

# SAPAN

## Select the Appropriate Protection Against Noise Méthodologie

Le choix d'un protecteur individuel contre le bruit est une étape importante, il déterminera le niveau de protection du porteur.

Cette sélection devra être réalisée avec le plus grand soin pour s'assurer que l'utilisateur ne se retrouvera pas en situation de risque du fait d'un affaiblissement inadapté.

Il faut tenir compte de l'environnement de l'utilisateur et de ses spécificités pour déterminer le ou les protecteurs les mieux adaptés.

La méthode SAPAN permet de décrire l'exposition au bruit de l'utilisateur, ses impératifs de perception sonore, un éventuel déficit auditif, les autres équipements de protection individuelle portés susceptibles de nuire à l'efficacité du protecteur auditif...

En se conformant aux différentes directives, lois, recommandations des normes ou des organismes référents (INRS, IFA, EPA...) dans le pays sélectionné, un choix de PICB\* adaptés sera extrait et proposé au travers du logiciel du même nom que cette méthode.

*\*Protecteurs Individuels Contre le Bruit*

**Gwenolé NEXER**

g.nexer@hearingprotech.com

Septembre 2012

Dernières modifications Mars 2014

a mis en forme : Police :1 pt

**Se protéger contre le bruit**

E-125.3



# Table des matières

<b>1 LE PRINCIPE</b>	<b>4</b>
<b>2 LES NIVEAUX D'EXPOSITION AU BRUIT</b>	<b>5</b>
2.1 Niveau d'exposition au bruit	5
2.2 Calculer le niveau résiduel à l'oreille avec port du PICB	5
2.2.1 Méthodes de calcul utilisées dans la Communauté Européenne	5
2.2.2 Méthodes de calcul utilisées aux USA	8
2.2.3 Méthodes de calcul utilisées en Australie	9
2.2.4 Un accès à la base de données métier/bruit de la SUVA	10
2.3 Bruits impulsionnels	10
2.3.1 Méthodes de calcul utilisées dans la Communauté Européenne pour les bruits impulsionnels	10
2.3.2 Méthodes de calcul pour les USA concernant les bruits impulsionnels	11
2.3.3 Méthodes de calcul pour l'Australie concernant les bruits impulsionnels	11
<b>3 LES PICB ETUDIÉS</b>	<b>11</b>
3.1 Le bouchon à façonner	12
3.2 Le bouchon préformé	12
3.3 Le bouchon sur mesure	13
3.4 Le bouchon avec arceau	13
3.5 Le serre-tête	13
<b>4 S'ADAPTER AUX CONTRAINTES ET PARTICULARITES DE L'UTILISATEUR</b>	<b>13</b>
4.1 La perception : nécessité d'entendre les signaux d'avertissement, de communiquer dans le bruit... 13	
4.1.1 Intelligibilité	14
4.1.2 Communication téléphonique	19
4.1.3 Perception sans distorsion	20
4.1.4 Perception de signaux d'avertissement	21
4.1.5 Cumul de critères de perception	22
4.1.6 Souhait d'isolement	22
4.2 Particularités de l'utilisateur	23
4.2.1 Niveau de protection actuel	23
4.2.2 Sensibilité au bruit	23
4.2.3 Les troubles médicaux	23
4.2.4 Les aspects physiques et l'environnement	24
<b>5 LA PERFORMANCE DU PROTECTEUR PEUT ETRE INFÉRIEURE A CELLE MESURÉE LORS DES ESSAIS NORMALISÉS ET PUBLIÉE PAR LE FABRICANT.</b>	<b>26</b>
<b>6 LA FORMATION / SENSIBILISATION</b>	<b>27</b>

<b>7 LA METHODE DE SELECTION</b>	<b>27</b>
7.1 Filtrer les PICB	27
7.2 Choix de la méthode de calcul	27
7.3 Calcul du niveau effectif à l'oreille	27
7.4 Décotes selon recommandations	27
7.5 Gestion des bruits impulsionnels	28
7.6 Affaiblissement à réponse uniforme sur l'ensemble des fréquences	28
7.7 Définition du niveau de pression « idéal »	28
7.8 Classement final	29
<b>8 CONCLUSION</b>	<b>31</b>
<b>ANNEXE 1</b>	<b>32</b>
<b>ANNEXE 2</b>	<b>34</b>
<b>ANNEXE 3</b>	<b>37</b>

# 1 Le principe

A partir de données concernant l'utilisateur à protéger (niveaux d'exposition, particularités, environnement...), un niveau d'affaiblissement sera déterminé en respectant les recommandations normatives, ainsi que celles des organismes référents pour la protection des salariés exposés au bruit. Un choix de PICB (Protecteurs Individuels Contre le Bruit) sera ensuite proposé.

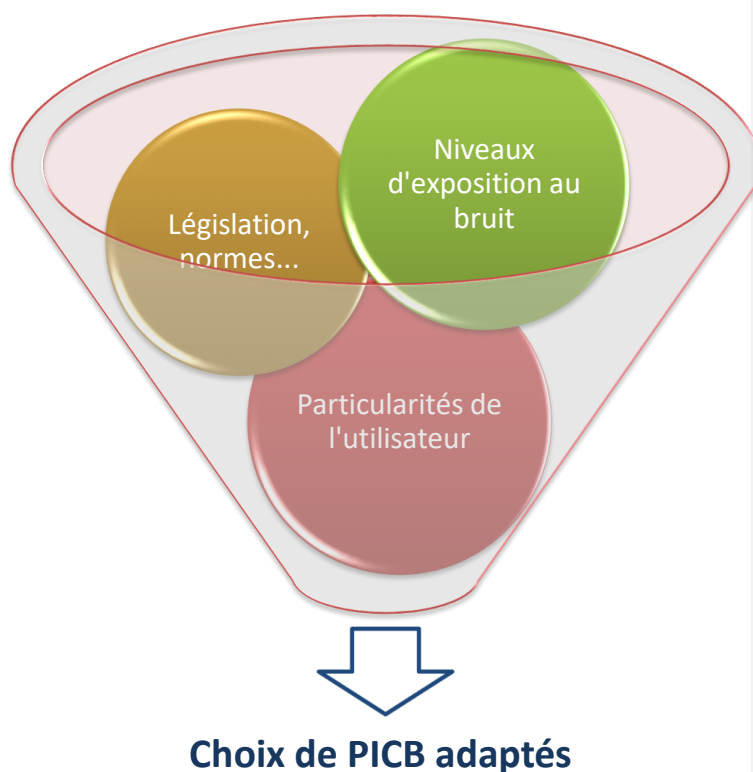


Figure 1 : principe de fonctionnement de la méthode SAPAN

Lors de cette sélection seront pris en compte des paramètres tels que :

- le niveau sonore de l'exposition
- le spectre fréquentiel des niveaux sonores
- le caractère impulsionnel du bruit
- la nécessité de communiquer
- la nécessité d'entendre les signaux d'avertissement
- les particularités de l'utilisateur (autres équipements, problèmes médicaux...)
- la performance du protecteur qui peut être inférieure à celle mesurée lors des essais normalisés et publiée par le fabricant.

