

Acoustique

Méthode de mesurage des niveaux d'exposition au bruit en milieu de travail

E : Acoustics — Method for measuring noise exposure levels in work environments
D : Akustik — Verfahren zur Messung der Schallpegel am Arbeitsplatz

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 5 septembre 2002 pour prendre effet le 5 octobre 2002.

Remplace la norme homologuée NF S 31-084, d'août 1987.

Correspondance

À la date de publication du présent document, il existe des travaux internationaux non équivalents traitant du même sujet.

Analyse

Le présent document définit une méthode de mesurage de l'exposition au bruit en milieu de travail en vue d'évaluer les niveaux d'exposition quotidienne au bruit et d'identifier les dépassements éventuels des seuils de niveaux de pression acoustique de crête.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : sécurité du travail, acoustique, mesurage acoustique, exposition, personnel, bruit acoustique, bruit de machine, pression acoustique, local de travail, poste de travail, contrôle, estimation, danger, mode opératoire, échantillonnage, instrument de mesure acoustique, incertitude.

Modifications

Par rapport au document remplacé, révision complète de la norme.

Corrections



Acoustique prévisionnelle sur les lieux de travail AFNOR S30D

Membres de la commission de normalisation

Président : M JACQUES

Secrétariat : MME RAMIREZ — AFNOR

M	ARCE	BRUEL & KJAER FRANCE
M	ASSELINEAU	PEUTZ ET ASSOCIES
M	AUFFRET	AUFFRET BUREAU D'ETUDES
MME	AULETTA	
M	BALANNEC	CRAM BRETAGNE
M	CABARET	CRAM LANGUEDOC ROUSSILLON
M	CORLAY	CETIM
M	DELFOSSÉ	CRAMIF
M	DUSSART	BOET STOPSON SA
M	ESTEVE	RENAULT
M	FLEURY	ACOUSTIQUE & SERVICES
M	GAMBA	ACOUSTIQUE GAMBA ET ASSOCIES SA
MME	GAULUPEAU	BUREAU VERITAS
M	GUIGNOUARD	CIDB
M	HERNOT	LANGLOIS SOBRETI SA
MME	HUBERT	EUROGIP
M	JACQUES	INRS
M	LATOUCHE	THERMIBEL
M	LECOCQ	CIAL
M	LEGAL	APPAVE — APAVE PARISIENNE
M	LOUIT	MINISTERE DES AFFAIRES SOCIALES DU TRAVAIL ET DE LA SOLIDARITE — DRT
MME	LUBINEAU	UNM
M	MEYER-BISCH	
M	MONDOT	ACOUPHEN SA
M	MONNET	MFP MICHELIN
M	MOUTARDIER	APPAVE- APAVE PARISIENNE
M	NEUBERT	CABINET NEUBERT
MME	ONDET	ACOUPHEN SA
M	PREVEL	CIMENTS CALCIA
DR	RAYMOND	MEDECINE DU TRAVAIL
M	SERVANT	SOCOTEC
M	SIGNORELLI	GENIE ACOUSTIQUE
M	THIERY	INRS
M	TRINQUET	AFNOR
MME	VIOLLON	EDF R & D
M	VOUAGNER	METRAVIB RDS

Sommaire

	Page
Introduction	4
1 Domaine d'application	4
2 Références normatives	5
3 Termes et définitions	5
4 Méthodologie	9
4.1 Préparation du plan de mesurage	9
4.2 Matériel de mesurage	18
5 Mesurages	19
5.1 Objectif	19
5.2 Vérification du calibrage	19
5.3 Emplacement du microphone de mesurage	19
5.4 Nombre et durée des mesurages	19
6 Résultat des mesurages et analyse	21
6.1 Généralités	21
6.2 Validation des résultats de mesure	21
6.3 Incertitude de mesurage	21
6.4 Évaluation du niveau d'exposition quotidienne au bruit	22
6.5 Évaluation du niveau d'exposition hebdomadaire au bruit	23
6.6 Évaluation du niveau d'exposition quotidienne au bruit par recombinaison de tâches (ou de fonctions)	23
6.7 Expression du résultat	24
6.8 Estimation du niveau de pression acoustique de crête	24
7 Rapport de mesurage	25
Annexe A (normative) Évaluation de l'incertitude élargie due à l'échantillonnage	26
Annexe B (informative) Fiches d'analyse du travail	28
Annexe C (informative) Fiches récapitulatives des mesurages d'exposition sonore	33
Annexe D (informative) Indicateurs de qualité d'évaluation	38
Annexe E (informative) Interprétation de dépassements de seuil L_{pc}	40
Annexe F (informative) Exemples	41
Bibliographie	48

Introduction

Évaluer de façon représentative l'exposition professionnelle au bruit est une tâche nécessaire pour quantifier le risque de pertes d'audition causées par le bruit et pour prendre les dispositions adaptées à la réduction de ce risque, conformément à la réglementation.

L'évaluation de l'exposition professionnelle au bruit doit tenir compte de tous les bruits auxquels le travailleur est habituellement exposé en situation professionnelle, quelle que soit l'origine de ces bruits. Cette évaluation ne doit pas être confondue avec la caractérisation du niveau de bruit ambiant reposant sur le mesurage d'une simple carte de bruit.

Le bruit professionnel dépend des procédés de fabrication, des machines mises en oeuvre, des opérations bruyantes réalisées. Or, ces facteurs changent généralement à chaque phase de fabrication, durant une journée et entre journées, ce qui entraîne des modifications des conditions d'exposition des travailleurs au bruit. De plus, l'organisation du travail est rarement figée, les travailleurs sont fréquemment mobiles et de nombreux procédés de travail comprennent quelques phases d'exposition au bruit très intenses et de courte durée.

Dans ces conditions, la représentativité du mesurage doit être contrôlée en choisissant une méthode de mesurage adaptée. Plusieurs techniques de mesurage s'y prêtent, basées sur deux approches complémentaires :

- une description des procédés et de l'organisation du travail permettant d'adapter aux variations des circonstances d'exposition le mesurage et d'en réduire le nombre ;
- une durée de mesurage suffisante pour englober toutes les variations d'exposition susceptibles de se produire habituellement.

Cette norme propose des lignes directrices et des schémas destinés à harmoniser les concepts de base du mesurage et à guider le choix et la mise en oeuvre de techniques de mesurage adaptées à une évaluation représentative de l'exposition professionnelle au bruit.

Elle distingue deux objectifs d'évaluation :

- le mesurage de contrôle ;
- l'évaluation du risque à moyen terme.

Ces objectifs sont liés à la période de représentativité du mesurage. Cette période s'étend à une journée ou à une semaine de travail dans le cas du premier objectif ; à plusieurs semaines (ou mois,...) dans le cas du second objectif.

Elle propose une méthode d'analyse du travail adaptée à l'exposition au bruit, qui est la clé pour contrôler la représentativité de mesurages nécessairement limités en nombre et réduits en durée dans le temps de travail. Elle implique la participation de l'entreprise et l'association des travailleurs exposés au bruit.

Il n'est pas du ressort de la norme de figer le partage des tâches et des responsabilités entre l'employeur et les prestataires de service. Par contre l'analyse du travail doit être réalisée en association étroite entre l'employeur et le technicien conduisant le mesurage.

1 Domaine d'application

Le présent document a pour objet de définir une méthode de mesurage de l'exposition au bruit en milieu de travail en vue d'évaluer les niveaux d'exposition quotidienne au bruit et d'identifier les dépassements éventuels des seuils de niveaux de pression acoustique de crête.

Dans le cadre de la préservation de l'audition des travailleurs, cette méthode s'applique au mesurage de contrôle et à l'évaluation du risque à moyen terme. Elle propose une méthode d'analyse des circonstances de l'exposition au bruit qui permet de contrôler la représentativité des mesurages et de fournir une évaluation des niveaux d'exposition quotidienne au bruit conforme à la réglementation relative à la protection des travailleurs contre le bruit.

Elle ne s'applique pas aux mesurages nécessaires pour relever des niveaux de bruit ambiant (carte de bruit) ni pour contrôler le bruit dans des domaines tels que le masquage des communications, les effets des infrasons et des ultrasons, les effets extra-auditifs du bruit professionnel. Elle ne s'applique pas à l'estimation d'un niveau d'exposition au bruit qui tiendrait compte de l'utilisation d'un protecteur individuel contre le bruit.

Bien qu'un bilan d'exposition au bruit effectué selon la procédure présentée ici puisse être très utile pour définir des priorités parmi diverses actions de réduction du bruit, le présent document ne traite pas des mesurages requis par des actions techniques de corrections et de réduction du bruit.

2 Références normatives

Le présent document comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à ce document que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

ISO 1999, *Acoustique — Détermination de l'exposition au bruit en milieu professionnel et estimation du dommage auditif induit par le bruit.*

CEI 61252:1993, *Électroacoustique — Spécifications des exposimètres acoustiques individuels.*

NF EN 61252, *Acoustique — Spécifications des exposimètres acoustiques individuels* (indice de classement : C 97-630)

CEI 61672-1:2002, *Électroacoustique — Sonomètres — Partie 1 : Spécifications.*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

exposition sonore, $E_{A,T}$

valeur de l'intégrale en fonction du temps du carré de la pression acoustique instantanée pondérée A , pendant la durée T , donnée par la formule :

$$E_{A,T} = \int_{t_1}^{t_2} p_A^2(t) dt \quad \dots (1)$$

où :

T est un intervalle de temps qui commence à t_1 et se termine à t_2 ;

$p_A(t)$ est la valeur instantanée de la pression acoustique pondérée A , mesurée au niveau de l'oreille du travailleur sans tenir compte du port éventuel d'une protection individuelle ;

$E_{A,T}$ s'exprime en $\text{Pa}^2 \cdot \text{h}$ si T est exprimé en heures, ou en $\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$ si T est exprimé en secondes.

Si la journée de travail de durée effective totale T_E est divisée en p phases de durée T_i , alors :

$$T_E = \sum_{i=1}^p T_i \quad \dots (2)$$

et l'exposition sonore totale durant T_E est donnée par la formule :

$$E_{A,TE} = \sum_{i=1}^p E_{A,T_i} \quad \dots (3)$$

3.2

niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, $L_{Aeq,T}$

valeur du niveau de pression acoustique pondéré A d'un son continu stable qui, au cours d'une période de durée spécifiée T , a la même pression acoustique quadratique moyenne que celle du son considéré, dont le niveau varie en fonction du temps. Il est donné par la formule :

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \left(p_A^2(t) / p_0^2 \right) dt \right] \quad \dots (4)$$

où :

T est un intervalle de temps qui commence à t_1 et se termine à t_2 ;

p_0 est la valeur de la pression acoustique de référence ($p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa) ;

$p_A(t)$ est la valeur instantanée de la pression acoustique pondérée A, mesurée au niveau de l'oreille du travailleur sans tenir compte du port éventuel d'une protection individuelle.

Le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A et l'exposition sonore durant une période T sont liés par la formule :

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[E_{A,T} / (T \cdot p_0^2) \right] \quad \dots (5)$$

Si la journée de travail de durée effective totale T_E peut être divisée en p phases de durée T_i exposant à un niveau L_{Aeq,T_i} , le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A durant T_E est donné par la formule :

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \sum_{i=1}^p \left(T_i / T_E \right) \cdot 10^{0,1 L_{Aeq,T_i}} \quad \dots (6)$$

À une valeur mesurée $L_{Aeq,T}$ est associée une incertitude globale de mesurage U . Le niveau de pression acoustique continu équivalent vrai n'est pas connu, mais estimé par une valeur notée $L^*_{Aeq,T}$ et définie par la formule :

$$L^*_{Aeq,T} = L_{Aeq,T} + U \quad \dots (7)$$

3.3

période de référence, T_0

la période de référence consiste en une durée de travail nominale dont la valeur T_0 a été fixée égale à 8 h. Elle est utilisée pour normaliser un résultat de mesure concernant une journée de travail de durée totale effective T_E exprimé par un niveau L^*_{Aeq,T_E} afin de fournir son équivalent nominal, le niveau $L_{EX,8h}$. Cette transformation permet de comparer aux seuils réglementaires l'exposition au bruit de journées ayant des durées totales effectives de travail différentes

lorsque les amplitudes des journées de travail sont très variées, d'un jour à l'autre, il est possible d'évaluer l'exposition hebdomadaire au bruit en normalisant le résultat de mesure par une période de référence fixée à 40 h

3.4

niveau d'exposition quotidienne au bruit, $L_{EX,8h}$

valeur du niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A évalué pendant la durée totale effective de la journée de travail T_E , normalisé par la durée de référence T_0 de 8 h. Il est donné, en dB(A), par la formule :

$$L_{EX,8h} = L^*_{Aeq,T_E} + 10 \lg \left(T_E / T_0 \right) \quad \dots (8)$$

où :

T_E est la durée totale effective de la journée de travail ;

T_0 est la durée de référence, fixée à 8 h (ou 28 800 s) ;

L^*_{Aeq,T_E} est l'estimateur du niveau acoustique continu équivalent durant T_E , incertitude de mesure incluse.

3.5

niveau d'exposition hebdomadaire au bruit, $\bar{L}_{EX,8h}$

évalué à l'aide des niveaux d'exposition quotidienne au bruit, il est donné, en dB(A), par la formule :

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left(\frac{1}{S} \sum_{i=1}^S 10^{0,1(L_{EX,8h})_i} \right) \quad \dots (9)$$

où :

S est le nombre de journées de travail durant la semaine ;

$(L_{EX,8h})_i$ est le niveau d'exposition quotidienne au bruit de la i ème journée.

3.6

niveau de pression acoustique de crête, L_{pc}

il est donné, en décibels pondérés C, par la formule :

$$L_{pc} = 10 \lg \left(p_c / p_0 \right)^2 \quad \dots (10)$$

où :

p_c est la valeur maximale, durant une durée à spécifier, de la pression acoustique instantanée, mesurée avec la pondération fréquentielle C, au niveau de l'oreille du travailleur sans tenir compte du port éventuel d'une protection individuelle.

NOTE La pondération fréquentielle C est définie dans la norme CEI 61672-1. Dans le cadre des mesurages d'exposition professionnelle au bruit, son usage est requis, de préférence à la pondération Lin, qui n'est pas normalisée et dépend des caractéristiques des appareils de mesure employés.

