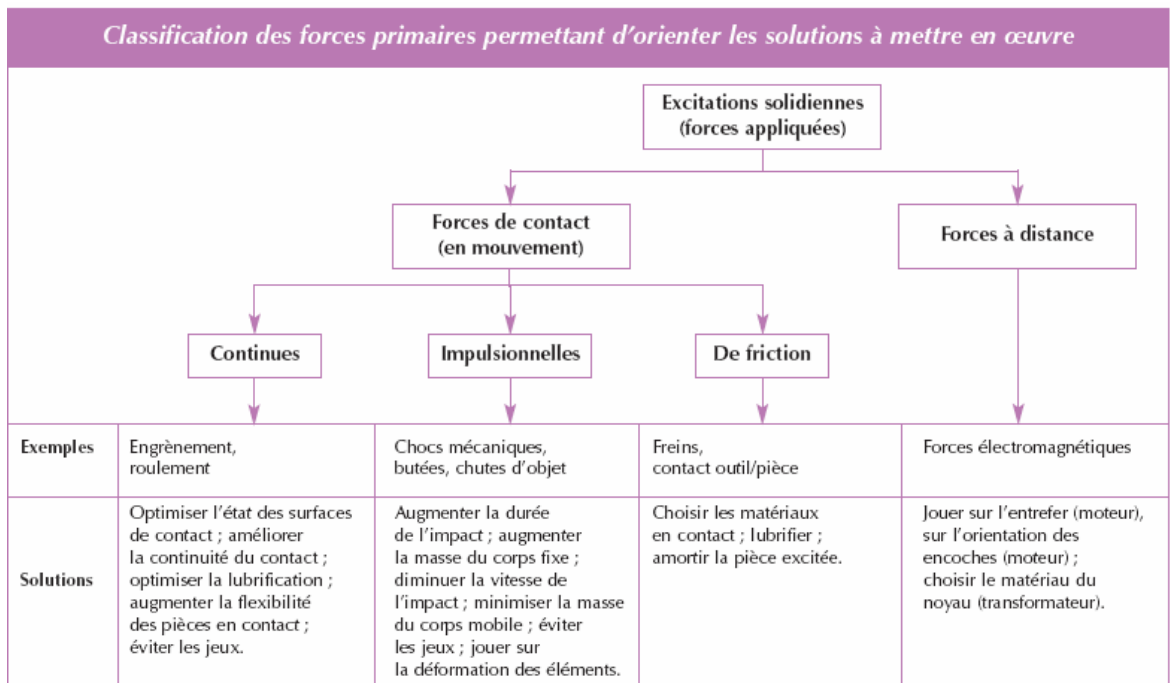
2007

Annexe 5 : schémas de réflexion pour la réduction du bruit (INRS)

Sources fluides :



Sources solidiennes :



Annexe 6 : fiches de renseignement, email, notice explicative

Install. :	FICHE 1	Date :
CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION		

Références de l'installation :

Bâtiment(s) * :

Chef d'Installation :

Suppléant au CI :

Ingénieur Sécurité de l'Installation :

Suppléant à l'ISI :

Activité(s) et localisation de l'installation :

Effectif total :

Effectif susceptible d'être exposé au-delà de 80 dB(A) :

Effectif non exposé ($L_{Aeq,8H} \ll 80$ dB(A)) :

(*) Joindre un plan des bâtiments (à défaut, un schéma) avec, si possible, l'implantation des machines bruyantes.

Nom des postes de travail	Localisation	Effectif affecté au poste de travail	Description rapide du poste de travail (Ex : tâches, modes opératoires, etc.)	Description des postes de travail mobiles (Ex : lieux d'intervention, trajets, etc.)

Install. :	FICHE 2	Date :
DESCRIPTION DE CHAQUE POSTE DE TRAVAIL BRUYANT (1 FICHE PAR POSTE)		

Nom du poste de travail :

Parmi le matériel utilisé, quels sont les éléments les plus bruyants ?