## 2 Les niveaux d'exposition au bruit

Pour évaluer au mieux les risques encourus par l'utilisateur, les zones bruyantes devront être identifiées et l'exposition individuelle au bruit évaluée.

Différentes méthodes seront ensuite utilisées pour prédire le niveau de pression acoustique pondéré « A » effectif à l'oreille en cas de port du protecteur individuel contre le bruit. La méthode employée dépendra du pays dans lequel l'équipement devra être réalisé, mais également des données de relevés de bruit disponibles.

### 2.1 Niveau d'exposition au bruit

Il est important de connaître le niveau d'exposition au bruit de la personne à équiper. Dans l'idéal, une mesure aura été réalisée à l'aide d'un dosimètre permettant de déterminer avec précision le niveau de risque. A défaut, le niveau d'exposition quotidien ( $L_{EX,8h}$ ) sera calculé selon la formule suivante :

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq, T_E} + 10 \log(T_E/T_O)$$

où :

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

$T_O$  est la durée de référence, fixée à 8 heures

$L_{Aeq, T_E}$  est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A

La norme Européenne EN458 indique quatre méthodes de calcul pour estimer le niveau résiduel à l'oreille (elles sont décrites dans le chapitre suivant). En fonction des informations fournies, il est précisé d'utiliser telle ou telle méthode. En ce qui concerne les autres pays, aucune méthode particulière n'est indiquée, aussi l'accès à la définition des données bruit sera différents selon les pays dans lesquels la méthode SAPAN sera utilisée :

- Communauté Européenne :

1. dB(A)
2. dB(C)
3. dB(A) et dB(C)
4. Relevé par fréquences

- Autres pays

1. dB(A)
2. dB(C)

### 2.2 Calculer le niveau résiduel à l'oreille avec port du PICB

#### 2.2.1 Méthodes de calcul utilisées dans la Communauté Européenne

### 2.2.1.1 Quatre méthodes de calcul

Quatre méthodes permettent de prédire le niveau de pression acoustique pondéré « A » effectif à l'oreille en cas de port du protecteur individuel contre le bruit, elles sont détaillées dans la norme EN 4869-2. Ces méthodes devront être utilisées prioritairement dans l'ordre suivant, en fonction des données de relevés disponibles :

1. La méthode par bande d'octave qui consiste à calculer directement l'affaiblissement en comparant les niveaux sonores par bande d'octave relevés sur le poste de travail avec les données d'affaiblissement par bande d'octave relatives aux protecteurs étudiés.
2. La méthode HML exige les niveaux de pression acoustique pondérés « C » et « A » du bruit ainsi que les valeurs H, M et L d'affaiblissement des protecteurs étudiés.
3. Le contrôle HML, version simplifiée de la méthode HML, cette méthode ne nécessite qu'une mesure en dB(A), elle devra être complétée par une information sur la nature du bruit (fréquences moyennes à élevées ou fréquences basses).
4. La méthode SNR ne requiert qu'une seule valeur d'affaiblissement, le SNR. Celui-ci est soustrait au niveau de pression acoustique pondéré « C » qui a été mesuré.

Méthode recommandée	Informations nécessaires	Priorité
Méthode par bande d'octave	Niveaux de pression acoustique par bande d'octave	1
Méthode HML	Niveaux de pression acoustique en dB(A) et dB(C)	2
Contrôle HML	Niveaux de pression acoustique en dB(A) et notion type de bruit	3
Méthode SNR	Niveaux de pression acoustique en dB(C)	4

Tableau 1 : informations nécessaires pour chacune des méthodes de calcul de l'affaiblissement acoustique du PICB

La méthode de calcul sera sélectionnée selon les informations disponibles en suivant l'ordre de priorité selon les recommandations de la norme (EN 458, 2005).

Chacune des méthodes utilisées aura pour objectif de déterminer  $L'_A$  qui correspond au niveau de pression pondéré A sous le protecteur individuel contre le bruit.

$L_A$  correspond au niveau de pression acoustique pondéré A.

$L_C$  correspond au niveau de pression acoustique pondéré C.

Précisons qu'il ne s'agit que d'une évaluation basée sur les valeurs d'affaiblissement du PICB mesurées en laboratoire et que seule une mesure effective réalisée sur l'individu équipé de ses protecteurs individuels contre le bruit permettra de s'assurer que ces derniers sont réellement adaptés et efficaces.

#### 2.2.1.1.1 Méthode par bande d'octave

$$L'_A = 10 \cdot \log \sum_{f=125}^{8000} 10^{0,1(L_f + A_f - APV_f)}$$

où :

$f$  : représente la fréquence médiane de la bande d'octave en Hz

$L_f$  : est le niveau de pression acoustique par bande d'octave  $L_{oct}$  du bruit en dB dans la bande d'octave  $f$

$A_f$  : est la pondération A en dB pour la fréquence médiane de la bande d'octave

$APV_f$  : est la valeur d'affaiblissement estimée du protecteur individuel contre le bruit en dB

Le calcul sur la fréquence de 63Hz est facultatif.

#### 2.2.1.1.2 Méthode HML

Elle est fondée sur les trois valeurs d'affaiblissement que sont H, M et L (déterminées à partir des valeurs d'affaiblissement par bande d'octave). Ces valeurs, associées à des niveaux de pressions acoustiques pondérés A et C, sont utilisées pour calculer la Réduction du Niveau Acoustique Prédit (PNR).

$$\text{Si } (L_C - L_A) \leq 2\text{dB} \text{ alors } PNR = M - \frac{H-M}{4} (L_C - L_A - 2)$$

$$\text{Sinon } PNR = M - \frac{M-L}{8} (L_C - L_A - 2)$$

La valeur obtenue est ensuite arrondie à l'entier le plus proche.