3.7

pression acoustique de crête, $p_{crête}$

valeur maximale de la pression acoustique instantanée, mesurée avec la pondération fréquentielle C, au niveau de l'oreille du travailleur sans tenir compte du port éventuel d'une protection individuelle, et exprimée en Pa

compte tenu de la valeur de la pression acoustique de référence ($p_0 = 2.10^{-5}$ Pa), les valeurs de pression acoustique de crête de 200 et 112 Pa équivalent, respectivement, à des niveaux de pression acoustique de crête de 140 dB(C) et de 135 dB(C)

3.8

niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A «court», $L_{Aeq,\tau}$

niveau de pression acoustique continu équivalent $L_{Aeq,\tau}$ obtenu sur un intervalle de temps «court» τ , généralement inférieur ou égal à 10 s. Quand un mesurage de type $L_{Aeq,\tau}$ court est effectué en continu durant une période $T = (N \cdot \tau)$, la série des N valeurs successives obtenues fournit une représentation d'autant plus fine de l'évolution temporelle du bruit durant la période mesurée T que l'intervalle de temps δ est petit

3.9

période de représentativité

intervalle de temps auquel le résultat final de l'évaluation de l'exposition au bruit se rapporte. Cet intervalle de temps doit être spécifié dans le rapport de mesure

si l'objectif de l'évaluation est le mesurage de contrôle, la durée de la période de représentativité est de une journée. Lorsque l'exposition varie d'un jour à l'autre, au cours de la semaine, la période de représentativité pourra être étendue à une semaine

si l'objectif est l'évaluation du risque à moyen terme, la période de représentativité doit être élargie à plusieurs semaines, mois,...

quel que soit l'objectif du mesurage, la durée de cette période de représentativité ne peut être inférieure à celle d'une journée complète de travail

3.10**période de mesurage**

intervalle de temps au cours duquel un mesurage est effectué

3.11**tâche**

partie de l'activité professionnelle effectuée par le travailleur dans un intervalle de temps de travail spécifié. Elle est généralement constituée d'une suite d'activités coordonnées pouvant former un cycle de travail

EXEMPLE Une tâche de débit consiste en l'approvisionnement de l'élément brut, la fixation, la découpe et l'évacuation du produit.

3.12**fonction de travail**

appellation qui désigne l'ensemble des tâches effectuées par un travailleur (ou un groupe de travailleurs de même métier ou même poste de travail) durant une journée de travail, pour un objectif donné généralement, on distingue les fonctions de production, les fonctions de maintenance, les fonctions logistiques, les fonctions de nettoyage, les fonctions de contrôle et d'encadrement, les fonctions supports

3.13**groupe d'exposition homogène (GEH)**

groupe de travailleurs affectés à des fonctions de travail ou à des tâches similaires, qui les exposent de façon analogue à des sources de bruit semblables dans un même lieu

la constitution de GEH, parmi un ensemble de travailleurs exposés, nécessite un jugement professionnel : il faut arriver à affecter tous les travailleurs à des groupes ayant des expositions semblables, en scindant, autant que nécessaire, le processus de production et les fonctions de travail (voire parfois les tâches) afin de rendre suffisamment homogène l'exposition de chaque groupe

la variabilité des niveaux d'exposition est moindre pour des groupes bien définis que pour l'ensemble des travailleurs exposés. Lorsqu'un groupe de travailleurs présente des caractéristiques similaires d'exposition, il constitue un GEH ; un échantillonnage peut donc être pratiqué sur une partie du groupe représentative de l'ensemble

3.14**évènement acoustique**

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

si ces évènements sont rares et de courtes durées, ils peuvent échapper à l'analyse et au mesurage, ce qui dénaturerait complètement le résultat. Il faut garantir leur prise en compte, soit par un allongement suffisant des périodes de mesurage, soit par l'identification de leur origine et de leur période d'apparition puis l'adaptation, en conséquence, du plan de mesurage

3.15 Symboles et grandeurs

$E_{A,T}$	Exposition sonore, en $\text{Pa}^2 \cdot \text{h}$.
\bar{L}	Moyenne arithmétique de N valeurs $L_{Aeq,T}$ mesurées, en dB(A).
$L_{Aeq,T}$	Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, mesuré durant T , en dB(A).
L^*_{Aeq,T_E}	Estimation du niveau de pression acoustique continu équivalent durant T_E (sa valeur inclut l'incertitude globale de mesurage), en dB(A).
$L_{EX,8h}$	Niveau d'exposition quotidienne au bruit, en dB(A).
$\bar{L}_{EX,8h}$	Niveau d'exposition hebdomadaire au bruit, en dB(A).
L_{pc}	Niveau de pression acoustique de crête, en dB(C).

S_L	Écart-type de N valeurs $L_{Aeq,T}$ mesurées, en dB(A).
U_1	Incertitude élargie due à l'échantillonnage de l'exposition, en dB(A).
U_2	Incertitude élargie due à l'appareillage de mesure, en dB(A).
U	Incertitude globale, en dB(A).
T_0	Période de référence, de valeur fixe égale à 8 h.
T_i	Durée totale quotidienne d'une tâche i , en h.
T_E	Durée totale effective de la journée de travail, en h.

4 Méthodologie

4.1 Préparation du plan de mesurage

4.1.1 Généralités

La méthodologie présentée permet d'atteindre 2 objectifs de mesurage :

- le mesurage de contrôle ;
- l'évaluation du risque à moyen terme.

La phase de préparation du plan de mesurage du bruit doit permettre d'assurer que les résultats, obtenus dans des périodes de mesurage nécessairement réduites, fournissent une évaluation fiable de l'exposition au bruit durant une période de représentativité spécifiée. Elle consiste à collecter des informations relatives aux caractéristiques des populations à contrôler et aux tâches effectuées, puis à déterminer les méthodes de mesurage adaptées, compte tenu des objectifs du mesurage et des moyens disponibles.

Deux méthodes de mesurage sont disponibles :

- a) mesurage après analyse du travail et constitution de GEH. Cette méthode permet de limiter les mesurages à un petit nombre de personnes de chaque GEH ;
- b) mesurage sans analyse préalable du travail. Cette méthode impose un mesurage systématique de toute la population concernée.

Ces deux méthodes peuvent être employées indépendamment ou simultanément.

Quatre figures présentent l'enchaînement des étapes du mesurage, selon les objectifs et méthodes considérés :

- la Figure 1 montre le schéma général de la procédure de mesurage ;
- la Figure 2 présente l'approche des situations de travail afin de préparer le mesurage ;
- la Figure 3 présente la procédure de mise en œuvre du mesurage de contrôle ;
- la Figure 4 présente la procédure d'évaluation du risque à moyen terme.

L'implication de l'entreprise est nécessaire lors de la phase de préparation d'une campagne de mesurage. Elle est indispensable pour valider, avec la participation de membres de l'entreprise, le plan de mesurage qui en découle.

Si une évaluation a été réalisée antérieurement, il est souhaitable de disposer des résultats déjà acquis et d'adapter en conséquence les mesurages.

Parfois, des mesurages plus ponctuels sont utiles pour atteindre des objectifs spécifiques. C'est le cas notamment pour les deux objectifs suivants :

- information : des mesurages simplifiés peuvent suffire pour alerter sur un risque déjà connu, généralement important ;
- mesurages exploratoires : en cas de situations inconnues, des mesurages rapides peuvent orienter la définition et la constitution de GEH.

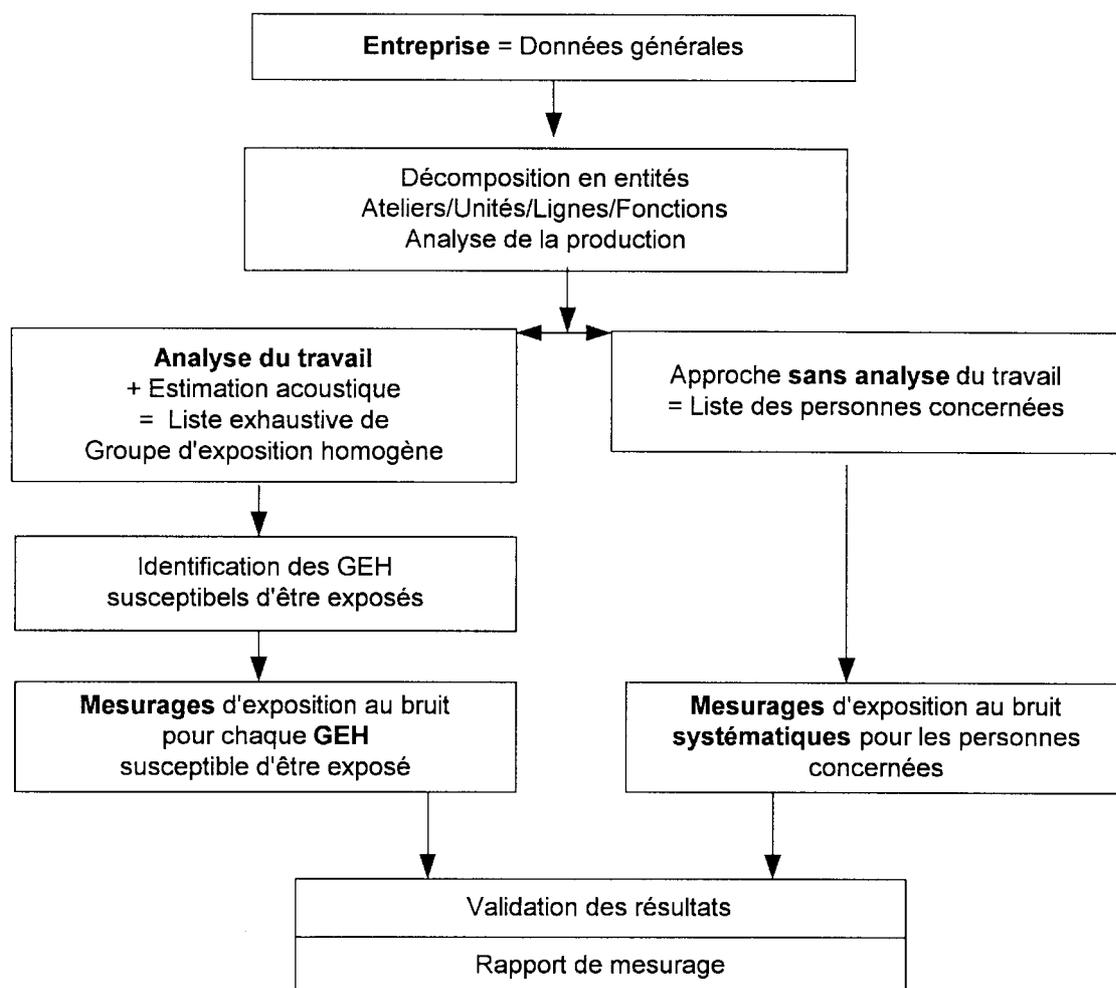
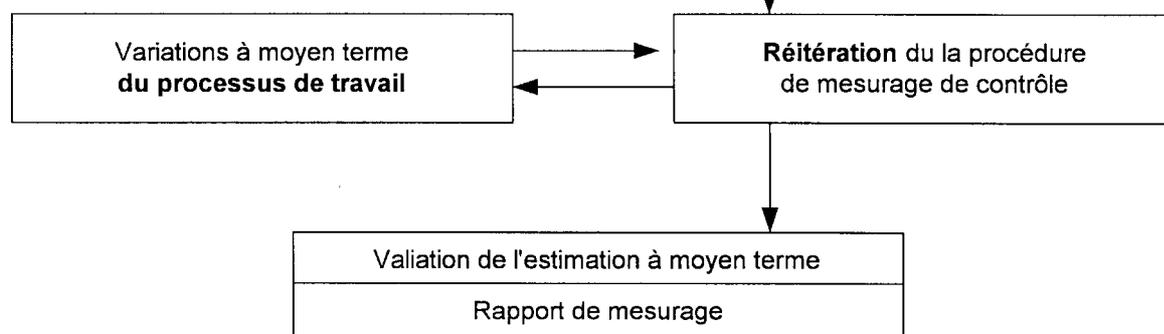
A) Mesurage de contrôle**B) Évaluation du risque à moyen terme**

Figure 1 — Diagramme présentant les étapes principales de la procédure de mesurage de l'exposition au bruit

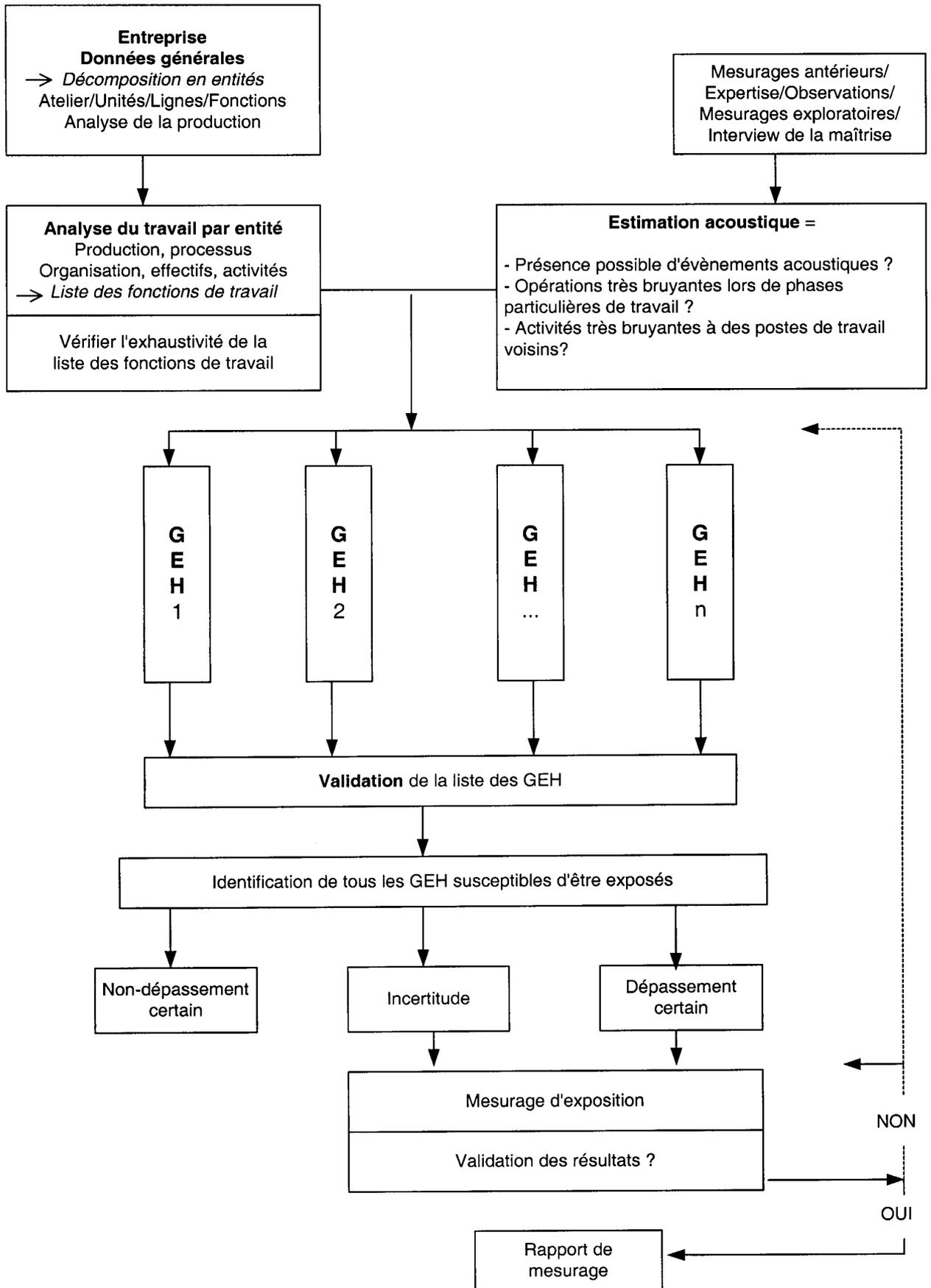


Figure 2 — Diagramme présentant l'approche des situations de travail, afin de définir des groupes d'exposition homogène (GEH) et de préparer le mesurage de l'exposition au bruit