(Ex : machines, outillage, engins, équipements, etc.)

Quelles sont les phases d'exposition au bruit les plus intenses ?

Tâche réputée bruyante	Nombre de personnes exposées	Description des sources de bruit	Description de l'exposition quotidienne au cours du temps <i>(Ex : durée, fréquence, activités cycliques, etc.)</i>	Moyens de prévention existants

Install. :	FICHE 3	Date :
IDENTIFICATION DES G.E.H.		

OUI NON

**Avez-vous identifié des GEH dans votre installation,
compte-tenu de la définition proposée ?**

Rappel : GEH = groupe de travailleurs affectés à des tâches similaires et qui sont exposés à des niveaux sonores comparables au cours d'une journée de travail

Si OUI, pour chaque GEH pressentis :

Quel est son effectif ? Pourriez-vous en proposer une description ?

Nom des GEH	Effectif	Descriptif

OUI NON

Est-ce que des mesures ont été faites dans le passé ?

- Par le SST ?

- Par l'installation ?

- Résultat des mesurages :

Lieu de la mesure	$L_{EX,8H}$ en dB(A)	$L_{p,c}$ en dB(C)	date

Présence possible d'évènements acoustiques ?

	OUI	NON
- Emploi de soufflettes à jet d'air comprimé ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Présence d'échappements d'air comprimé ? (Ex : décharges de vannes, purges de compresseurs...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Martelage mécanique ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Chocs métalliques intenses ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Interventions sur des machines très bruyantes en marche ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Passage d'engins de manutention bruyants ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Autres :		

Opérations très bruyantes lors de phases particulières ?

- En début de poste ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- En fin de poste ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Lors des périodes de réglage, d'approvisionnement ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Lors des phases de nettoyage ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Autres :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Avez-vous connaissance d'activités très bruyantes pouvant avoir un impact sur des postes de travail voisins ?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

- Nature :
- Postes concernés :

Avez-vous enregistré des plaintes, une gêne de la part des personnes travaillant dans votre installation ?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

Si OUI, sur quels postes de travail ?

Install. :	FICHE 4	Date :
CO-EXPOSITIONS		

OUI NON

Y a-t-il des substances chimiques dans votre installation ?

Combien d'opérateurs amenés à manipuler ces substances
sont exposés au bruit ?

Y a-t-il des machines qui génèrent des vibrations ?

Combien d'opérateurs travaillant sur ces machines sont
exposés simultanément au bruit ?

**A votre connaissance, avez-vous des travailleurs qui pratiquent une activité
parmi celles mentionnées ci-après :**

- | | | |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| - Plongée ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Tir ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Musique ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Sports motorisés ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Ball-trap ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Bricolage ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Email adressé aux chefs d'installation :

Bonjour,

Dans le cadre de l'application du **décret n°2006-892 du 19/07/2006 relatif aux prescriptions de sécurité et de santé applicables en cas d'exposition des travailleurs aux risques dus au bruit** et modifiant le code du travail, je réalise une étude qui porte sur le bruit au poste de travail au niveau des installations de Saclay, en collaboration avec Sandrine Rateau de la CQSE et les médecins du SST.

Cette étude vise à s'assurer que les seuils limites nouvellement en vigueur sont respectés et à prendre en compte des facteurs potentiels d'exposition multifactorielle (par exemple : co-exposition au bruit et aux substances ototoxiques, toxiques pour l'oreille).

J'effectuerai des mesures de bruit au poste de travail au niveau d'installations considérées comme « prioritaires » sur le site. Il s'avère que **vos installations sont concernées**. La sélection de ces installations s'est faite en croisant les informations issues de trois bases de données à notre disposition :

- l'EVRP des installations (exposition : bruit et vibrations) ;
- la base SAFIPO ;
- les précédentes études bruits réalisées par le SST.