Nous obtenons le niveau de pression acoustique pondéré A effectif à l'oreille à l'aide de l'équation suivante :  $L'_A = L_A - PNR$

#### 2.2.1.1.3 Méthode Contrôle HML

Il s'agit ici d'une version simplifiée de la méthode HML qui ne nécessite pas de connaître le niveau de pression acoustique pondéré C. Elle nécessite néanmoins de déterminer si le bruit est caractérisé comme moyen ou aigu ( $L_C - L_A < 5$ ) ou s'il est à dominante basse ( $L_C - L_A \geq 5$ )

##### Exemple de bruits de fréquence moyenne à élevée ( $L_C - L_A < 5$ )

Oxycoupage à la flamme	Ébarbage d'articles en fonte
Moteurs diesel	Machines à bois
Machines à enduire avec du sucre	Pompes hydrauliques
Presses rotatives à bobines haute vitesse	Machines à roder à la pierre
Machines à mouler à secousses	Machines à broyer
Outils à choc	Marteaux pilons
Buses d'air comprimé	Métiers à filer
Cloueurs mécaniques	Machines coton
Machines à plier / broder	Tronçonneuses à disque
Embouteilleuses	Métiers mécaniques
Centrifugeuses	

##### Exemple de bruits de fréquence dominante basse ( $L_C - L_A \geq 5$ )

Excavateurs	Engins de chantier
Groupes compresseurs	Hauts-fourneaux
Groupes convertisseurs	Machines à nettoyage par jet
Convertisseurs	Broyeurs à cylindres
Fours à fusion électriques	Machines à couler sous pression

Cubitols	Fours à recuire
Fours à combustion	

Nous avons constaté à plusieurs reprises une incohérence avec cette méthode de calcul, nous allons expliquer pourquoi et comment nous l'adapterons pour éviter cette incohérence.

Ce que dit la norme :

*s'il s'agit d'un bruit à dominante « moyenne » à « élevée » ( $L_C - L_A < 5$ ) :*

*la valeur « M » est soustraite du niveau de pression acoustique pondéré A :*

$$(L'_A = L_A - M)$$

*Si  $L'_A > L_{act}$  :*

*soustraire la valeur « H » du niveau de pression acoustique pondéré A : ( $L'_A = L_A - H$ )*

Nous avons constaté à plusieurs reprises l'incohérence suivante :

Prenons deux protecteurs :

Modèle A : SNR = 33 et HML respectivement de 34 / 30 / 27

Modèle B : SNR = 28 et HML respectivement de 33 / 25 / 19

Selon la formule ci-dessus nous aurions pour  $L_A = 108dB$

Modèle A : ( $L'_A = L_A - M$ ) soit  $108 - 30 = 78$

Modèle B : ( $L'_A = L_A - M$ ) soit  $108 - 25 = 83$

Dans le cas du modèle B nous avons  $L_A > L_{act}$  la norme demande alors de calculer ( $L'_A = L_A - H$ ) soit  $108 - 33 = 75$

Résultat : le protecteur le plus atténuateur offre un niveau résiduel à l'oreille de 78dB(A) alors que le moins atténuateur apporte une protection supérieure avec un niveau résiduel de 75dB(A).

Pour éviter ce type d'incohérence, nous définissons la formule suivante :

$$L'_A = L_A - (((2 \times M) + H) \div 3)$$

Ce qui pour l'exemple ci-dessus donne les résultats suivants :

Modèle A =  $L'_A = 108 - (((2 \times 30) + 34) \div 3) = 76,7$  dB

Modèle B =  $L'_A = 108 - (((2 \times 25) + 33) \div 3) = 80,3$  dB

La condition "*Si  $L'_A > L_{act}$* " disparaît.

*S'il s'agit d'un bruit à dominante « basse » ( $L_C - L_A \geq 5$ ) :*

*La valeur « L » est soustraite du niveau de pression acoustique pondéré A : ( $L'_A = L_A - L$ )*

#### 2.2.1.1.4 Méthode SNR

Le calcul est le suivant : ( $L'_A = L_C - SNR$ )

Le SNR est l'indice global d'affaiblissement du protecteur individuel contre le bruit.

## 2.2.2 Méthodes de calcul utilisées aux USA



L'objectif de la méthode SAPAN est de prédire avec le maximum de sécurité le niveau de pression acoustique pondéré « A » effectif à l'oreille en cas de port d'un protecteur individuel contre le bruit. Il est donc important de sélectionner les valeurs d'affaiblissement du protecteur qui ont été mesurées selon la méthode qui prend le plus en compte la sécurité du porteur.

Base de la législation sur les protecteurs auditifs aux Etats-Unis : le Noise Control Act de 1972 décrète que c'est l'Environmental Protection Agency (EPA) qui régule la labélisation des PICB. A ce titre, l'EPA a promulgué la loi 40 CFR Part 211, Subpart B en Septembre 1979. Depuis cette date (et ce jusqu'à aujourd'hui), ce texte impose au fabricant de faire figurer clairement (avant l'achat) le « NRR » (Noise Reduction Rating) du protecteur. Aucune valeur minimale d'affaiblissement n'est imposée (contrairement à la législation européenne (EN352-1 et EN 352-2)).

Dans la loi 40 CFR Part 211 (Subpart B), la procédure retenue pour la mesure du NRR est la norme ANSI S 3.19-1974 (EPA, 1974). La méthode de mesure est une méthode REAT sur 10 sujets, avec mise en place des protecteurs par l'expérimentateur.

Depuis des années, les scientifiques ont montré que les performances mesurées en laboratoire sont loin de refléter la réalité du terrain en terme d'affaiblissement (Casali, Berger, Franks...).

L'EPA a bien pris conscience de cet état de fait. En 1997, une nouvelle norme est publiée par l'ANSI : c'est l'ANSI S12.6 – 1997.

Cette norme donne deux méthodes de mesure : la méthode A (Experimenter-Fit) et la méthode B (Subject-Fit), sensées mieux représenter la réalité. Or l'EPA n'a pas souhaité modifier le texte de la 40 CFR Part 211 en faveur de cette nouvelle norme, au profit de l'ancienne (ANSI S3.19-1974).

En 2008, une révision de l'ANSI S12.6 a débouché sur une méthode A modifiée, sous contrôle de l'expérimentateur, et qui fait dorénavant appel à 20 sujets (et non plus 10). La méthode SAPAN utilisera les valeurs d'affaiblissement mesurées selon ANSI S12.6-2008 Method A, la valeur d'affaiblissement basse (Low Value) sera seule prise en compte.