4.1.2 Caractéristiques de l'entreprise et décomposition en plusieurs entités

Une collecte de données générales sur l'entreprise doit être réalisée. Elle consiste à décrire la production, le processus de travail, les effectifs et l'organisation de l'entreprise.

En déduire une décomposition de l'entreprise en entités (ateliers/unités/lignes de production/fonctions de travail), autant que nécessaire pour cerner les caractéristiques principales des situations d'exposition (voir Figure 1), et appliquer les spécifications suivantes :

- délimiter le périmètre dans lequel l'évaluation de l'exposition au bruit doit être réalisée ;
- établir la liste des entités pour lesquelles on prévoit de faire précéder le mesurage d'une analyse du travail conduisant à la constitution de GEH ; indiquer à combien s'élève leur effectif total (en cas de travail posté, indiquer le total tous postes compris) ;
- indiquer quels sont les travailleurs (ou les fonctions de travail) pour lesquels on prévoit un mesurage systématique, sans analyse préalable du travail.

4.1.3 Analyse du travail de chaque entité

Dans chaque entité où l'on prévoit de faire précéder le mesurage d'une analyse du travail, la procédure d'établissement de la liste des GEH donnée à la Figure 2 sera appliquée. Cette liste est établie par croisement de deux approches : une analyse du travail et une estimation acoustique. Il est recommandé de mettre en oeuvre cette procédure à l'aide des 4 fiches d'analyse du travail de l'annexe B.

L'analyse du travail doit identifier les éléments déterminant des activités de travail (la production de l'entité, le processus de travail, les machines et modes opératoires employés, l'organisation du travail). Une liste des fonctions de travail présentes avec leurs caractéristiques sera dressée (voir annexe B, fiche analyse 2).

Il est recommandé de réaliser cette analyse par fonction de travail plutôt que par tâche. En effet, l'analyse des tâches demande une bonne connaissance des tâches elles-mêmes et de leurs durées respectives. Toutefois, lorsque des tâches sont liées à l'apparition d'événements acoustiques intenses, il est souhaitable de les distinguer pour faciliter leur prise en compte dans le mesurage.

Les indicateurs de production durant les périodes de mesurage doivent être notés, afin d'être comparés aux mêmes indicateurs durant la période de représentativité. Par exemple, les indicateurs suivants seront utilisés : nature de la fabrication en cours, matériaux, quantités, épaisseur et réglages, vitesses etc. Ces indicateurs de production doivent être mentionnés dans le rapport de mesurage.

Il est nécessaire de vérifier que nul n'est oublié, en examinant l'ensemble des fonctions de travail envisageables : les fonctions de production, les fonctions de maintenance, les fonctions logistiques, les fonctions de nettoyage, contrôle et encadrement, les fonctions supports, les autres fonctions.

4.1.4 Estimation acoustique préalable

Une journée de travail peut comprendre des phases d'exposition intenses et brèves, liées notamment à la présence d'événements acoustiques. Un mesurage qui ne tiendrait pas compte de tels événements aboutirait à un résultat gravement erroné. Il faut donc garantir la prise en compte de ces phases dans le mesurage.

Pour les travailleurs faisant l'objet d'un mesurage systématique en continu durant la journée de travail, le début et la fin des postes de travail seront englobés dans les périodes de mesurage s'il s'avère que des événements acoustiques surgissent à ces moments de la journée de travail.

Pour les entités faisant l'objet d'une analyse du travail, l'estimation acoustique préalable doit détecter les phases d'exposition intense. Il est recommandé de collecter les informations nécessaires en répondant aux questions mentionnées dans la fiche analyse 3 (annexe B) :

a) utiliser les 4 sources d'informations suivantes :

- résultats de mesurages antérieurs ;
- connaissances d'expert ;
- mesures sonométriques exploratoires et observations des situations de travail ;
- entretiens avec les opérateurs ou leur encadrement.

b) identifier pour chaque entité :

- la présence possible d'évènements acoustiques ;
- la nature des opérations très bruyantes effectuées lors des phases particulières de travail ;
- les activités très bruyantes, réalisées à des postes de travail voisins.

Après détection d'une possibilité de risque accru, il faut définir les caractéristiques de ce risque (période d'apparition, durée, fréquence) et garantir sa prise en compte dans le plan de mesurage.

À cette fin, il est recommandé d'utiliser le tableau récapitulatif de la fiche analyse 4 (annexe B).

Lorsqu'une tâche très bruyante a été détectée, il est recommandé d'identifier spécifiquement cette tâche dans le plan de mesurage.

4.1.5 Liste de groupes d'exposition homogène (GEH)

Le nombre de GEH nécessaire au mesurage sera défini en fonction des circonstances de l'exposition au bruit de l'entité, déterminées par l'analyse du travail et l'estimation acoustique préalable de chaque entité. Cette opération fait appel au jugement professionnel. Elle est complexe, car il faut éviter deux écueils : des groupes trop grands — dans lesquels l'exposition ne peut pas être très homogène — et des groupes trop petits — conduisant à une dispersion de l'effort de mesurage.

La liste des GEH peut être établie en suivant les recommandations suivantes :

- constituer les GEH par fonction de travail plutôt que par tâche ;
- définir un GEH composé d'une seule personne si son exposition est très spécifique ;
- affecter les travailleurs qui changent de fonction d'un jour à l'autre à plusieurs GEH, et regrouper dans un tableau les informations utiles à la recombinaison d'une journée de travail (nature et durée relative moyenne d'occupation de chaque fonction).

Les caractéristiques principales de chaque GEH doivent être spécifiées (effectif des travailleurs concernés, nature du travail, résultat de l'estimation acoustique préalable). Pour résumer ces caractéristiques et guider en conséquence la réalisation des mesurages, il est recommandé d'utiliser le tableau récapitulatif de la fiche analyse 4 (annexe B).

On doit vérifier que la décomposition en plusieurs GEH d'une entité spécifiée recouvre bien l'effectif total de l'entité. En cas de travail posté, l'effectif à prendre en compte est l'effectif total des travailleurs postés. La liste des GEH doit être validée par les intéressés, en y associant le personnel, la maîtrise d'atelier, d'unité, de ligne.

NOTE La liste des travailleurs composant un GEH n'est pas nécessairement nominative et peut se référer à des postes de travail.

4.1.6 Identification des GEH susceptibles d'être exposés

Cette identification concerne, a priori, tous les GEH, sauf ceux pour lesquels la non-exposition peut être considérée comme certaine.

Le critère de non-exposition certaine cumule deux conditions :

- aucune possibilité de risque accru, après réponse aux questions permettant de détecter la présence d'évènements acoustiques (voir 4.1.4) ;
- des niveaux sonores aux postes de travail très inférieurs au premier seuil d'action réglementaire (jugement qui impose de disposer de mesures antérieures valides, de réaliser des mesurages exploratoires adaptés ou d'interroger les sources indiquées en 4.1.4).

4.1.7 La procédure du mesurage de contrôle

La procédure du mesurage de contrôle, présentée sur le diagramme de la Figure 3, distingue plusieurs approches :

- l'approche sans analyse du travail :
 - le mesurage est systématique, c'est-à-dire appliqué à toutes les personnes concernées. Il est réalisé en continu, durant au minimum 90 % d'une journée de travail.
- l'approche du mesurage dans des GEH définis par fonction de travail :
 - le mesurage est appliqué à quelques personnes membres du GEH, choisies pour représenter tous les membres du groupe. L'exposition au bruit est évaluée durant une journée de travail.
- l'approche par tâche :
 - le mesurage est appliqué à chaque tâche. Après le mesurage, l'exposition au bruit est recomposée à l'aide des durées des tâches de chaque GEH, selon la méthode indiquée en 6.6.

Le choix entre ces 3 approches dépend de la connaissance des situations d'exposition. Lorsque l'exposition est inconnue ou trop complexe, un mesurage systématique sera effectué. L'approche par fonction est souhaitable lorsque les membres d'un GEH sont susceptibles d'effectuer des journées de travail semblables. On notera que si une personne occupe différentes fonctions, d'un jour à l'autre, elle peut être affectée à plusieurs GEH définis par fonction ; un GEH par fonction peut ne comprendre qu'une personne. L'approche par tâches est plus délicate car elle suppose une connaissance approfondie des situations de travail, aboutissant à identifier toutes les tâches, sans omission, et à préciser leurs durées respectives. Lorsqu'une tâche très bruyante a été identifiée durant une journée habituelle de travail, il est souhaitable de l'isoler pour bien la quantifier, même en cas d'approche par fonction.

On doit veiller à inclure les évènements acoustiques repérés lors de l'estimation acoustique préalable dans les périodes de mesurage, quelle que soit l'approche choisie.