54 installations ont répondu à ces critères. Il a fallu faire un choix pour commencer l'étude, il a été fait par rapport au type d'activité : les ateliers mécaniques ont été pressentis comme étant les plus enclins à des niveaux sonores importants. Par conséquent, toute installation possédant au moins un atelier mécanique fera l'objet d'une étude bruit dans les mois à venir, sur l'ensemble de ces bâtiments.

Je tâcherai d'établir dans un premier temps un état des lieux pour vos installations. Celui-ci validera la nécessité d'y faire des mesures de bruit et précisera les zones concernées. La réponse au questionnaire ci-joint ainsi qu'un entretien préparatoire avec le chef d'installation, l'ingénieur sécurité, l'animateur sécurité et / ou les personnes impliquées permettront de construire le plan de mesurage à prévoir. Je viendrai réaliser les mesures de bruit au cours d'une journée en juin ou juillet.

A l'issue de cette campagne de mesurage, **des fiches d'évaluation du bruit vous seront remises** pour chaque installation. De plus, **des actions de prévention à l'égard des travailleurs exposés seront proposées**, en réponse au nouveau décret ; elles incluent par exemple, pour les travailleurs exposés à des niveaux supérieurs à 85 dB(A), une session de sensibilisation (qui aura lieu en septembre).

Afin d'anticiper cette campagne de mesurage, nous vous remercions de bien vouloir remplir les **4 fiches jointes à ce courrier** ; elles sont accompagnées d'une **notice explicative**. Les thèmes abordés sont les suivants :

- votre installation et ses postes de travail ;
- les Groupes d'Expositions Homogènes (GEH) de l'installation ;
- les possibles expositions multifactorielles.

D'après les données en notre possession, voici la liste des installations et des bâtiments potentiellement concernés :

La liste des installations est CONFIDENTIELLE

Du fait du temps limité et afin de pouvoir planifier les visites d'installation, pourriez-vous me retourner les 4 fiches remplies et m'indiquer vos disponibilités d'ici la fin du mois de mai :

- 2 heures d'entretien préparatoire (y compris visite de repérage) ;
- 1 journée de mesurage : entre le 1er juin et le 13 juillet 2007.

(Renvoi des fiches au plus tard, 15 jours avant l'entretien préparatoire)

Je vous remercie du temps que vous voudrez bien accorder à cette étude. Vos réponses permettront de mieux cibler les besoins et de limiter le temps de l'entretien préparatoire.

Je reste à votre disposition pour tout complément d'information.

Cordialement,

Noémie Maurin

Etude Bruit

Cellule Qualité-Sécurité-Environnement

DSM/SAC/CQSE

Bâtiment 523 - pièce 25A

CEA Saclay

91191 Gif-Sur-Yvette

Tel : 01-69-08-70-01

Mel : noemie.maurin@cea.fr

**PRÉPARATION DE L'ÉTUDE BRUIT :
NOTICE EXPLICATIVE POUR LA REDACTION DES FICHES**

4 FICHES sont à votre disposition. Vous voudrez bien les retourner dûment remplies à la CQSE par e-mail ou courrier interne à l'attention de :

Noémie MAURIN
Cellule Qualité-Sécurité-Environnement
DSM/SAC/CQSE
Bâtiment 523 - pièce 25A
Tel : 01-69-08-70-01
Mel : noemie.maurin@cea.fr

L'installation et ses postes de travail :

Les FICHES n°1 et n°2 vont permettre de mieux connaître vos activités et les conditions de travail des opérateurs. Elles concernent :

- les caractéristiques de votre installation et des ses postes de travail ;
- les postes de travail bruyants et les expositions sonores possibles (Pour la FICHE n°2 : merci de rédiger 1 fiche par poste de travail).

Ces informations vont permettent de dresser la liste des GEH de votre installation.