Le calcul est le suivant : ( $L'_A = L_C - NRS_A^{LV}$ ) si nous disposons de  $L_C$ .  
Si nous ne disposons que de  $L_A$  le calcul sera : ( $L'_A = L_A - NRS_A^{LV}$ )

$L_C$  correspond au niveau de pression acoustique pondéré C.

$L_A$  correspond au niveau de pression acoustique pondéré A.

$NRS_A^{LV}$  correspond à l'affaiblissement moyen du protecteur selon la méthode ANSI S12.6-2008 Method A, la valeur d'affaiblissement prise en compte étant la valeur basse (LV : Low Value).

### 2.2.3 Méthodes de calcul utilisées en Australie

La méthode est très proche de la méthode utilisée dans la Communauté Européenne. Lors de la certification, deux mesures d'affaiblissement sont réalisées sur une vingtaine de sujets au lieu de 16, sur les fréquences 125, 250, 500, 1K, 2K, 4K et 8KHz, la fréquence de 63Hz optionnelle en Europe n'est ici pas mesurée. L'écart-type est extrait de la moyenne pour obtenir le  $SLC_{80}$ . Aucune moyenne de type HML n'existe.

Le calcul est le suivant : ( $L'_A = L_C - SLC_{80}$ ) si nous disposons de  $L_C$ .

Si nous ne disposons que de  $L_A$  le calcul sera : ( $L'_A = L_A - SLC_{80}$ )

$L_C$  correspond au niveau de pression acoustique pondéré C.

$L_A$  correspond au niveau de pression acoustique pondéré A.

$SLC_{80}$  correspond à l'affaiblissement moyen du protecteur selon la méthode AS/NZS 1269:2005.

## 2.2.4 Un accès à la base de données métier/bruit de la SUVA

Dans le cas où on ne disposerait pas d'évaluation ou de mesure précise des niveaux de bruit, le système SAPAN propose un accès à la base de données « Liste des tableaux des niveaux sonores » de la SUVA ; cette base recense les niveaux de bruit par secteur et par métier, plus de 1500 métiers y sont décrits... La SUVA est le plus important organisme Suisse d'assurance accidents.

## 2.3 Bruits impulsionnels

Les bruits impulsionnels consistent en une ou plusieurs impulsions d'énergie acoustique ayant chacune une durée inférieure à une seconde et séparées par des intervalles de durée supérieure à 0,2 seconde. Un bruit impulsionnel ayant un caractère soudain et imprévisible est plus nocif qu'un bruit stable et continu.

### 2.3.1 Méthodes de calcul utilisées dans la Communauté Européenne pour les bruits impulsionnels

Ces bruits impulsionnels sont classés en trois types en fonction de la distribution fréquentielle du bruit, ils correspondent respectivement à des plages de fréquences basses, moyennes et hautes et enfin uniquement hautes.

Quelques exemples de bruits impulsionnels classés par type :

1. Fréquences basses : poinçonneuse, machine à mouler à secousse, explosif...
2. Fréquences moyennes et hautes : pistolet à clouer, marteau, fusil, tir...
3. Fréquences hautes : pistolet

Le calcul sera réalisé de la manière suivante :

$L_{pc}$  : niveau de bruit impulsionnel relevé en dB(C)

$d_m$  : valeur d'affaiblissement modifiée en fonction du type de bruit

$L'_{pc}$  : niveau de bruit impulsionnel effectif au niveau de l'oreille

En fonction du type de bruit,  $d_m$  aura la valeur suivante :

1. Fréquences basses :  $d_m = L - 5$
2. Fréquences moyennes et hautes :  $d_m = M - 5$
3. Fréquences hautes :  $d_m = H$

Les valeurs  $H$ ,  $M$  et  $L$  sont obtenues à partir des données d'affaiblissement communiquées par le fabricant. Elles correspondent respectivement à une moyenne sur les hautes fréquences (High), moyennes fréquences (Middle) et basses fréquences (Low).

Nous aurons ainsi :  $L'_{pc} = L_{pc} - d_m$

$L'_{pc}$  est ensuite comparé au niveau d'action national  $L_{act,pc}$  le protecteur est considéré comme approprié si  $L'_{pc} < L_{act,pc}$

$L_{act,pc}$  est, au moment de la rédaction de cette méthode, égal à 135dB pour la Communauté Européenne (DIRECTIVE "BRUIT" 2003/10/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN, 2003)

### 2.3.2 Méthodes de calcul pour les USA concernant les bruits impulsionnels

$L_{pc}$  : niveau de bruit impulsionnel relevé en dB(C)

$L'_{pc}$  : niveau de bruit impulsionnel effectif au niveau de l'oreille

Le calcul est le suivant :  $L'_{pc} = L_{pc} - NRS_A^{LV}$

### 2.3.3 Méthodes de calcul pour l'Australie concernant les bruits impulsionnels

$L_{pc}$  : niveau de bruit impulsionnel relevé en dB(C)

$L'_{pc}$  : niveau de bruit impulsionnel effectif au niveau de l'oreille

Le calcul est le suivant :  $L'_{pc} = L_{pc} - SLC_{80}$

## 3 Les PICB étudiés

Seule la catégorie des protecteurs individuels contre le bruit de type « passif » est analysée pour cette première version de la méthode SAPAN.

Il est important que le protecteur individuel contre le bruit choisi ait obtenu une certification « CE » pour la Communauté Européenne, « EPA » pour les Etats-Unis ou AS/NZ pour l'Australie et la Nouvelle-Zélande. Peu de fabricants permettent de vérifier ce point. Pour ne pas limiter le vaste choix de PICB proposé par le logiciel SAPAN, cette première version ne prendra pas en compte ce paramètre. Les fabricants sont invités à nous communiquer ces informations pour une prochaine version, quant aux utilisateurs de la méthode SAPAN, il leur est conseillé de se rapprocher du ou des fournisseurs retenus pour obtenir ces documents avant leur choix définitif.

Il convient également de s'assurer que le fabricant qui propose les PICB est le même que celui qui a obtenu la certification.

#### Valeurs d'affaiblissement

Les valeurs d'affaiblissement associées à chaque PICB constituant la base de données du logiciel SAPAN ont été renseignées selon les valeurs diffusées par les fabricants.

Malgré le plus grand soin apporté à cette collecte, TheHearingProtection décline toute responsabilité quant à une erreur éventuelle. Ces données sont communiquées à titre purement informatif et indicatif. Nous invitons les utilisateurs à revérifier les données avant leur choix définitif, nous invitons également les fabricants à nous signaler toute anomalie ou tout changement pour nous permettre d'offrir des données fiables et actualisées.