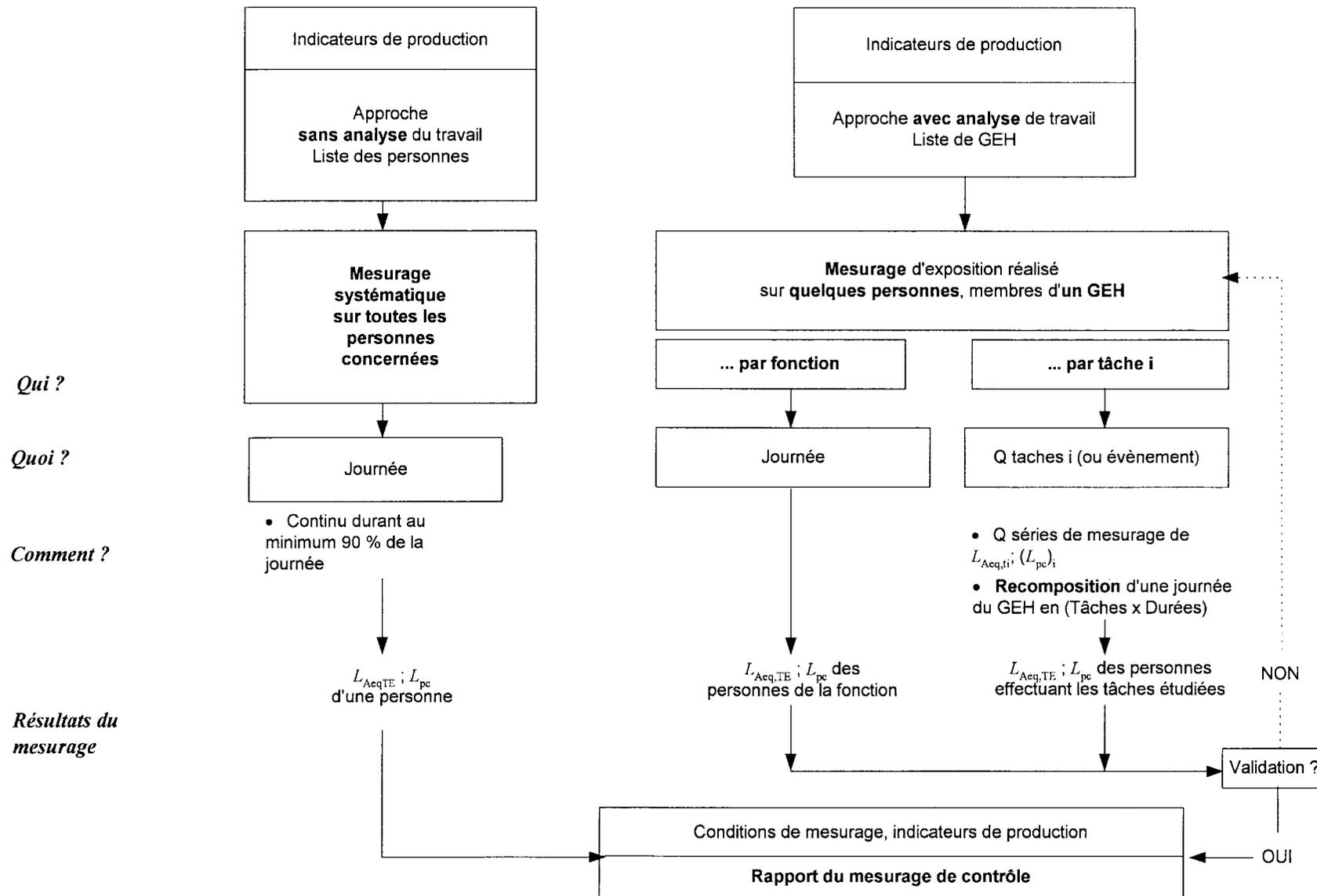


Figure 3 — Diagramme présentant la mise en œuvre du mesurage de contrôle

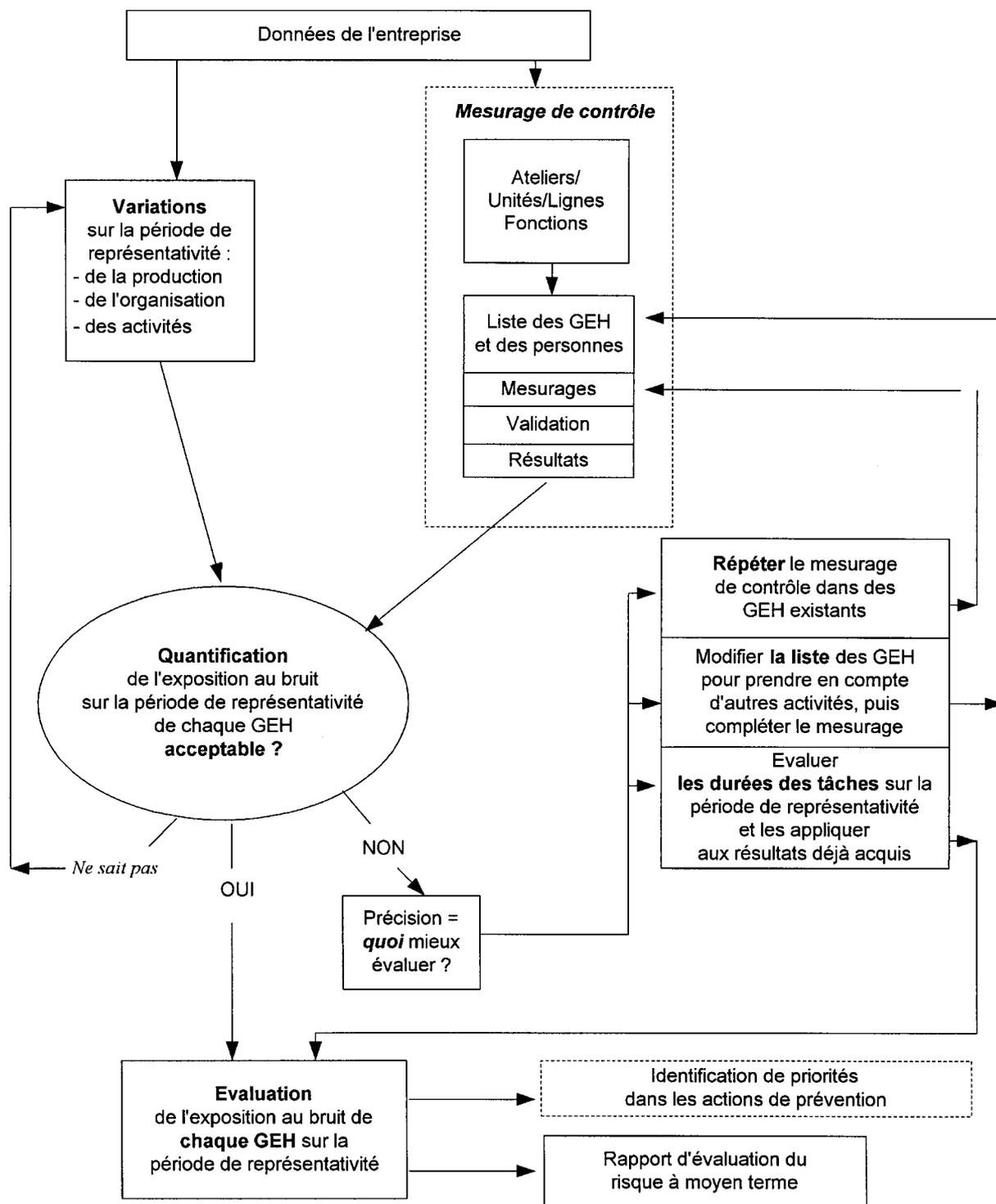


Figure 4 — Diagramme présentant la procédure de mesurage en vue de l'évaluation du risque à moyen terme

4.1.8 Évaluation du risque à moyen terme

Cette évaluation doit se rapporter à une période de représentativité définie en fonction des variations à moyen terme du processus de travail (quelques semaines, quelques mois, une année par exemple).

La procédure de mesurage à mettre en oeuvre doit comporter :

- soit un plan de mesurage particulier, conçu pour contrôler les facteurs susceptibles d'induire des variations d'exposition au bruit durant la période de représentativité ;
- soit la réitération au moins 5 fois de la procédure de mesurage de contrôle.

En cas d'évaluation par réitération de la procédure du mesurage de contrôle, le diagramme de la Figure 4 présente la procédure à suivre. Elle comprend nécessairement deux entrées :

- les informations émanant de l'entreprise, relatives à la variabilité durant la période de représentativité, de la production et de l'organisation du travail des entités considérées ;
- les résultats des mesurages de contrôle, effectués durant une ou plusieurs journées.

Lors des réitérations de la procédure, il est recommandé d'adapter l'acquisition de données nouvelles à ce qui varie ou à ce qui a été évalué avec une précision insuffisante. La Figure 4 illustre diverses possibilités d'évaluation du risque à moyen terme :

- la répétition du mesurage dans des GEH existants : quand l'organisation du travail ne change pas, cette méthode permet de prendre en compte la variabilité d'exposition entre journées ;
- la modification de la liste des GEH : si le processus de travail ou son organisation a été transformé(e) depuis la campagne de mesure précédente, il faut modifier en conséquence la liste des GEH ;
- la modification des durées des tâches : ce cas particulier est applicable en l'absence de modification du processus de fabrication, quand on peut supposer que les caractéristiques des tâches ne changent pas, à l'exception de leur durée, entre les périodes de mesurage et la période de représentativité.

4.1.9 Plan de mesurage

Le plan de mesurage doit être construit à partir des informations relatives aux circonstances de l'exposition sonore, collectées lors des phases de préparation de ce plan indiquées en 4.1. Il doit justifier les choix effectués pour mettre en oeuvre le mesurage.

Il doit comprendre :

- la liste des personnes pour lesquelles le mesurage systématique est prévu ;
- la liste des GEH faisant l'objet du mesurage, avec leurs caractéristiques (spécifiées en 4.1.5) ainsi que la procédure de mesurage prévue pour chaque GEH.

Ces listes doivent être établies avec soin puis validées par l'entreprise.

Ces informations doivent figurer dans le rapport de mesurage. Il est recommandé d'employer dans ce but les fiches d'analyse des situations de travail, proposées en annexe B.

4.2 Matériel de mesurage

4.2.1 Type d'appareillage de mesurage

Si on utilise un exposimètre acoustique individuel, il doit être conforme à la norme CEI 1252 (1993) ou NF EN 61252. Si on utilise un sonomètre intégrateur (doté ou non de mémoire) ou un sonomètre, il doit être conforme à la norme CEI 61672-1, classe 1 ou 2.

4.2.2 Choix de l'appareillage

Le choix de l'appareillage de mesure sera effectué sur la base des recommandations suivantes :

- les exposimètres ont été conçus pour être portés par les travailleurs contrôlés et sont donc recommandés pour les mesurages d'exposition sonore. Leur emploi est notamment indispensable lorsque les postes sont très mobiles ou lorsqu'un mesurage de longue durée ou systématique est requis ;
- certain exposimètres sont dotés de mémoire, ce qui autorise des mesurages de type $L_{Aeq,\tau}$ court. Ce sont les appareils les plus performants pour les mesurages d'exposition car les variations du bruit durant la période de mesurage peuvent être identifiées et caractérisées ;
- certain sonomètres intégrateurs sont dotés de mémoire. En mode de mesurage de $L_{Aeq,\tau}$ court, leur emploi peut être aussi général que celui d'un exposimètre à mémoire, sous réserve des possibilités de placement du microphone et de portabilité du sonomètre, pendant la durée de mesurage ;
- les sonomètres intégrateurs peuvent être utilisés si les postes de travail sont fixes et situés dans des bruits ambiants reproductibles, car il faut respecter la distance maximum de 40 cm entre le microphone de mesure et l'oreille du travailleur (voir 5.3). Il est possible d'utiliser ce type d'appareil lors d'une exploration sonométrique rapide des postes de travail ;
- l'usage de sonomètres simples (non intégrateurs) est proscrit pour les mesurages d'exposition des travailleurs. Ils peuvent être utilisés pour des mesurages exploratoires ou pour des actions d'information et de sensibilisation.

Ces recommandations sont résumées dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Recommandations sur le choix de l'appareillage de mesure, selon la localisation du poste de travail et la durée de mesurage

Appareil	Poste fixe		Poste mobile	
	Mesurage court	Mesurage long	Mesurage court	Mesurage long
Sonomètre simple	Déconseillé	Proscrit	Proscrit	Proscrit
Sonomètre intégrateur	Oui, si $d < 40$ cm	Déconseillé	Oui, si $d < 40$ cm	Déconseillé
Exposimètre	Oui	Oui, recommandé	Oui	Oui, recommandé
Sonomètre intégrateur porté	Oui	Oui	Oui	Oui

NOTE Le terme «exposimétrie» désigne un mesurage effectué en continu, au moyen d'un appareillage autonome (exposimètre ou sonomètre intégrateur de petite dimension), porté par le travailleur contrôlé

5 Mesurages

5.1 Objectif

Les mesurages doivent être réalisés conformément au plan de mesurage défini en 4.1.9, dans des conditions garantissant la représentativité des résultats.

5.2 Vérification du calibrage

Les appareils doivent être calibrés sur le lieu du mesurage au moins avant et après chaque série journalière de mesurage. La vérification doit inclure un contrôle acoustique du microphone. Si les valeurs lues lors des deux calibrages s'écartent de plus de 0,5 dB, les mesurages doivent être recommencés.

5.3 Emplacement du microphone de mesurage

Le microphone de mesure doit être maintenu à moins de 40 cm d'une oreille du travailleur.

Le microphone doit être situé dans le plan du buste du travailleur, et non derrière sa tête, à la hauteur des oreilles. La direction de référence du microphone doit être, si possible, celle du bruit maximal, déterminée par un balayage angulaire du microphone autour de la position de mesurage.

- Exposimétrie : il y a lieu de fixer le support du microphone au vêtement du travailleur, sur l'épaule, orienté vers l'avant.
- Sonométrie : il y a lieu de veiller à maintenir le microphone à hauteur de la tête du travailleur, à moins de 40 cm de distance de l'oreille et au-dessus de l'épaule du travailleur, durant tout le mesurage.

Si l'activité du travailleur ou la configuration du poste rendent impossible de respecter la distance de 40 cm, le mesurage d'exposition au bruit doit être effectué par exposimétrie et non par sonométrie.

Le microphone doit être protégé par une bonnette anti-vent.

5.4 Nombre et durée des mesurages

L'effort de mesurage dépend du nombre des personnes impliquées et du degré de connaissance de leurs situations d'exposition :

- dans les situations non connues, lors de mesurages systématiques, c'est par l'allongement du temps global de mesurage qu'on cherche à obtenir un mesurage représentatif ;
- en cas d'approche du mesurage par tâches, le temps pris par l'analyse du travail conduit à définir des tâches précises pour les rendre homogènes du point de vue exposition, ce qui autorise à réduire notablement le temps global de mesurage ;
- par contre, dans le cas de l'approche par fonction, le temps de mesurage doit être accru car une fonction comprend généralement plusieurs tâches, susceptibles d'induire des phases d'exposition hétérogènes.

Ces principes aboutissent aux spécifications suivantes, qui s'appliquent lors du mesurage de contrôle. Lorsque l'objectif du mesurage est l'évaluation du risque à moyen terme, il est souhaitable de réitérer le mesurage de contrôle 5 fois.

5.4.1 Cas du mesurage systématique

Chaque travailleur fait l'objet d'un mesurage, en continu, au moyen d'un système de mesurage autonome, porté, dont la durée est au minimum de 90 % d'une journée de travail. Dans ce cas, on s'assurera que les événements acoustiques susceptibles de survenir, notamment en début et en fin de poste, ont bien été pris en compte.

5.4.2 Approche par fonction

On prendra au minimum cinq échantillons sonores de durées semblables, répartis autant que possible sur plusieurs personnes parmi les M membres du GEH et sur la durée de la journée de travail. La durée élémentaire de chaque échantillon doit dépasser 15 min.

La durée cumulée des échantillons sonores doit être calculée en appliquant les spécifications du Tableau 2. Quand l'effectif M du GEH est inférieur ou égal à 4, la durée cumulée est fixée à 6,75 h. Lorsque le GEH comprend plus de 5 personnes, la durée cumulée des échantillons sonores dépend de la taille M du GEH. Par exemple, si M = 15, le Tableau 2 permet de déduire que la durée cumulée minimum de mesurage sera égale à (15h + (5 · 1,0 h)) = 20h.

Tableau 2 — Spécifications définissant la durée totale minimum de mesurage à appliquer à un GEH de taille M, dans le cas de l'approche par fonction

M (effectif du GEH)	Durée cumulée minimum de mesurage, à répartir sur le GEH
de 1 à 4	6,75 h
5	7,5 h
de 6 à 10	7,5 h + (1,5 h par personne, au-delà de la cinquième)
de 11 à 20	15 h + (1,0 h par personne, au-delà de la dixième)
de 21 à 40	25 h + (0,5 h par personne, au-delà de la vingtième)
plus de 40	35 h + (0,25 h par personne, au-delà de la quarantième)

5.4.3 Approche par tâches

On prélèvera pour chaque tâche au minimum cinq échantillons sonores de durées semblables, répartis autant que possible sur plusieurs personnes parmi les M membres du GEH et sur la durée de chaque tâche. Lorsque la tâche se compose d'une succession de cycles de travail, un échantillon doit comprendre un ou plusieurs cycles de travail entiers.

La durée cumulée des échantillons sonores de chaque tâche *i* doit être au moins égale à :

$$[0,05 T_i \cdot (M/5)]$$

où :

T_i est la durée quotidienne de la tâche *i* ;

Si $M < 5$, la durée cumulée est au minimum de $[0,05 T_i]$.

Le Tableau 3 donne des exemples de ce calcul, applicables à un GEH effectuant 3 tâches ayant des durées quotidiennes T_i respectivement égales à 2 h 30 min, 4 h et 1 h, pour quelques valeurs de l'effectif M de ce GEH.