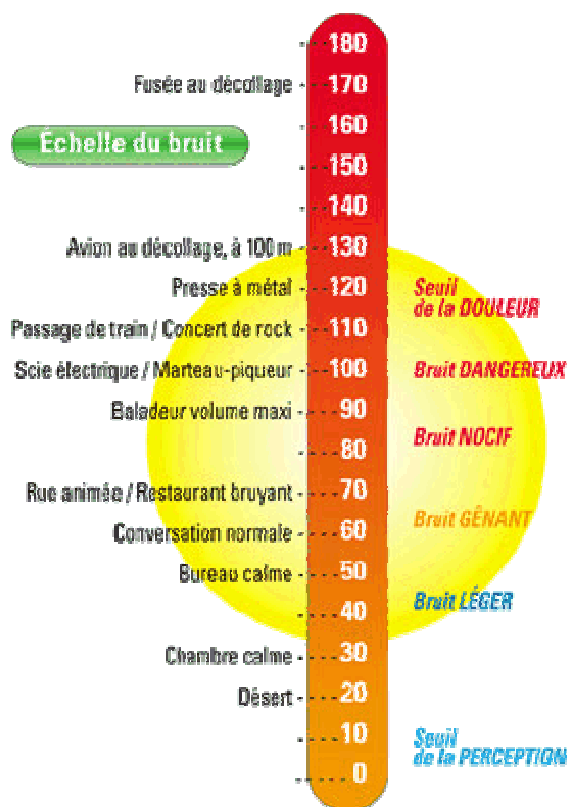
Qu'est-ce qu'un GEH ?

C'est un groupe de travailleurs affectés à des tâches similaires et qui sont exposés à des niveaux sonores comparables au cours d'une journée de travail. Un travailleur ayant une exposition très spécifique peut constituer un GEH à lui seul. La liste des travailleurs composant un GEH n'est pas nominative : merci de la renseigner par les noms des postes de travail.

Les mesures de bruit seront effectuées uniquement pour les GEH susceptibles d'être exposés à des niveaux de bruit proches des nouveaux seuils réglementaires ($L_{ex,8H} = 80 \text{ dB(A)}$ étant la plus petite valeur déclenchant une action de prévention) ou si une gêne a été signalée par le travailleur.

Pour connaître les niveaux de bruit, il y a 3 possibilités :

- si elles existent, se référer aux mesures de bruits réalisées dans le passé ;
- parcourir l'installation muni d'un sonomètre et repérer les zones les plus bruyantes ($L_{ex,8H} > 75 \text{ dB(A)}$) (un sonomètre est à votre disposition bât. 523, pièce 25a) ;
- se référer à une échelle de bruit indicative (voir page suivante).



Echelle de bruit, en décibels
(Les exemples et les perceptions sont donnés à titre indicatif)
 Source : France Nature Environnement

En remplissant la FICHE 3, vous nous permettrez d'identifier les GEH de votre installation.

Expositions multifactorielles :

Certains travailleurs peuvent être exposés à plusieurs facteurs et cela peut avoir un impact non négligeable sur son ouïe : on parle de co-exposition. En effet, elles peuvent accélérer la perte de l'audition et nécessiter des mesures préventives spécifiques à l'égard des travailleurs co-exposés. Parmi les situations connues, on distingue :

- les co-expositions bruit et vibrations ;
- les co-expositions bruit et substances ototoxiques ;
- les expositions extra-professionnelles.

Afin de savoir si vos opérateurs sont concernés par ces situations, merci de remplir la FICHE 4.