### **Double protection**

Des niveaux d'exposition à des bruits extrêmes peuvent nécessiter le recours à un niveau de protection plus élevé que les PICB proposés. La combinaison serre-tête/bouchons d'oreilles peut, dans certain cas, permettre d'augmenter le niveau d'affaiblissement. Il est à noter que l'association n'est pas égale à la somme des deux protecteurs. Une calculatrice « *Estimation du niveau d'affaiblissement d'une double protection* » disponible gratuitement sur notre site [TheHearingProtection.com](http://TheHearingProtection.com) permet de réaliser des simulations de combinaisons. La notion de double protection n'est pas gérée dans cette méthode.

### **Confort**

Le confort est un paramètre important dans le choix d'un protecteur individuel contre le bruit. La pression des oreillettes pour les serre-têtes à coquilles et la facilité de mise en place et de retrait pour les bouchons d'oreilles sont des éléments qui influent sur le confort de l'utilisateur. Plus le PICB sera confortable, mieux il sera accepté et porté, l'objectif étant un port sur toute la durée de l'exposition. N'oublions pas qu'une période de non-port de deux minutes sur une journée réduit l'efficacité du PICB de 25%.

Cette notion de confort n'est pas prise en compte dans la méthode SAPAN. Très difficile à estimer, elle est propre à chaque individu. Il conviendra donc, lorsque cela sera possible, de laisser à l'utilisateur la possibilité de participer au choix de son futur protecteur.

## **3.1 Le bouchon à façonner**

Réalisé en mousse expansive, sa particularité est de devoir être comprimé avant introduction dans le conduit auditif ; une fois introduit, il s'expande pour « fermer » le conduit auditif. Peu onéreux à l'achat, il devra être renouvelé après chaque utilisation.

## **3.2 Le bouchon préformé**

Préformé, il peut être introduit directement dans le conduit auditif sans nécessité de mise en forme. Leurs formes sont très variables, les matières qui le composent également (silicone, caoutchouc, PVC...). Ils existent en deux ou trois tailles.

### 3.3 Le bouchon sur mesure

Réalisé à partir d'une empreinte de l'oreille du futur porteur, il offre un bon confort et une durée de vie (cinq années en moyenne) en rapport avec son investissement initial. Il existe en matériau souple (silicone) ou dur (résine acrylate).

### 3.4 Le bouchon avec arceau

Ce sont des bouchons préformés ou à façonner par l'utilisateur, relié par un arceau qui maintient le bouchon à l'intérieur ou à l'extérieur du conduit auditif.

### 3.5 Le serre-tête

Il est composé de deux coquilles avec des coussinets, reliées par un arceau. Les coquilles sont généralement remplies d'un matériau permettant l'absorption acoustique. L'arceau a pour objectif de maintenir plaquées les coquilles sur l'oreille du porteur, les coussinets (en PVC ou polyuréthane) offrant une pression confortable. Un réglage permet une adaptation à la morphologie de l'individu, une taille normale et une taille plus petite sont généralement proposées. Certains coussinets sont interchangeables, ils devront être changés tous les 24 mois pour continuer à assurer une bonne étanchéité.

## 4 S'adapter aux contraintes et particularités de l'utilisateur

Une variable «  $V$  » viendra pondérer le niveau d'affaiblissement requis pour répondre aux différentes contraintes et particularités relatives à l'utilisateur et à son environnement. Cette variable ne devra en aucun cas placer l'utilisateur dans une situation critique (surexposition ou sous-exposition). Les choix proposés par défaut sont soulignés.

### 4.1 La perception : nécessité d'entendre les signaux d'avertissement, de communiquer dans le bruit...

Dans le milieu industriel, de nombreux signaux sonores sont présents. Ils se distinguent selon leur rôle. Avertisseur de danger imminent, signal indicatif ou information orale, ils doivent, dans la plupart des cas, être impérativement perçus par les salariés travaillant à proximité.

Si le niveau de bruit est trop important, notre oreille sature, elle ne parvient plus à traiter correctement les informations reçues. Le port de protecteurs individuels contre le bruit adaptés favorise, dans la majorité des cas, une meilleure compréhension en évitant la saturation de l'oreille (Casali J. G., Robinson G. S., 2000).

### 4.1.1 Intelligibilité

En acoustique, on entend par intelligibilité de la parole la capacité pour un auditeur de comprendre un monologue (ou une conversation) situé à proximité. Le niveau d'intelligibilité est lié à une multitude de paramètres, en voici quelques-uns :

- a. Le bruit ambiant (intensité, spectre, variation...)
- b. Le signal émis par le locuteur (clarté, gamme spectrale, perception de sa propre voix, port d'un protecteur contre le bruit...)
- c. L'auditeur (seuils d'audition, effet de masquage, capacité à reconstruire le message, maîtrise de la langue, capacité de lecture labiale, port d'un protecteur contre le bruit...)
- d. La configuration de l'environnement (distance entre les interlocuteurs, angle de réception du message, localisation du bruit, acoustique de l'environnement...)

Dans le cas où il aura été spécifié que l'intelligibilité est importante pour le futur porteur de la protection auditive, la méthode devra permettre de sélectionner au mieux le ou les protecteurs adaptés pour favoriser cette intelligibilité.

Dans le cas où le besoin de communiquer dans le bruit est important, le classement des protecteurs se fera non plus sur leurs capacités à s'approcher au plus près du niveau résiduel idéal pour le porteur, mais, toujours en s'assurant que le futur utilisateur est correctement protégé, en triant les résultats sur le critère de l'intelligibilité.

Nous l'avons vu, les paramètres influant sur l'intelligibilité sont nombreux, nous n'en retiendrons que cinq qui semblent les plus importants pour déterminer le niveau d'intelligibilité dans le bruit et qui ont été étudiés ou décrit par HearingProTech (NIEL & NEXER, 2013) à savoir :

- 1 – le niveau de bruit ambiant (l'environnement) en dB(A)
- 2 – la distance entre le locuteur et l'auditeur
- 3 – l'effort vocal du locuteur (effet Lombard)
- 4 – la pente d'affaiblissement du protecteur contre le bruit
- 5 – l'effet du protecteur contre le bruit

#### 4.1.1.1 Le niveau de bruit décrit en décibels pondérés « A »

Cette valeur est indispensable pour obtenir un résultat.

#### 4.1.1.2 La distance entre le locuteur et l'auditeur

La valeur par défaut inscrite dans le système SAPAN est **1** mètre (valeur modifiable)

Niveau de parole à L mètre = NP1L – 20 log (L)

où NP1L correspond au niveau de parole pondéré A à une distance de 1 m de la bouche du locuteur.