Tableau 3 — Exemples illustrant le calcul de la durée totale minimum de mesurage à appliquer aux trois tâches effectuées par un GEH de taille M

M (effectif du GEH)	Tâche 1 $T_1 = 2,5$ h (150 min)	Tâche 2 $T_2 = 4$ h (240 min)	Tâche 3 $T_3 = 1$ h (60 min)
de 1 à 5	7,5 min	12 min	3 min
7	10,5 min	16,8 min	4,2 min
10	15 min	24 min	6 min

6 Résultat des mesurages et analyse

6.1 Généralités

Les résultats des mesurages doivent être validés avant d'être interprétés et comparés aux seuils d'action réglementaires. Il est recommandé d'utiliser les fiches mesurages de l'annexe C, pour récapituler l'ensemble des résultats obtenus et guider leur analyse.

6.2 Validation des résultats de mesure

En cas de mesurage en continu par exposimétrie, on s'assurera de l'absence de perturbation durant l'acquisition des données (artefacts, saturations,...)

Lorsque le mesurage a été effectué en suivant l'approche par analyse du travail :

- on doit vérifier que la durée cumulée de mesurage de chaque GEH est conforme aux spécifications indiquées en 5.4 ;
- il est recommandé de valider la représentativité des mesures en appliquant les indicateurs mentionnés dans l'annexe D.

Lorsque le mesurage a été effectué en suivant l'approche par fonctions, si l'incertitude élargie due à l'échantillonnage U_1 (estimée selon 6.3.2) est supérieure à 6 dB(A), et à défaut d'une justification précise de ce fait, on doit rejeter l'hypothèse d'homogénéité du GEH et poursuivre le mesurage, après modification éventuelle du GEH.

Lorsque le mesurage a été effectué en suivant l'approche par tâches, il faut que l'incertitude élargie due à l'échantillonnage de chaque tâche $(U_1)_i$ (estimée selon 6.3.2) n'excède pas 3 dB(A). Si ce n'est pas le cas, il faut poursuivre le mesurage ou revoir la définition des tâches pour rendre celles-ci plus homogènes.

Dans une série de mesurages donnée, si un résultat $L_{Aeq,Ti}$ présente un niveau anormalement bas et que la cause est parfaitement identifiée, il est admis d'écarter ce résultat du traitement statistique pour le calcul de l'incertitude élargie due à l'échantillonnage U_1 , à condition de le signaler dans le rapport de mesure.

NOTE Il est possible de vérifier la normalité de la distribution des résultats de chaque GEH (à l'aide du test de Shapiro ou de la droite de Henry) ou d'effectuer une analyse de variance.

6.3 Incertitude de mesurage

6.3.1 Généralités

L'exactitude des mesurages d'exposition au bruit dépend de la connaissance des situations d'exposition, de l'échantillonnage du temps de travail et de l'appareillage de mesurage.

Parmi ces facteurs de variabilité des mesures, la méconnaissance des situations d'exposition est généralement le facteur prépondérant mais son influence ne peut être estimée. Il est recommandé d'éprouver la qualité de la connaissance des situations en appliquant les indicateurs proposés en annexe D.

6.3.2 Incertitude due à l'échantillonnage de l'exposition au bruit

U_1 désigne l'incertitude élargie due à l'échantillonnage de l'exposition au bruit d'un GEH ou d'une personne. C'est la valeur exprimée en dB(A) de l'intervalle de confiance unilatéral à 95%, indiquée dans le Tableau 1 de l'annexe A, en fonction du nombre N des niveaux sonores $L_{Aeq,T}$ mesurés et de leur écart-type S_L .

Dans le cas d'un mesurage de contrôle, U_1 est nulle lorsque le mesurage ne concerne qu'une personne et qu'il est effectué par exposimétrie continue durant la journée. Dans les autres cas, il est possible de scinder la ou les séries chronologiques en échantillons disjoints, de durée égale ou supérieure à 30 min, en vue d'estimer U_1 .

6.3.3 Incertitude due à l'appareillage de mesure

U_2 désigne l'incertitude élargie due à l'appareillage de mesure. C'est la valeur exprimée en dB(A) qui définit un intervalle de confiance à 95 %. Elle dépend de la classe de précision de l'appareillage, spécifiée dans la norme CEI 61672-1.

Pour appliquer la présente norme, on considère que :

- lors de mesurages effectués avec un appareillage de classe 1 : $U_2 = 0,5$ dB(A) ;
- lors de mesurages effectués avec un appareillage de classe 2 : $U_2 = 1,5$ dB(A) ;
- lors de mesurages effectués avec un appareillage de classe 1 ou de classe 2, porté par le travailleur : $U_2 = 1,5$ dB(A).

6.3.4 Incertitude globale sur le niveau sonore moyen

U désigne l'incertitude globale donnée, en dB(A), par la formule :

$$U = (U_1^2 + U_2^2)^{0,5} \quad \dots (11)$$

6.4 Évaluation du niveau d'exposition quotidienne au bruit

Le niveau d'exposition quotidienne au bruit $L_{EX,8h}$ d'une personne ou d'un GEH est donné par la formule :

$$L_{EX,8h} = L^*_{Aeq,T_E} + 10 \lg \left(T_E / T_0 \right) \quad \dots (12)$$

où L^*_{Aeq,T_E} est estimé à l'aide d'une des relations suivantes :

- si le mesurage en continu donne un résultat, $L_{Aeq,T}$:

$$L^*_{Aeq,T_E} = L_{Aeq,T} + U \quad \dots (13)$$

- si le mesurage fournit N résultats L_{Aeq,T_i} :

$$L^*_{Aeq,T_E} = \bar{L} + 0,115 \cdot S_L^2 + U \quad \dots (14)$$

Dans ces relations :

- T_E est la durée totale effective de la journée de travail ;
- T_0 est la durée de référence ; T_0 est fixé égal à 8 h (ou 28 800 s) ;
- \bar{L} est la moyenne arithmétique des N valeurs L_{Aeq,T_i} mesurées ;
- S_L est l'écart-type des N valeurs L_{Aeq,T_i} mesurées, en dB(A) ;
- U est l'incertitude globale, estimée selon 6.3.4.

Le terme correctif, $K = 10 \lg (T_E / T_0)$, doit être utilisé pour normaliser à la durée de référence T_0 , fixée à 8h, le résultat d'une évaluation sonore portant sur la durée totale effective T_E de la journée de travail. La valeur de ce terme correctif est donnée au Tableau 4.

Tableau 4 — Valeur à ajouter, en fonction de la durée effective de la journée de travail T_E , à un niveau acoustique continu équivalent L^*_{Aeq,T_E} afin d'obtenir une évaluation du niveau d'exposition quotidienne au bruit $L_{EX,8h}$

T_E	7 h	7 h 15	7 h 30	7 h 45	8 h	8 h 15	8 h 30	8 h 45	9 h	10 h	12 h
$K, \text{dB(A)}$	-0,6	-0,4	-0,3	-0,1	0	+0,1	+0,3	+0,4	+0,5	+1,0	+1,8

EXEMPLE 1 Les membres d'un GEH ont une durée totale effective de travail qui est de 7 h en moyenne. Si le résultat des mesurages indique un niveau L^*_{Aeq,T_E} de 87,5 dB(A), le niveau d'exposition quotidienne au bruit $L_{EX,8h}$ des membres de ce GEH est :

$$L_{EX,8h} = 87,5 + 10 \lg (7/8) = 87,5 - 0,6 = 86,9 \text{ dB(A)}$$

Résultat final arrondi (voir 6.7) : $L_{EX,8h} = 87 \text{ dB(A)}$.

EXEMPLE 2 Les membres d'un autre GEH travaillent en moyenne 8 h 30 par jour. Si le résultat des mesurages indique un niveau L^*_{Aeq,T_E} de 91 dB(A), le niveau d'exposition quotidienne au bruit $L_{EX,8h}$ des membres de ce GEH est :

$$L_{EX,8h} = 91 + 10 \lg (8,5/8) = 91 + 0,3 = 91,3 \text{ dB(A)}$$

Résultat final arrondi (voir 6.7) : $L_{EX,8h} = 91,5 \text{ dB(A)}$.

6.5 Évaluation du niveau d'exposition hebdomadaire au bruit

Lorsque des variations existent d'un jour à l'autre, soit sur l'amplitude de la durée quotidienne de travail, soit sur les niveaux d'exposition quotidienne au bruit, il est possible d'évaluer le niveau d'exposition hebdomadaire au bruit.

Dans ce cas, les niveaux d'exposition quotidienne au bruit doivent être estimés pour chacune des journées travaillées de la semaine. Le niveau d'exposition hebdomadaire au bruit est calculé par la formule :

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left(\frac{1}{S} \sum_{i=1}^S 10^{0,1(L_{EX,8h})_i} \right) \quad \dots (15)$$

où :

S est le nombre de journées de travail durant la semaine ;

$(L_{EX,8h})_i$ est le niveau d'exposition quotidienne au bruit de la i ème journée, évalué selon 6.4.

6.6 Évaluation du niveau d'exposition quotidienne au bruit par recomposition de tâches (ou de fonctions)

Lorsque les activités d'une personne ou d'un GEH ont été scindées en plusieurs tâches, l'évaluation de leur niveau d'exposition quotidienne au bruit doit être effectuée en 3 étapes :

Étape 1 Dans chaque tâche i , estimer L^*_{Aeq,T_i} par la relation suivante :

$$L^*_{Aeq,T_i} = \bar{L}_i + 0,115 \cdot S_{L,i}^2 + U_i \quad \dots (16)$$

où :

\bar{L} , S_L et U ont la signification indiquée en 6.4 mais appliquée à chaque tâche i .

Étape 2 Recomposer l'exposition quotidienne du GEH à partir de ses Q tâches.

Vérifier que la somme des durées des Q tâches est bien la durée effective de la journée de travail, c'est-à-dire que :

$$T_E = \sum_{i=1}^Q T_i \quad \dots (17)$$

puis estimer L^*_{Aeq,T_E} en appliquant la formule :

$$L^*_{Aeq,T_E} = 10 \lg \sum_{i=1}^Q \left(T_i / T_E \right) \cdot 10^{0,1L^*_{Aeq,T_i}} \quad \dots (18)$$

où :

Q est le nombre total des tâches de la personne ou du GEH ;

T_i est la durée totale quotidienne de la tâche i ;

T_E est la durée effective totale de la journée de travail du GEH.

Étape 3 En déduire le niveau d'exposition quotidienne au bruit en appliquant la formule (8).

Pour appliquer ces 3 étapes, il est recommandé d'utiliser les fiches mesurages 2 et 3 (annexe C).

Lorsque des personnes occupent, d'un jour à l'autre, différentes fonctions, elles peuvent faire partie de plusieurs GEH définis par fonction. Leur exposition quotidienne moyenne au bruit doit être évaluée en recomposant leur exposition moyenne. Dans ce but, la procédure ci-dessus sera appliquée après remplacement du terme « tâche » par le terme « fonction » dans les relations ci-dessus (ainsi qu'en annexe C, fiche mesurage 3).

NOTE Si on veut fournir une estimation de l'incertitude globale U applicable à $L_{EX,8h}$, on pourra la calculer par :
 $U = \left(L^*_{Aeq,T_E} - L_{Aeq,T_E} \right)$, où :

L^*_{Aeq,T_E} a été calculé par la relation (18) ;

L_{Aeq,T_E} a été calculé par la relation (18) après remplacement de L^*_{Aeq,T_i} par $\left[L^*_{Aeq,T_i} - U_i \right]$.

6.7 Expression du résultat

Tous les calculs doivent être effectués à 0,1 dB près mais, dans l'expression finale du résultat, le niveau $L_{EX,8h}$ doit être arrondi au plus proche multiple de 0,5 dB(A).

Par exemple 89,2 est arrondi à 89 ; 89,7 est arrondi à 89,5 ; 89,8 est arrondi à 90 dB(A).

6.8 Estimation du niveau de pression acoustique de crête

Les échantillons sonores utilisés pour le mesurage du niveau de pression acoustique de crête L_{pc} doivent être, si possible, identiques à ceux qui sont utilisés lors des mesurages des niveaux d'exposition quotidienne au bruit. Si l'appareillage de mesure employé ne permet pas le mesurage simultané de $L_{Aeq,T}$ et de L_{pc} , des échantillons pour le mesurage du L_{pc} seront définis à l'aide du même plan de mesurage que pour les niveaux $L_{Aeq,T}$ ou bien les phases d'exposition les plus bruyantes seront sélectionnées en justifiant les raisons des choix effectués.

Le mesurage doit être effectué en employant la pondération fréquentielle «C».

Le résultat est exprimé en dB(C), par le niveau maximum observé dans l'ensemble des échantillons mesurés relatifs à chaque personne et chaque GEH ou bien par le nombre de dépassements des seuils réglementaires apparus lors des périodes de mesurage.

7 Rapport de mesurage

Le rapport de mesurage doit mentionner :

- la date et la référence du rapport, ainsi que les dates de réalisation des mesurages ;
- l'objet de l'intervention (mesurage de contrôle ou évaluation du risque à moyen terme) et son demandeur. Si la demande émane de l'inspecteur du travail, reproduire sa demande et indiquer la date et la durée de l'agrément de l'organisme effectuant les mesurages ;
- l'établissement concerné et son adresse.

Il est recommandé de placer, en tête du document, un sommaire annonçant le contenu du corps du rapport et fournissant la liste des annexes, du fait de la complexité et du nombre important d'informations données dans le rapport.

Le corps du rapport doit contenir les informations et les résultats essentiels suivants :

1) Description du plan de mesurage et ses justifications :

- période de représentativité considérée ;
- décomposition de l'entreprise en plusieurs entités avec les effectifs correspondants ;
- concernant les travailleurs ayant fait l'objet d'un mesurage systématique, sans analyse du travail : fournir leur liste ;
- concernant les travailleurs ayant fait l'objet d'un mesurage après analyse du travail et définition de GEH : fournir les caractéristiques des GEH (effectif, nature du travail, estimation acoustique préalable) ;
- procédure de mesurage employée (nature, durée cumulée des mesurages, position précise des points de mesurage en cas de mesurages sonométriques).

2) Les indicateurs de production :

Les indicateurs utilisables sont, par exemple, la nature des fabrications, les matériaux, quantités, épaisseurs, réglages, vitesses,...