Annexe 7 : relevé de paramètres

Lieu de la mesure	descriptif de la source de bruit et de la tâche bruyante	N° de la mesure	durée de la mesure (sec.)	Exposition quotidienne (h.)	bande large			analyse spectrale										
					Lpc dB(C)	LAeq dB(A)	Lex,8H dB(A)	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz		

Page 1

Annexe 8 : rapports de mesurage

CONFIDENTIEL

Annexe 9 : notes attribuées à la gêne sonore

INST. A															
	Sources sonores	Atelier mécanique, Fraiseuse	Atelier mécanique, Tour CAZENEUVE	Atelier mécanique, Ebavureuse	Atelier mécanique, Soufflette	Atelier mécanique, tronçonneuse	Atelier mécanique, Cisaille guillotine	Atelier mécanique, Scie alternative	Atelier mécanique, scie à ruban + aspirateur	Atelier mécanique, Lapidaire	Micro-billeuse	Magasin, BDF résiduel de la microbilleuse	Atelier de soudure, Marteau	Atelier de soudure, Soudure	Salle grise RIE
	Note	3,5	7	9	nc	8	nc	nc	nc	9	nc	nc	nc	5,5	2

INST. A										
	Sources sonores	Salle grise bruit résiduel du RIE	Salle blanche	Salle jaune	BDF, salle serveur	BDF, local pompes	BDF résiduel du local technique	BDF, local technique	BDF, pompes à vide	Mesures de capacité sur le glycérol
	Note	2	4,5	8	nc	nc	4,5	nc	nc	6

INST. C		
	Sources sonores	Déplacement du pont roulant, crochet immobile
	Note perception	9,5

INST. B															
	Sources sonores	fraiseuse à commande numérique Phase d'usinage	soufflette	Tour ERNAULT SOMUA	fraiseuse VERNIER	touret à meuler	scie à ruban	tour à commande numérique, phase d'usinage	sableuse	Labo- ratoire UHI	Labo- ratoire LUCA, salle de manip. 2	Labo- ratoire LUCA, salle laser	Labo- ratoire LUCA, salle laser	Labo- ratoire PLFA, Groupes de pompage (1)	Labo- ratoire DyR
	Note	5	nc	7	7	8	6,5	6	5,5	nc	5	3,5	6	8	6,5

Annexe 10 : questionnaire pour le repérage de situations de co-exposition

Install. :	Fiche de renseignement	Date :
CO-EXPOSITIONS		

Vous pensez que vous êtes un travailleur co-exposé au risque ototoxique ?

Les réponses à ce questionnaire permettront de préciser 4 situations de co-expositions possibles :

- *bruit et substances ototoxiques ;*
- *bruit extra-professionnel ;*
- *bruit et vibrations ;*
- *bruit et pression.*

Bruit et produits à risque ototoxique :

OUI NON

* Etes-vous [ou avez-vous été] exposés aux produits à risque ototoxique mentionnés dans la liste qui vous a été fournie ?

Si OUI, pouvez-vous préciser :

Substance et conditions d'utilisation	Fréquence d'utilisation	Durée d'utilisation

* Dans le passé, avez-vous été exposés au bruit et à ces produits :

- Simultanément ?
- Alternativement ?

* Actuellement, êtes-vous exposés au bruit et à ces produits :

- Simultanément ?
- Alternativement ?

* Parmi les médicaments qui vous sont [ou qui vous ont été] administrés, y en a-t-il:

- qui sont à base d'aspirine ?
- qui sont des antiallergiques ?
- qui sont contre les rhumatismes ?
- que vous avez pris longtemps et /ou régulièrement ?

Si OUI, pouvez-vous préciser lesquels :

Bruit et vibrations :

	OUI	NON
* Etes-vous [ou avez-vous été] exposés au bruit et aux vibrations :		
- Simultanément ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Alternativement ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* Les machines sur lesquelles vous travaillez sont-elles équipées d'un système d'amortissement des vibrations ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Si NON, pouvez-vous préciser lesquelles :

Bruit et pression :

	OUI	NON
* Depuis que vous êtes amenés à travailler dans des espaces pressurisés, avez-vous constaté des troubles de l'audition ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Si OUI, pouvez-vous préciser lesquels :

Loisirs :

* Parmi les activités mentionnées ci-dessous, lesquelles pratiquez-vous ?