Le tableau 2 nous indique les distances moyennes en fonction du type d'interactions entre les interlocuteurs.

Zones d'interactions	Distances
Zone intime	< 0,50 mètre
Zone personnelle	0,50 à 1,20 mètre
Zone sociale	1,20 à 3,00 mètres
Zone publique	> 3,00 mètres

Tableau 2 : zones et distances de communication entre les personnes

#### 4.1.1.3 L'effort vocal du locuteur

La Figure 2 ci-dessous (norme ISO9921) donne la relation entre la gamme de l'effort vocal (niveau sonore continu équivalent de la parole) et le niveau de bruit ambiant dans la position du locuteur.

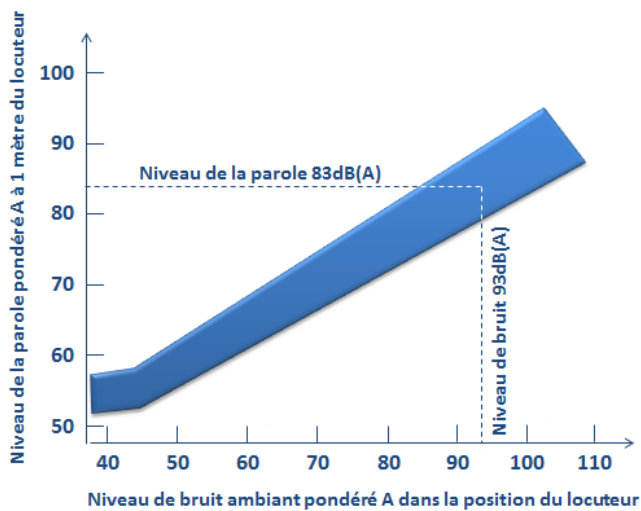


Figure 2 : effort du locuteur en fonction du bruit ambiant

On peut estimer la relation montrée dans la Figure 2 par  $NP1L = 0,57 * NBA + 30$

NP1L = niveau de parole pondéré « A » à une distance de 1 m de la bouche du locuteur.

NBA = niveau de bruit ambiant dans la position du locuteur.

Exemple si NBA = 93 dB(A) :  $NP1L = (0,57 * 93) + 30 = 83$

Le niveau de la parole pour un niveau sonore ambiant de 93dB(A) sera de 83dB(A)

#### 4.1.1.4 – la pente d'affaiblissement du protecteur contre le bruit

Celle-ci est calculée selon la formule suivante  $P = H - L$  où

« P » est la pente, « H » et « L » sont respectivement les moyennes d'affaiblissement sur les hautes et les basses fréquences (H : High et L = Low) communiquées par les fabricants de PICB certifiés dans la Communauté Européenne sous la forme « HML ». La pente offre un indicateur simple et précis sur le niveau d'uniformité de l'affaiblissement d'un protecteur sur l'ensemble des fréquences, l'étude citée précédemment mettant

clairement en avant que la qualité de l'intelligibilité est fortement dépendante du niveau d'uniformité du protecteur individuel contre le bruit.

La valeur « P » devra donc être disponible dans la base de données SAPAN, les protecteurs individuels contre le bruit n'ayant pas été certifiés dans la Communauté Européenne nécessiteront un traitement (calcul du HML puis de la pente) avant intégration dans la base de données.

Dans le cas spécifique d'un protecteur ayant été certifié à la fois dans la Communauté Européenne et aux Etats-Unis par exemple : lorsque SAPAN est utilisé aux Etats-Unis, ce sont les valeurs de la certification américaine qui doivent servir aux calculs du HML et de la pente et non le HML mesuré en Europe.

#### **4.1.1.4.1 L'effet du protecteur contre le bruit**

Avec le port d'un protecteur auditif, le locuteur entend l'environnement de manière plus faible. En revanche il perçoit sa propre voix de manière plus élevée. Cet effet est dû au phénomène d'occlusion qui augmente la perception des bruits physiologiques et par une modification de la perception de la propre voix de la personne.

La Norme ISO 9921 prévoit de ce fait que l'effort vocal du locuteur diminue de 3dB avec des protecteurs auditifs.

Exemple :

Bruit ambiant 93 dBA → Effort vocal = 83dB → avec protecteur : 80dB

#### **4.1.1.5 Autres paramètres**

Les autres paramètres influant sur l'intelligibilité seront quant à eux, soit fixés car connus, soit déterminés en prenant les valeurs se rapprochant au plus près des situations connues d'un utilisateur communicant dans le bruit, soit ignorés pour ne pas complexifier, au risque de rendre inopérante notre méthode d'évaluation de l'intelligibilité.

##### **4.1.1.5.1 La déformation du signal**

La qualité de la voix se dégrade avec l'effort vocal, rendant plus difficile la compréhension. Plus le locuteur crie, plus sa voix est déformée.



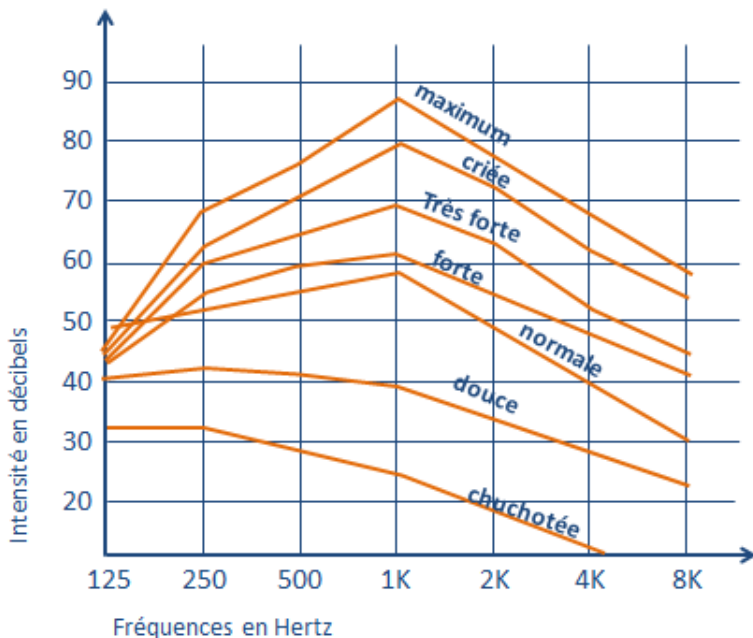


Figure 3 : spectres moyens de la parole à long terme pour différentes forces de la voix d'un homme mesurée à 1 mètre devant le sujet (Webster 1979)

Selon diverses estimations, une perte de deux à quatre décibels sur le signal peut intervenir dans le cas où l'effort vocal est supérieur à 75dB(A). Ce paramètre n'a pas été pris en compte dans la méthode SAPAN.