Ces indicateurs doivent être fournis :

- pour les périodes de mesurage ;
- pour la période de représentativité.

3) La liste des appareils de mesurage employés :

- Marque, type et numéro de série des appareils.
- Dates des dernières vérifications subies par le matériel.
- Classe de précision des matériels utilisés et incertitude de mesure correspondante.

4) Les résultats :

Fournir les résultats principaux pour chaque GEH et pour toutes les personnes ayant fait l'objet d'un mesurage systématique :

- évaluation du niveau d'exposition quotidienne au bruit ;
- dépassements de seuil du niveau de pression acoustique de crête.

Le rapport doit être signé par la personne responsable des mesurages.

En annexe, joindre :

- les informations détaillées ayant permis l'établissement du plan de mesurage ;
- un plan d'atelier montrant la position de chaque point de mesure (en cas de mesurages sonométriques) ;
- les fiches récapitulatives des mesurages effectués.

Il est possible de se conformer à plusieurs de ces exigences en employant les fiches proposées :

- en annexe B, pour décrire et justifier le plan de mesurage ;
- en annexe C, pour exprimer les résultats.

Annexe A

(normative)

Évaluation de l'incertitude élargie due à l'échantillonnage

L'incertitude élargie due à l'échantillonnage de l'exposition au bruit d'un GEH ou d'une personne (voir 6.3.2), notée U_1 , est fonction du nombre N des mesurages effectués et de leur écart-type S_L exprimé en dB(A). Sa valeur, $U_1(N, S_L)$, est indiquée au Tableau 1.

C'est la valeur exprimée en dB(A) qui définit un intervalle de confiance unilatéral ayant un niveau de confiance de 95 %, sous hypothèse log-normale pour les valeurs d'exposition au bruit $E_{A,T}$ (exprimée en $\text{Pa}^2 \cdot \text{h}$) ou sous l'hypothèse équivalente de normalité des niveaux sonores, en dB(A).

Tableau A.1 — Incertitude élargie due à l'échantillonnage U_1 , en dB(A), applicable à un ensemble de N valeurs $L_{Aeq,T}$ mesurées, d'écart-type S_L

N°	Écart-type S_L des valeurs mesurées $L_{Aeq,T}$, en dB(A)											
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
5	0,5	1,1	1,9	2,8	4,0	5,4	7,2	9,1	11,4	13,9	16,7	19,8
6	0,4	0,9	1,5	2,3	3,2	4,2	5,5	6,9	8,6	10,4	12,4	14,6
7	0,4	0,8	1,3	2,0	2,7	3,5	4,5	5,7	7,0	8,4	10,0	11,8
8	0,4	0,7	1,2	1,7	2,4	3,1	3,9	4,9	6,0	7,2	8,5	10,0
9	0,3	0,7	1,1	1,6	2,1	2,8	3,5	4,3	5,3	6,3	7,5	8,8
10	0,3	0,6	1,0	1,4	1,9	2,5	3,2	3,9	4,8	5,7	6,7	7,9
12	0,3	0,6	0,9	1,3	1,7	2,2	2,7	3,3	4,0	4,8	5,7	6,6
14	0,2	0,5	0,8	1,1	1,5	1,9	2,4	3,0	3,6	4,2	5,0	5,8
16	0,2	0,5	0,7	1,0	1,4	1,8	2,2	2,7	3,2	3,8	4,5	5,2
18	0,2	0,4	0,7	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	2,9	3,5	4,1	4,7
20	0,2	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,9	2,3	2,7	3,2	3,8	4,3
25	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,3	2,7	3,2	3,7
30	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,3

Quand N est petit et que, simultanément, S_L est grand, le Tableau A.1 fournit une incertitude élargie due à l'échantillonnage U_1 qui peut être supérieure à 6 dB(A). Quand l'évaluation de la valeur U_1 est supérieure à 6 dB(A) (valeurs indiquées en italique sur le Tableau 1), il est recommandé de reprendre ou de modifier le plan de mesurage afin de réduire U_1 , selon les spécifications de validation des résultats de mesure (voir 6.2).

Pour calculer $U_1(N, S_L)$ avec d'autres valeurs de N ou S_L que celles du Tableau A.1, il est recommandé d'utiliser la méthode d'interpolation ci-dessous.

Exemple numérique :

Dans un GEH défini par une fonction de production donnée, 10 mesurages du niveau de pression acoustique continu équivalent ont été effectués à l'aide d'un exposimètre de classe 2. La durée totale effective de la journée de travail de ce GEH, T_E , est égale à 7 h 30 mn.

Les 10 mesurages ont donné les résultats $L_{Aeq,T}$ en dB(A) suivants :

$L_{Aeq,T}$	81	94	88	84,5	90	83	87	92	85,5	89
-------------	----	----	----	------	----	----	----	----	------	----

Résultats du GEH, exprimés selon les indications de la fiche mesurage 1 (annexe C) :

\bar{L}	Moyenne arithmétique des valeurs mesurées $L_{Aeq,T}$	= 87,4 dB(A)
S_L	Écart-type des valeurs mesurées $L_{Aeq,T}$	= 4,0 dB(A)
U_1	Incertitude élargie due à l'échantillonnage (voir 6.3.2) (valeur lue dans le Tableau A.1, annexe A, pour $N = 10$ et $S_L = 4$)	= 3,9 dB(A)
U_2	Incertitude élargie due à l'appareillage de mesure (classe 2)	= 1,5 dB(A)
U	Incertitude globale (voir 6.3.2) $U = (U_1^2 + U_2^2)^{0,5} = \sqrt{17,5}$	= 4,2 dB(A)
$L^*_{Aeq,TE}$	Évaluation du niveau de pression acoustique continu équivalent $L^*_{Aeq,TE} = \bar{L} + 0,115 S_L^2 + U$	= 93,4 dB(A)
$L_{EX,8h}$	Niveau d'exposition quotidienne au bruit du GEH $L_{EX,8h} = L^*_{Aeq,TE} + 10 \log(T_E/T_0) = 93,4 - 0,3$	= 93,1 dB(A)

Résultat final arrondi : le niveau d'exposition quotidienne au bruit du GEH est de 93 dB(A).

Interpolation des valeurs de l'incertitude élargie due à l'échantillonnage U_1

Pour calculer $U_1(N, S_L)$ pour des valeurs de N et de S_L non mentionnées au Tableau A.1, il est recommandé d'appliquer la procédure suivante (méthode d'approximation publiée par Hewett et al), applicable si N est supérieur ou égal à 3, même si S_L est supérieur à 6. L'approximation de $U_1(N, S_L)$ est exacte à moins de 0,1 dB(A).

- 1) Calculer $S_y = 0,23 \cdot S_L$
- 2) Considérer les coefficients a à i suivants :

$$a = 0,767\ 666\ 58 ;$$

$$b = 3,871\ 686\ 9 ;$$

$$c = 0,805\ 989\ 19 ;$$

$$d = 6,032\ 101\ 9 ;$$

$$e = 0,899\ 981\ 54 ;$$

$$f = 2,012\ 669 ;$$

$$g = 0,219\ 788\ 75 ;$$

$$h = 0,415\ 755\ 88 ;$$

$$i = 0,292\ 582\ 76 ;$$

et utiliser les équations intermédiaires suivantes :

$$F1 = S_y \cdot \left[i + 1/(N-2)^c \right]$$

$$F2 = b + d/(N-2)^c$$

$$F3 = F1 \cdot [1 - e \cdot \exp(-f \cdot F1)]$$

$$F4 = [1 + g \cdot \exp(-h \cdot F1)]$$

$$F5 = F2 \cdot F3/F4$$

- 3) calculer :

$$C_{UCL} = 1,645 + a/(N-2) + F5$$

- 4) en déduire le résultat :

$$U1(N, S_L) = C_{UCL} \cdot S_L \cdot \frac{1}{\sqrt{N-1}}$$

Annexe B
(informative)
Fiches d'analyse du travail

Lorsqu'une analyse du travail précède le mesurage, il est recommandé de regrouper toutes les informations pertinentes pour définir le plan de mesurage à l'aide des 4 fiches suivantes :

Fiche analyse 1 : Caractéristiques de l'entreprise et décomposition en entités

Fiche analyse 2 : Description de chaque entité

Fiche analyse 3 : Estimation acoustique préalable de chaque GEH

Fiche analyse 4 : Récapitulatif des caractéristiques des GEH

Le plan de mesurage mis en œuvre devant être justifié dans le rapport de mesurage, une façon de répondre à cette exigence consiste à renseigner ces fiches et à les annexer au rapport.

Fiche analyse 2	Analyse des situations de travail	Date :
Description de chaque ENTITÉ		

ENTITÉ =

Nature de la production =

Effectif de l'entité =

Indicateurs de production du jour de mesurage =

Localisation =

(exemples : matériaux, quantités...)

moyenne (sur une période à spécifier) =

Caractéristiques du processus de travail =
(modes opératoires ; machines employées)

Domaine	FONCTIONS ^{*)}	Horaires	Effectifs	Présence d'évènements acoustiques	Observations Facteurs déterminant l'exposition
Production 1					
Production 2					
...					
...					
Réglage					
Contrôle					
Manutention					
Maintenance					
...					

**) Chaque domaine peut comprendre plusieurs fonctions.*

Fiche analyse 3	Analyse des situations de travail	Date :
Estimation acoustique préalable de chaque GEH		

GEH =

FONCTION = ou : TÂCHE =

Rappel : ENTITÉ =

Effectif du GEH =

Indicateurs de production du GEH

— durant les périodes de mesurage =

— durant la période de représentativité =

Résultats de mesurages antérieurs ou exploratoires $L_{EX,8h}, L^*_{Aeq,TE} = \dots\dots\dots$ dB(A)

$L_{pc} = \dots\dots\dots$ dB(C)

ESTIMATION ACOUSTIQUE PRÉALABLE

Oui (1) Non

Présence possible d'évènements acoustiques ?

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| — emploi de soufflettes à jet d'air comprimé ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| — détentés d'air comprimé ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| — martelage métallique ? | <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"/> |
| — passages d'engins de manutention bruyants ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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 phases de réglages, d'approvisionnements ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| — lors de la récupération des incidents de production ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| — lors des phases de nettoyage ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| — autres | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Activités très bruyantes à des postes de travail voisins ?

— nature :

— postes exposés :

(1) Si la réponse à l'une des questions est **OUI** :

- préciser quand apparaissent les phases spécifiquement bruyantes, leur durée et fréquence quotidienne ;
- renseigner la partie correspondante de la fiche analyse 4 ci-après ;
- prévoir le mesurage afin de garantir leur prise en compte.

Fiche analyse 4	Analyse des situations de travail	Date :
Récapitulatif des caractéristiques des GEH		

FONCTION/TÂCHE ^{a)}					Présence possible d'évènements acoustiques ? Opérations très bruyantes lors de phases particulières ? Activités très bruyantes à des postes de travail voisins ?				Prévision du mesurage			Observations
N° du GEH	Désignation	Durée ^{a)}	Machines sources sonores	Effectif total du GEH	Nature	Période d'apparition	Durée	Fréquence quotidienne	Type ^{b)}	Durée	Période	

a) En cas d'approche par tâche, en plus des durées de chaque tâche, indiquer aussi la somme des durées de toutes les tâches du GEH.

b) Exemple : Continu «C» ; Échantillonnage « E ».

Validation de la liste des GEH par :

Annexe C

(informative)

Fiches récapitulatives des mesurages d'exposition sonore

Quatre fiches sont proposées pour récapituler les niveaux sonores mesurés et l'expression des résultats à fournir :

- fiche mesurage 1 : «Évaluation de l'exposition au bruit d'un GEH défini par **fonction**» ;
- fiche mesurage 2 : «Évaluation de niveaux sonores moyens attribuables à une **tâche i**» ;
- fiche mesurage 3 : «**Recomposition** de l'exposition au bruit d'un GEH par **plusieurs tâches**» ;
- fiche mesurage 4 : «Résultats des **mesurages systématiques**».

Dans le cas d'une approche par fonction de travail, il est recommandé d'utiliser la fiche mesurage 1 pour chaque fonction.

Dans le cas d'une approche par tâche, il est recommandé d'utiliser la fiche mesurage 2 en l'appliquant à toutes les tâches du GEH, puis d'estimer l'exposition sonore totale du GEH en recomposant les résultats des différentes tâches à l'aide de la fiche mesurage 3.

Dans le cas de personnes occupant, d'un jour à l'autre, différentes fonctions et appartenant à plusieurs GEH définis par fonction de travail, la reconstitution de l'exposition au bruit de ces personnes est effectuée en prenant en compte la liste des GEH auxquels elles sont rattachées et la durée relative de présence dans chacun d'eux, estimée dans une période de représentativité à spécifier. Avec ces données, l'évaluation du niveau d'exposition au bruit quotidien peut être effectuée à l'aide de la fiche mesurage 3 en y substituant le terme «tâche» par le terme «fonction».

Dans le cas de mesurages systématiques, la fiche mesurage 4 peut être employée pour regrouper les résultats.