PLONGEE - TIR - MUSIQUE - SPORTS MOTORISES - BALL-TRAP - DISCOTHEQUES - CONCERTS

BRICOLAGE - JARDINAGE - PEINTURE - MODELISME - LOISIRS CREATIFS - MECANIQUE

* Dans le cadre de vos loisirs quels produits utilisez-vous ?


(Ex : colles, vernis, détergents, décapants...)

	OUI	NON
* Avez-vous constaté des troubles de l'audition liés à vos loisirs ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TROUBLES DE L'AUDITION = sifflements ou acouphènes, bourdonnement, vertiges, surdité, diminution de l'audition, otites...

Si OUI, pouvez-vous préciser :

Annexe 11 : certificat médical pour une demande de MP (tableau 42 du RG)



N° 60-3870

Notes 1, à adresser
par le médecin à l'organisme
dans les 24 h.
(Art. L. 441-6, L. 481-5-3 et 4e, R. 441)

CERTIFICAT MEDICAL (1)

INITIAL DE PROLONGATION

FINAL DE RECHUTE

ASSURÉ MALADIE
ET MALADIE
PROFESSIONNELLE

1164 du Code Rural

RENSEIGNEMENTS

NUMÉRO D'IMMATRICULA
14405721

NOM PATRONYMIQUE, PRÉNOM
(Prénoms, s'il y a lieu, du nom d'usage)

ADRESSE

ACCIDENT DU TRAVAIL

MALADIE PROFESSIONNELLE

Organisation médicale de la maladie professionnelle

FEUILLE D'ACCIDENT DU TRAVAIL/MALADIE PROFESSIONNELLE présentée OUI NON

En cas de non-présentation de la feuille, les honoraires doivent être demandés (Art. L. 438-3 du Code de la Sécurité Sociale)

RENSEIGNEMENTS CONCERNANT L'EMPLOYEUR

(Nom, prénom ou dénomination sociale)

CEA SACLAY

91191 GIF SUR YVETTE Cedex

RENSEIGNEMENTS MÉDICAUX

JE, SOUSSIGNÉ, D. AUBERTIN

AU CONSTATÉ ET CERTIFIÉ CE QUI SUIT

CONSTATATIONS DÉTAILLÉES : *signe, nature des lésions ou de la maladie professionnelle, séquelles fonctionnelles*

Hypoaousie bilatérale de perception chez un ancien chaudronnier, confirmée par un audiogramme effectué 3 semaines après cessation d'activité : CP cancé 4/99 et 7/99. L'exposition au bruit a été importante avant l'embauche au CEA, maintenue à l'année au CEA à des niveaux machines avec port obligatoire de protections d'oreilles.

CONSÉQUENCES :

SOINS JUSQU'AU inclus

(compléter également si nécessaire les rubriques ARRÊT DE TRAVAIL OU REPRISE DE TRAVAIL)

ARRÊT DE TRAVAIL JUSQU'AU inclus

SORTIES AUTORISÉES OUI NON de h à h

REPRISE DE TRAVAIL LE

CONCLUSIONS (3)

GUÉRISON AVEC RETOUR A L'ÉTAT ANTÉRIEUR

GUÉRISON APPARENTE AVEC POSSIBILITÉ DE RECHUTE ULTÉRIEURE

CONSOLIDATION AVEC SÉQUELLES

Date

Cachet du médecin ou de l'établissement

CERTIFICAT ÉTABLI LE

17/8/99

Signature du médecin

C.E.N. SACLAY

SERVICE MÉDICAL DU TRAVAIL

D. AUBERTIN

(1) Ne cocher qu'une case (3) A remplir seulement en cas de certificat final

(2) A compléter selon les indications de l'assuré ou de repasser à sa carte d'assuré social

UCANSS - 0594 - P01, B 8503
Eugène SA - Limoges - 5435