#### 4.1.1.5.2 La directivité de la tête

L'angle entre la source du signal et la tête de l'auditeur a une influence non négligeable sur sa perception sonore. Certaines fréquences sont plus ou moins atténuées en fonction de l'angle de la source sonore telle que la voix.

En général, les basses fréquences sont moins affectées par cette directivité que les hautes fréquences.

Ce paramètre n'a pas été pris en compte dans la méthode SAPAN, nous considérons que le locuteur et l'auditeur se font face.

#### 4.1.1.6 Méthode de calcul de l'intelligibilité

Nous utiliserons la formule décrite dans l'étude (NIEL & NEXER, 2013) pour déterminer le pourcentage d'intelligibilité au mot pour un PICB en prenant en compte une partie des paramètres décrits précédemment :

$$\% \text{ intelligibilité} = \frac{47 - |\text{Pente}|}{58} + (0,06 * (10 + \text{Signal} - \text{Bruit}))$$

Exemple :

Bruit ambiant 93 dBA

Effort vocal = 83dB → avec protecteur : 80dB

Pente du PICB = 1,8

Ce qui nous donne :  $\frac{47 - |1,8|}{58} + 0,06 * (10 + 80 - 93) = 0,6 = 60\%$

La norme ISO9921 considérant qu'en dessous de 60% l'intelligibilité de reconnaissance au mot est mauvaise, nous considérerons qu'un PICB ayant un niveau inférieur à 60% ne pourra pas être proposé, dans le cas où le paramètre « intelligibilité » aurait été décrit comme facteur important (« élevé ») dans la description du poste de l'utilisateur à équiper.

Evaluation de l'intelligibilité	Note par type de mots phonétiquement équilibrés ayant un sens en %
Excellente	> 98
Bonne	93 à 98
Correcte	80 à 93
Faible	60 à 80
Mauvaise	< 60

Tableau 3 : évaluation de l'intelligibilité selon la norme ISO 9921

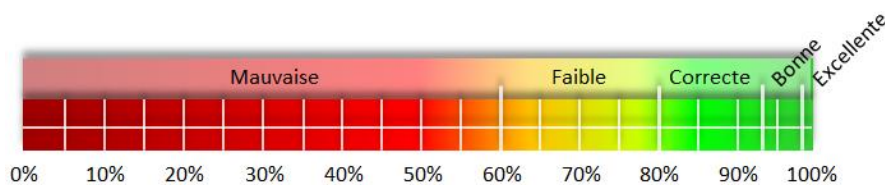


Figure 4 : échelle de la qualité de l'intelligibilité selon norme ISO 9921

L'échelle Figure 4 décrit la qualité de l'intelligibilité. Dans le cas où l'indice est inférieur à 60%, il conviendra soit d'utiliser un système de communication adapté (émission/réception électronique), soit de se rapprocher du locuteur pour améliorer le rapport signal/bruit. Sans rentrer dans la zone dite « intime » du locuteur, il est possible de rentrer dans sa zone dite « personnelle » en se rapprochant jusqu'à 0,5 m pour améliorer la perception.

#### 4.1.1.7 Les paramètres SAPAN pour l'intelligibilité

Rubrique « Perception »

« Degré d'importance de la communication orale »

Trois choix sont proposés : Aucun / Moyen / Elevé

« Distance moyenne en mètre(s) entre le locuteur et l'auditeur »

Champ de saisie libre à une décimale, par défaut initialisé à « 1,0 »

Le classement dans les résultats « idéal, acceptable ou inadapté » se fera de la façon suivante :

**Le degré d'importance de la communication orale est Moyen**

Pourcentage d'intelligibilité < 60% : « inadapté »

Pourcentage d'intelligibilité ≥ 60% ET < 75% : « acceptable »

Pourcentage d'intelligibilité  $\geq 75\%$  : « idéal »

Dans ce cas, le tri des modèles continuera de se faire sur l'atteinte du niveau effectif à l'oreille estimé et de son éloignement du niveau effectif à l'oreille idéal.

#### **Le degré d'importance de la communication orale est *Elevé***

Pourcentage d'intelligibilité  $< 60\%$  : « *inadapté* »

Pourcentage d'intelligibilité  $\geq 60\%$  ET  $< 80\%$  : « *acceptable* »

Pourcentage d'intelligibilité  $\geq 80\%$  : « *idéal* »

Dans ce cas, le tri des modèles se fera sur le niveau d'intelligibilité : plus le PICB aura un niveau d'intelligibilité élevé, meilleur sera son rang. Un écart de 3% séparera chaque rang en partant du niveau le plus élevé de la sélection. Exemple : nous avons 7 modèles jugés « acceptable » ou « idéal », nous aurons :

- rang 1 : modèle avec intelligibilité 72% (valeur la plus élevée dans notre exemple)
- rang 1 : modèle avec intelligibilité 70%
- rang 2 : modèle avec intelligibilité 69%
- rang 2 : modèle avec intelligibilité 69%
- rang 4 : modèle avec intelligibilité 63%
- rang 4 : modèle avec intelligibilité 62%
- rang 5 : modèle avec intelligibilité 60%

Dans cet exemple :

- le rang 1 inclura les modèles ayant une intelligibilité de 72, 71 et 70%
- le rang 2 inclura les modèles ayant une intelligibilité de 69, 68 et 67%
- le rang 3 inclura les modèles ayant une intelligibilité de 66, 65 et 64%
- le rang 4 inclura les modèles ayant une intelligibilité de 63, 62 et 61%
- le rang 5 inclura les modèles ayant une intelligibilité de 60%.

Toujours dans le cas où le degré d'importance de la communication orale est « *Elevé* » et qu'aucun protecteur ne puisse être proposé (niveaux d'intelligibilité tous inférieurs à 60% du fait d'un niveau sonore très élevé par exemple), la sélection devra se porter sur et uniquement sur les systèmes de communication électroniques permettant de dialoguer à l'aide d'un système de type téléphone ou émetteur-récepteur tout en offrant la protection d'un PICB certifié. Ceux-ci devront être identifiés dans la base de données.