Fiche mesurage 1	Évaluation de l'exposition au bruit d'un GEH défini par FONCTION
-----------------------------	---

FONCTION =

GEH N° =

Nombre de membres du GEH =

T_E = Durée totale effective de la journée de travail =

Type de mesurage effectué =

Durée cumulée de mesurage =

N = Nombre de mesurages effectués =

Durée T de chaque mesurage =

Classe de précision de l'appareillage de mesure utilisé :

Valeurs mesurées :

$L_{Aeq,T}$										
$L_{pc} > 135$										
$L_{pc} > 140$										

Résultats

\bar{L} Moyenne arithmétique des valeurs $L_{Aeq,T}$ mesurées =

S_L Écart-type des valeurs mesurées =

U_1 Incertitude élargie due à l'échantillonnage (voir 6.3.2 et annexe A : $U_1(N, S_L)$) =

U_2 Incertitude élargie due à l'appareillage de mesure (voir 6.3.3)

U **Incertitude globale** (voir 6.3.4)

$$U = (U_1^2 + U_2^2)^{0,5} = \dots\dots\dots \text{dB(A)}$$

$L^*_{Aeq,TE}$ Évaluation du niveau de pression acoustique continu équivalent

$$L^*_{Aeq,TE} = \bar{L} + 0,115 \cdot S_L^2 + U = \dots\dots\dots \text{dB(A)}$$

$L_{EX,8h}$ **Niveau d'exposition quotidienne au bruit du GEH**

$$L_{EX,8h} = L^*_{Aeq,TE} + 10 \lg \left(T_E / T_0 \right) = \dots\dots\dots \text{dB(A)}$$

L_{pc} **Niveau de pression acoustique de crête**

Nombre de dépassements de seuil = 135 dB(C) =
 140 dB(C) =

Observations :

Fiche mesurage 2	Évaluation des niveaux sonores attribuables à UNE TÂCHE <i>i</i>
-----------------------------	---

TÂCHE =

N° Tâche =

Nombre de membres du GEH =

T_i = Durée quotidienne de la tâche *i* =

Type de mesurage effectué =

Durée cumulée de mesurage =

N_i = Nombre d'échantillons sonores =

Durée de chaque échantillon sonore =

Classe de précision de l'appareillage de mesure utilisé =

Valeurs mesurées :

$L_{Aeq,Ti}$										
$(L_{pc})_i > 135$										
$(L_{pc})_i > 140$										

Résultats concernant la tâche *i*

\bar{L} Moyenne arithmétique des valeurs $L_{Aeq,Ti}$ mesurées =

$(S_L)_i$ Écart-type des valeurs mesurées $L_{Aeq,Ti}$ =

$(U_1)_i$ Incertitude élargie due à l'échantillonnage de la tâche *i* (voir 6.3.2 et annexe A) =

$(U_2)_i$ Incertitude élargie due à l'appareillage de mesure (voir 6.3.3)

U_i **Incertitude globale** pour la tâche *i* (voir 6.3.4)

$$U_i = \left((U_1)_i^2 + (U_2)_i^2 \right)^{0,5} = \dots\dots\dots \text{dB(A)}$$

$L^*_{Aeq,Ti}$ **Évaluation du niveau de pression acoustique continu équivalent de la tâche *i***

$$L^*_{Aeq,Ti} = \bar{L}_i + 0,115 \cdot (S_L)_i^2 + U_i = \dots\dots\dots \text{dB(A)}$$

$(L_{pc})_i$ **Niveau de pression acoustique de crête**

Nombre de dépassements de seuil = 135 dB(C) =

140 dB(C) =

Observations :

Fiche mesurage 3	RECOMPOSITION de l'exposition au bruit d'un GEH par PLUSIEURS TÂCHES
-----------------------------	---

GEH N° =

Q = Nombre total de tâches pour ce GEH =

Nombre de membres du GEH =

T_E = **Durée effective totale** de la journée de travail =

1) Récapitulatif des résultats pour chaque tâche *i* effectuée par le GEH

- **Niveaux sonores par tâche** (résultats issus des Q fiches mesurage 2)

L^*_{Aeq,T_i} Évaluation du niveau de pression acoustique équivalent de la tâche *i*

U_i Incertitude globale pour la tâche *i* (U_i est incluse dans L^*_{Aeq,T_i})

$(L_{pc})_i > \text{Seuils}$ Nombre de dépassements des seuils de pression acoustique de crête

- **Durée des tâches** effectuées par les travailleurs du GEH =

T_i Durée de la tâche *i*

Tâches			Niveaux de pression acoustique			
N°	Désignation	Durée T_i	L^*_{Aeq,T_i}	U_i	$(L_{pc})_i$	
					> 135	> 140
Ensemble des Q tâches du GEH =		$T_E = \sum T_i$	L^*_{Aeq,T_E}	/	/	

2) Recomposition globale de l'exposition au bruit du GEH

$T_E = \sum T_i$ Durée totale effective de la journée de travail

L^*_{Aeq,T_E} Somme pondérée des niveaux par les durées relatives des tâches

$$L^*_{Aeq,T_E} = 10 \lg \sum_{i=1}^Q \left(T_i / T_E \right) \cdot 10^{0,1L^*_{Aeq,T_i}} = \dots\dots\dots \text{dB(A)}$$

$L_{EX,8h}$ **Niveau d'exposition quotidienne au bruit du GEH**

$$L_{EX,8h} = L^*_{Aeq,T_E} + 10 \lg \left(T_E / T_0 \right) = \dots\dots\dots \text{dB(A)}$$

T_0 Durée de travail quotidien de référence (= 8 h)

L_{pc} **Niveau de pression acoustique de crête**

Nombre de dépassements de seuil = 135 dB(C) =
 140 dB(C) =

Observations :

Fiche mesurage 4	Résultats des MESURAGES SYSTÉMATIQUES
-----------------------------	--

Mesurages effectués par exposimétrie, durant une période de durée T , au minimum égale à 90 % de la durée effective totale de la journée de travail, T_E .

Chaque mesurage fournit un résultat de mesure, $L_{Aeq,T}$ en dB(A).

T_E **Durée effective totale** de la journée de travail =

U_1 Incertitude élargie due à l'échantillonnage (voir 6.3.2) Ici $U_1 = 0$

U_2 Incertitude élargie due à l'appareillage de mesure (voir 6.3.3) Ici $U_2 = 1,5$ dB(A)

U **Incertitude globale** : (voir 6.3.4)

$$U = (U_1^2 + U_2^2)^{0,5} = 1,5 \text{ dB(A)}$$

Les résultats des mesurages systématiques se déduisent des formules suivantes :

L^*_{Aeq,T_E} Évaluation du niveau de pression acoustique continu équivalent

$$L^*_{Aeq,T_E} = L_{Aeq,T} + U = L_{Aeq,T} + 1,5 \text{ dB(A)}$$

$L_{EX,8h}$ **Niveau d'exposition quotidienne au bruit**

$$L_{EX,8h} = L^*_{Aeq,T_E} + 10 \lg (T_E / T_0)$$

où $T_0 = 8$ h si T_E est exprimé en h.

(voir la valeur de $10 \lg (T_E / T_0)$ en 6.4, Tableau 4)

Personnes concernées	Durée effective totale de travail T_E	Résultats du mesurage					
		Durée de mesurage T	Niveau mesuré $L_{Aeq,T}$ dB(A)	L^*_{Aeq,T_E} dB(A)	$L_{EX,8h}$ dB(A)	L _{pc} : nombre de dépassements de seuil	
						135 dB(C)	140 dB(C)

Annexe D
(informative)
Indicateurs de qualité d'évaluation

Lorsque le mesurage est terminé, il est recommandé de valider la représentativité des mesurages en comparant les conditions réelles de mesurage à ce qui avait été prévu initialement, lors de l'établissement du plan de mesurage. Plusieurs indicateurs sont proposés ci-dessous dans ce but. Ils s'appliquent à l'entreprise et aux GEH définis par analyse du travail.

1) Pour l'entreprise, après les mesurages, il est recommandé de :

- Vérifier que toutes les entités concernées ont fait l'objet de mesurages ;
- S'assurer que toutes les fonctions ont fait l'objet de mesurages ;
- Contrôler que les groupes ayant fait l'objet de mesurages sont représentatifs de l'ensemble de l'effectif (personne n'a été « oublié ») ;
- S'assurer que la période d'observation est représentative d'une période normale de fonctionnement de l'entreprise.

Récapitulatif des indicateurs pour l'entreprise

Nombre d'entités déclarées (Atelier/Unité/Ligne/Fonction de travail) =	Nombre d'entités où ont été effectués les mesurages =
Effectif total susceptible d'être exposé au bruit =	Nombre de GEH = Somme des effectifs des GEH =
Indicateurs de production journalière moyenne =	Indicateurs de production des jours de mesurage =
Avis des acteurs de l'entreprise sur la représentativité des mesurages	
1- Les situations de travail observées sont-elles représentatives ?	
2- Habituellement, y a-t-il des variations durant la période de représentativité ?	
3- Si Oui, en a-t-on tenu compte ?	

Observations :

.....

.....

Annexe E

(informative)

Interprétation de dépassements de seuil L_{pc}

L'interprétation des dépassements de seuils réglementaires de niveau de pression acoustique de crête est délicate lorsqu'ils se produisent sans qu'il y ait, simultanément, dépassement du seuil de niveau d'exposition quotidienne au bruit.

Dans ce cas, il est souhaitable que l'interprétation des dépassements de seuil soit validée. Une méthode de validation est proposée, qui s'appuie sur le jugement professionnel.

La démarche préconisée est la suivante :

- supposer que le nombre des dépassements de seuil mesurés est réduit à quelques unités (sinon le dépassement se traduirait aussi en termes de $L_{EX,8h}$), et qu'ils sont donc probablement liés à des événements rares ;
- essayer d'établir une liaison entre le processus de travail réel et les dépassements mesurés afin d'identifier, autant que possible, les circonstances et les causes des dépassements mesurés ;
- dans ce but, interroger le personnel concerné de l'entreprise, en tenant compte du fait que le nombre de dépassements de seuil mesurés dépend directement de la durée totale du mesurage ;
- lorsque la durée totale de mesurage est suffisamment élevée et que le nombre de dépassements de seuils de L_{pc} est très réduit, en l'absence d'explication par le processus de travail de l'origine des dépassements de seuil, émettre l'hypothèse que ces dépassements sont non-significatifs. En tout état de cause, une telle hypothèse ne peut être retenue qu'après débat, jugement professionnel et validation avec les personnes concernées de l'entreprise.

Annexe F

(informative)

Exemples

Exemple 1 : Des mesurages systématiques

Dans une entreprise, il a été décidé d'évaluer l'exposition au bruit sans effectuer d'analyse du travail. On prévoit donc d'effectuer un mesurage systématique pour toutes les personnes exposées. Dans cet exemple, l'appareillage de mesure est un exposimètre, qui doit être porté par chaque personne à contrôler durant une période de durée T .

Sachant que la durée effective totale de la journée de travail de cette entreprise est $T_E = 7,5$ h, la durée de mesurage T , spécifiée en 5.4.1, doit être au minimum égale à $(0,9 \cdot T_E) = 6,75$ h.

Il a été décidé de faire porter l'appareil de mesure par chaque personne durant 7h.

Pour une personne X , les résultats du mesurage sont :

$$L_{Aeq,T} = 84,2 \text{ dB(A)} ;$$

Aucun dépassement des seuils L_{pc} 135 et 140 dB(C).

La fiche mesurage 4 (annexe C) permet d'obtenir les valeurs suivantes :

- incertitude élargie due à l'échantillonnage : $U_1 = 0$ pour ce type de mesurage ;
- incertitude élargie due à l'appareillage de mesure : $U_2 = 1,5$ dB(A) ;
- incertitude globale : $U = 1,5$ dB(A) ;
- évaluation du niveau de pression acoustique continu équivalent :

$$L^*_{Aeq,T_E} = L_{Aeq,T} + U = 84,2 + 1,5 = 85,7 \text{ dB(A)}$$

- niveau d'exposition quotidienne au bruit :

$$L_{EX,8h} = L^*_{Aeq,T_E} + 10 \lg \left(T_E / T_0 \right) = 85,7 - 0,3 = 85,5 \text{ dB(A)}$$

Résultat final arrondi à 0,5 dB près : $L_{EX,8h} = 85,5$ dB(A)

Conclusion de ce mesurage : pour cette personne X , le contrôle de l'exposition au bruit indique, pour la journée mesurée, un niveau d'exposition quotidienne au bruit $L_{EX,8h} = 85,5$ dB(A), sans dépassement des niveaux de pression acoustique de crête de 135 ou 140 dB(C).

Des mesurages systématiques semblables seront effectués pour toutes les personnes exposées.

Exemple 2 : Une semaine de travail effectuée en 2×12 h

Un opérateur A travaille exclusivement les samedis et dimanches, avec un horaire spécifique de 2×12 h.

a) Quel est son niveau d'exposition quotidienne au bruit pour un samedi ?

L'évaluation a été effectuée par mesurage systématique, par exposimétrie durant 11 h.

Résultats des mesurages du samedi (J1) = $L_{Aeq,T}(J1) = 86,5$ dB(A)
aucun dépassement de seuil L_{pc}

La fiche mesurage 4 (annexe C) permet d'obtenir les résultats suivants :

T_E = Durée effective totale de la journée de travail = 12 h

$U(J1)$ = Incertitude globale de mesure = 1,5 dB(A)

$L^*_{Aeq,T_E}(J1) = L_{Aeq,T}(J1) + U(J1) = 88$ dB(A)

$L_{EX,8h}(J1) = L^*_{Aeq,T_E}(J1) + 10 \lg \left(T_E / T_0 \right)$

ici $T_E / T_0 = 12/8$ et $10 \lg (T_E / T_0) = 1,8$ dB(A)

d'où $L_{EX,8h}(J1) = 89,8$ dB(A)

Pour ce jour, le niveau d'exposition quotidienne au bruit de cet opérateur est estimé (après arrondi) à 90 dB(A).

b) Cet opérateur travaillant 24 h par semaine, réparties sur 2 journées de 12 h, comment estimer son niveau d'exposition hebdomadaire au bruit ?

Ceci implique d'évaluer l'exposition au bruit durant les 2 journées de travail, en choisissant soit le mesurage systématique, soit l'approche par analyse du travail.

Après avoir effectué le mesurage systématique du samedi (J1) indiqué ci-dessus, il a été décidé de garder la même approche pour le dimanche. Un mesurage systématique a donc été effectué le dimanche (J2), par exposimétrie durant 11 h. Il a conduit aux résultats suivants :

Résultats des mesurages du dimanche (J2) = $L_{Aeq,T}(J2) = 88,1$ dB(A)
aucun dépassement de seuil L_{pc}

On a $U(J2) = 1,5$ dB(A), $T_E = 12$ h et on en déduit :

$L^*_{Aeq,T_E}(J2) = 89,6$ dB(A) ;

$L_{EX,8h}(J2) = (J2) + 10 \lg (T_E / T_0) = 91,4$ dB(A)

L'évaluation du niveau d'exposition hebdomadaire au bruit de cet opérateur est calculée selon la relation (15), indiquée en 6.5 :

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left(\frac{1}{S} \sum_{i=1}^S 10^{0,1(L_{EX,8h})_i} \right)$$

qui est appliquée, ici, avec $S = 2$, $L_{EX,8h}(J1) = 89,8$ dB(A) et $L_{EX,8h}(J2) = 91,4$ dB(A).

Le résultat est : $\bar{L}_{EX,8h} = 86,7$ dB(A)

Après arrondi du résultat au plus proche multiple de 0,5 dB, on conclut que le niveau d'exposition hebdomadaire au bruit de l'opérateur A est $\bar{L}_{EX,8h} = 86,5$ dB(A).

Maintenant, supposons qu'on ait choisi comme approche du mesurage pour le dimanche la méthode par analyse du travail et qu'il ait été possible, au terme de cette analyse, de considérer que le travail effectué le dimanche est analogue à celui du samedi.

Que changeraient ces suppositions dans l'évaluation ? L'analyse du travail permettrait tout d'abord d'éviter le renouvellement du mesurage systématique effectué le dimanche et d'estimer que le niveau d'exposition quotidienne du dimanche est identique à celui mesuré le samedi :

$$L_{EX,8h}(J2) = L_{EX,8h}(J1) = 89,8 \text{ dB(A)}$$

Comme cet opérateur effectue sa semaine de travail durant ces 2 jours, ces deux valeurs sont nécessaires pour appliquer la relation 6.5 et en déduire le résultat =

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left(\frac{1}{5} \sum_{i=1}^S 10^{0,1(L_{EX,8h})_i} \right) = 85,8 \text{ dB(A)}$$

Après arrondi du résultat, on conclut que le niveau d'exposition hebdomadaire au bruit de l'opérateur A est $\bar{L}_{EX,8h} = 86 \text{ dB(A)}$.

Exemple 3 : Approche par fonction

Dans un atelier, la production est assurée pour partie sur des lignes continues fonctionnant en $3 \times 8 \text{ h}$, pour partie sur un groupe de machines fonctionnant en $2 \times 8 \text{ h}$. Les opérations de maintenance sont effectuées en horaire de jour. L'analyse du travail a abouti à définir les 3 GEH suivants :

GEH 1 : il regroupe les 10 opérateurs de maintenance travaillant en une équipe de jour.

GEH 2 : il regroupe les 2×9 opérateurs de la production organisée en 2 équipes.

GEH 3 : il regroupe les 3×6 opérateurs de la production continue, en 3 équipes.

Les opérateurs de production étant polyvalents et amenés à effectuer des tâches variées, le mesurage a été prévu par fonction.

Comment prévoir et répartir l'effort de mesurage ?

— Sachant que la durée effective totale quotidienne du travail de ces opérateurs est de 7,5 h, la durée totale minimum de mesurage pour chaque GEH dépend de l'effectif total du GEH, selon les spécifications du paragraphe 5.4.2 (voir Tableau 2).

— En outre, il faut disposer de 5 échantillons au minimum par GEH et la durée élémentaire des échantillons doit dépasser 15 min.

Ces spécifications ont abouti à fixer les durées totales de mesurage par GEH mentionnées dans le tableau suivant. On doit ensuite en déduire les caractéristiques des échantillons qui seront considérés lors du mesurage. Une possibilité de répartition des échantillons conforme à ces spécifications est donnée à titre d'illustration en partie droite du tableau.

Désignation du GEH	Effectif total du GEH	Durée totale minimum de mesurage	Exemple illustrant la répartition des échantillons	
			Nombre et durée de chaque mesurage	Répartition parmi les opérateurs et les équipes de travail
GEH 1	10	15 h	5 mesurages de 3h	4 opérateurs différents
GEH 2	$2 \times 9 = 18$	23 h	9 mesurages de 3 h	Équipe du matin : 5 ; Équipe de l'après-midi : 4
GEH 3	$3 \times 6 = 18$	23 h	7 mesurages de 3 h, 1 mesurage de 7 h, la nuit (qui sera coupée <i>a posteriori</i> en 2 mesurages de 3,5 h)	Équipe du matin : 4 ; Équipe de l'après-midi : 3 Équipe de nuit : 1

Le mesurage est réalisé par exposimétrie. Pour chaque GEH, les résultats obtenus sont reportés sur une fiche semblable à la fiche mesurage 1 de l'annexe C.

Par exemple, pour le GEH 2, la fiche suivante reproduit les résultats :

FONCTION = production **GEH N°** = 2 Nombre de membres du GEH = 18

T_E = Durée totale effective de la journée de travail = 7,5 h

Type de mesurage effectué = Exposimétrie

Durée cumulée de mesure = 23 h

N = Nombre de mesurages effectués = 9

Durée de chaque mesurage = 3 h environ

Classe de précision de l'appareillage de mesure utilisé : type 2

Valeurs mesurées :

$L_{Aeq,T}$	88,2	86,2	89,8	86,6	91,2	85,7	88,6	89,5	86,9
$L_{pc} > 135$	—	—	—	—	1	—	—	—	—
$L_{pc} > 140$	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Résultats

\bar{L} Moyenne arithmétique des valeurs $L_{Aeq,T}$ mesurées = 88,1 dB(A)

S_L Écart-type des valeurs mesurées = 1,9 dB(A)

U_1 Incertitude élargie due à l'échantillonnage = 1,4 dB(A)
(voir 6.3.2 et annexe A)

U_2 Incertitude élargie due à l'appareillage de mesure (voir 6.3.3) = 1,5 dB(A)

U **Incertitude globale** (voir 6.3.4)

$$U = (U_1^2 + U_2^2)^{0,5} = 2,0 \text{ dB(A)}$$

L^*_{Aeq,T_E} Évaluation du niveau de pression acoustique continu équivalent

$$L^*_{Aeq,T_E} = \bar{L} + 0,115 \cdot S_L^2 + U = 90,5 \text{ dB(A)}$$

$L_{EX,8h}$ **Niveau d'exposition quotidienne au bruit du GEH**

$$L_{EX,8h} = L^*_{Aeq,T_E} + 10 \lg \left(T_E / T_0 \right) = 90,2 \text{ dB(A)}$$

L_{pc} **Niveau de pression acoustique de crête**

Nombre de dépassements de seuil = 135 dB(C) = 1
140 dB(C) = 0

Conclusion du mesurage : les 18 personnes membres du GEH 2 sont exposées à un niveau d'exposition quotidienne au bruit de 90 dB(A), avec 1 dépassement du niveau de pression acoustique de crête de 135 dB(C).

Exemple 4 : Approche par tâches

L'analyse du travail d'un groupe de 10 opérateurs constituant un GEH a montré qu'ils effectuent quotidiennement 3 tâches, dont les caractéristiques sont indiquées dans le Tableau suivant. La durée totale effective de leur journée de travail est de 7 h 30 min, incluant une pause dans un local non bruyant de 30 min. Les spécifications du paragraphe 5.4.3. appliquées à l'effectif de ce GEH et aux durées quotidiennes des tâches, ont permis de fixer la durée totale minimum du mesurage, indiquée ci-dessous pour chaque tâche. On en déduit une répartition du nombre et de la durée de chaque échantillon telle que celle indiquée à titre d'exemple dans le Tableau ci-dessous.

Tâche	Durée quotidienne	Observations	Durée minimum totale de mesurage	Exemple de répartition des échantillons
1	5 h	Tâche ayant un cycle de 8 min	30 min	5 mesurages de 8 min (la durée d'un cycle)
2	1 h	Tâche non cyclique	6 min	6 mesurages de 1 min
3	1 h	Tâche non cyclique	6 min	6 mesurages de 1 min

Les mesurages ont été effectués avec un sonomètre intégrateur (appareil de classe 1 : incertitude élargie due à l'appareillage $U_2 = 0,5 \text{ dB(A)}$). Durant tous les mesurages, le microphone de mesure était maintenu à moins de 40 cm d'une oreille du travailleur contrôlé (selon la spécification du paragraphe 5.3).

Les mesurages fournissent les valeurs suivantes :

Tâche i	Résultats des mesurages, $L_{Aeq,Ti}$ dB(A)						Nombre de dépassements, $(L_{pc})_i$	
							> 135	> 140
1	86,6	88,6	86,4	87,3	86,9	—	1	0
2	81,2	85,2	82,3	86,1	82,5	82,7	0	0
3	88,1	88,4	88,2	92,6	93,8	89,5	3	0

Pour chaque tâche, les valeurs mesurées ont été reportées sur une fiche mesurage 2 (annexe C), ce qui a fourni les résultats suivants :

Tâche i	Résultats concernant chaque tâche i						Dépassements $(L_{pc})_i$	
	\bar{L}_i	$(S_L)_i$	$(U_1)_i$	$(U_2)_i$	U_i	$L^*_{Aeq,Ti}$	> 135	> 140
1	87,2	0,9	0,9	0,5	1,1	88,3	1	0
2	83,3	1,9	2,1	0,5	2,2	85,9	0	0
3	90,1	2,5	3,2	0,5	3,3	94,1	3	0

La lecture de ces résultats montre que pour la tâche 3, l'incertitude élargie due à l'échantillonnage $U_1 = 3,2$ dB(A). Or, les spécifications concernant la validation du mesurage (voir 6.2) indiquent qu'en cas d'approche par tâche, il faut arriver à une incertitude élargie due à l'échantillonnage inférieure à 3 dB(A) ; sinon il faut poursuivre le mesurage ou revoir la définition de la tâche.

Il a donc été décidé de poursuivre le mesurage et de revoir la définition de la tâche 3, car les premiers résultats font apparaître une singularité : deux mesures sont voisines de 93 dB(A) alors que les 4 autres sont inférieures à 90 dB(A). A posteriori, cette singularité a pu être expliquée par les circonstances du travail réel des opérateurs et il a été décidé de distinguer deux tâches, repérées 31 et 32. Compte tenu de cette nouvelle définition des tâches, l'analyse du travail a montré que leur durée quotidienne était semblable, soit 30 min chacune. Il restait à adapter en conséquence le plan de mesurage : il a été jugé nécessaire de disposer de 5 échantillons pour chacune des tâches 31 et 32. Le plan de mesurage initial ayant fourni 4 résultats pour la tâche 31 et 2 pour la tâche 32, des mesurages complémentaires ont été prévus en conséquence.

Au terme d'une seconde campagne de mesurage, réalisée afin de compléter les données déjà acquises, on dispose de l'ensemble des valeurs mesurées suivantes :

Tâche i	Résultats des mesurages, $L_{Aeq,Ti}$ dB(A)										Nombre de dépassements des seuils $(L_{pc})_i$	
											> 135	> 140
1	86,6	88,6	86,4	87,3	86,9	86,6	88,0	88,1	87,7	86,7	2	0
2	81,2	85,2	82,3	86,1	82,5	82,7	81,8	83,9	83,5	82,2	0	0
31	88,1	88,4	88,2	89,5	88,9						2	0
32	92,6	93,8	93,5	92,4	93,5						1	1

Leur analyse conduit aux résultats suivants :

Tâche i	Résultats concernant chaque tâche i						Dépassements des seuils $(L_{pc})_i$	
	\bar{L}_i	$(S_L)_i$	$(U_1)_i$	$(U_2)_i$	U_i	$L^*_{Aeq,Ti}$	> 135	> 140
1	87,3	0,8	0,5	0,5	0,7	88,1	2	0
2	83,2	1,5	1,0	0,5	1,1	84,5	0	0
31	88,6	0,6	0,6	0,5	0,8	89,5	2	0
32	93,2	0,6	0,7	0,5	0,8	94,0	1	1

L'incertitude élargie due à l'échantillonnage, U_1 , a été réduite à l'issue de ce second plan de mesurage. En accroissant le nombre des échantillons des tâches 1 et 2 et en augmentant l'homogénéité de la tâche 3 par segmentation en deux tâches, on accroît l'exactitude d'estimation de l'exposition du GEH.

En reportant ces résultats sur une fiche mesurage 3 (annexe C), on recompose l'exposition quotidienne au bruit de ce GEH ainsi :

Tâches			Niveaux de pression acoustique			
N°	Désignation	Durée T_i	L^*_{Aeq,T_i}	U_i	$(L_{pc})_i$	
					> 135	> 140
1	tâche x	5 h	88,1	0,7	2	0
2	tâche y	1 h	84,5	1,1	0	0
31	tâche z, partie 1	30 min	89,5	0,8	2	0
32	tâche z, partie 2	30 min	94,0	0,8	1	1
—	pause	30 min	< 70			
Ensemble des tâches du GEH =			$T_E = \sum T_i$	L^*_{Aeq,T_E}	/	/
			7 h 30	88,4	/	5 1

$T_E = 7 \text{ h } 30$ Durée totale effective de la journée de travail de ce GEH

L^*_{Aeq,T_E} Somme pondérée des niveaux par les durées relatives des tâches

$$L^*_{Aeq,T_E} = 10 \lg \sum_{i=1}^{i=4} \left(T_i / T_E \right) \cdot 10^{0,1 L^*_{Aeq,T_i}} = 88,4 \text{ dB(A)}$$

$L_{EX,8h}$ Niveau d'exposition quotidienne au bruit du GEH

$$L_{EX,8h} = L^*_{Aeq,T_E} + 10 \lg \left(T_E / T_0 \right) = 88,4 + (-0,3) = 88,1 \text{ dB(A)}$$

Conclusion du mesurage : les 10 personnes membres de ce GEH sont exposées à un niveau d'exposition quotidienne au bruit de 88,0 dB(A) (après arrondi) et à des dépassements de niveaux de pression acoustique de crête de 135 et 140 dB(C).

Bibliographie

- [1] GAMBÀ R., ABISOU G. La protection des travailleurs contre le bruit : les points clés. Lyon, ANACT (Ed.), 116 p, 1992.
- [2] GRZEBYK M., THIERY L. Sur la précision des mesurages d'exposition au bruit en milieu professionnel. Paris, INRS (Ed.), Notes Scientifiques et Techniques, 180, pp. 59-68, 1999.
- [3] GRZEBYK M., THIERY L. Confidence intervals for mean of sound exposure levels (Accepté pour publication, American Industrial Hygiene Association Journal, 2002).
- [4] HEWETT P., GANSER G.H. Simple procedures for calculating confidence intervals around the sample mean and exceedance fraction derived from lognormally distributed data. Applied Occupational Environmental Hygiene, 12(2), 132-142, 1997.
- [5] THIERY L., LOUIT P., LOVAT G., LUCARELLI D, RAYMOND F., SERVANT J.P., SIGNORELLI C. Exposition des travailleurs au bruit : méthode de mesurage. Paris, INRS (Ed.), brochure ED 772, 54 p, 1994.