### **4.1.2 Communication téléphonique**

« *Communication téléphonique* »

Trois choix sont proposés : Aucune / Occasionnelle / Fréquente

La communication téléphonique avec combiné sur l'oreille n'a pas encore été étudiée. La qualité de la perception dépendra, comme pour l'intelligibilité, du niveau sonore ambiant et de la pente d'affaiblissement du protecteur.

D'autres facteurs auront leur importance, tels que la qualité de réception du téléphone, le volume sonore du haut-parleur, l'emplacement du haut-parleur, la capacité de « coller » le combiné au protecteur individuel contre le bruit en juxtaposant la sortie son du combiné à l'ouverture « filtre » du protecteur.

Seuls les paramètres associés à l'intelligibilité traitée dans le chapitre précédent seront pris en compte. Il conviendra de s'assurer que le protecteur auditif et le téléphone aient une certaine compatibilité.

La valeur « occasionnelle » sera associée à la valeur « moyen » du chapitre précédent et la valeur « fréquente » à celle de la valeur « élevée ».

Dans l'attente d'une étude permettant d'estimer les capacités à communiquer au téléphone dans le bruit, nous utiliserons donc les paramètres de l'intelligibilité précédemment décrits. Nous savons que, même si le protecteur permet un contact très proche avec le combiné téléphonique, une perte d'intelligibilité existera, ne serait-ce que du fait du nombre de fréquences réduites retransmises par le système téléphonique. Nous décidons donc de réduire le signal émis (la voix du locuteur) de 3 décibels.

Les PICB équipés d'un système de communication électronique permettant de dialoguer à l'aide d'un téléphone ou d'un émetteur-récepteur seront proposés en complément si le choix est indiqué comme « fréquent ».

### 4.1.3 Perception sans distorsion

*« Restitution sonore de l'environnement sans distorsion (musicien, réglage machine, ingénieur du son...) »*

Il s'agit ici de privilégier les protecteurs auditifs qui ont la meilleure uniformité d'affaiblissement sur l'ensemble des fréquences. Pour un protecteur qui apporterait un affaiblissement totalement plat, la restitution sonore serait parfaite, seul le niveau sonore serait réduit. La sélection ainsi que le classement se feront sur la mesure de dispersion (écart-type) calculée sur l'ensemble des fréquences.

$\sigma_f$  : correspond à l'écart-type de l'affaiblissement sur la bande d'octave (125 à 8KHz)

$$\sigma_f = \sqrt{\frac{\sum(f - \bar{f})^2}{7}}$$

Deux choix sont proposés : *Oui / Non*

Si « **Oui** » : les protecteurs seront classés en fonction de leur écart-type.

Un écart-type  $\leq 3$  classera le protecteur comme « *idéal* »

Un écart-type  $> 3$  et  $\leq 6$  classera le protecteur comme « *acceptable* »

Un écart-type  $> 6$  classera le protecteur comme « *inadapté* »

Pour pouvoir être classé dans l'une des deux premières catégories, un PICB devra répondre aux prérequis d'un niveau résiduel à l'oreille < à  $L_{act}$

Le classement des modèles se fera sur le niveau de perception sans distorsion, sur l'écart-type donc plus le PICB aura un écart-type faible, meilleur sera son rang. Exemple : nous avons 5 modèles jugés « acceptable » ou « idéal » le meilleur d'entre eux a un écart-type de 1,56, nous aurons :

- Rang 1 : modèle(s) avec écart type  $\geq 1$  ET  $< 2$
- Rang 2 : modèle(s) avec intelligibilité  $\geq 2$  ET  $< 3$
- Rang 3 : modèle(s) avec intelligibilité  $\geq 3$  ET  $< 4$
- Rang 4...

Dans le cas où l'utilisateur sélectionne un besoin d'intelligibilité « élevé » ET un besoin de restitution sonore sans distorsion, c'est ce dernier paramètre qui servira au classement des PICB par rang. Pour être considéré comme « idéal », un PICB devra l'être pour les deux critères, de même pour la catégorie « acceptable ».

#### 4.1.4 Perception de signaux d'avertissement

« Perception de signaux d'avertissement émis sur des fréquences de type : »

Quatre choix sont proposés : aucune / graves / moyennes / aiguës

Nous considérons ici que le niveau sonore des signaux est supérieur au niveau du bruit ambiant. Dans le cas où le bruit aurait un effet de masquage sur les signaux, la sélection de tel ou tel protecteur auditif ne résoudrait en rien l'absence de signal.

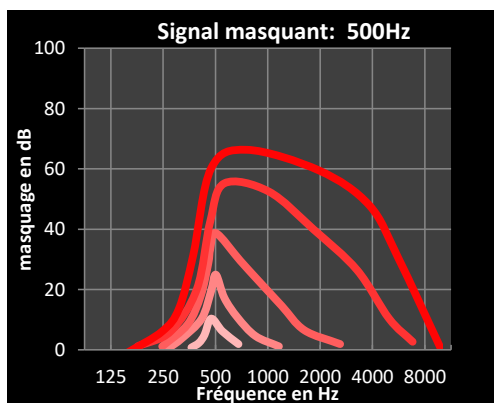


Figure 5 : allure du masquage produit tons purs à 500Hz pour différents niveaux du signal masquant. Adapté de Ehmer (1958 (Ehmer, 1958))

Nous voyons sur la Figure 5 qu'un bruit localisé sur 500Hz à 60dB peut masquer un signal situé lui sur les 1 ou 2 KHz

Pour déterminer si le PICB est adapté, nous contrôlons que le niveau d'affaiblissement moyen (H, M ou L) est inférieur aux autres niveaux moyens. Si par exemple le signal d'avertissement est de type aigu, nous contrôlons que le protecteur n'a pas un niveau d'affaiblissement moyen sur les fréquences aiguës qui masquerait le signal par rapport aux autres moyennes d'affaiblissement auxquelles sont ajoutés deux décibels pour laisser une légère tolérance.

« **Graves** » : Si  $L \leq \left(\frac{M+H}{2} + 2\right)$  le PICB est validé

« Moyennes » : Si  $M \leq \left(\frac{L+H}{2} + 2\right)$  le PICB est validé

« Aiguës » Si  $H \leq \left(\frac{L+M}{2} + 2\right)$  le PICB est validé

#### Exemple n°1

Fréquences en Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000	H	M	L
Affaiblissement moyen (dB)	14,1	16,1	22,5	28,5	34,7	44,3	41,0			
Ecart-type (dB)	4,6	3,0	2,5	3,9	3,3	3,1	4,4	31,3	22,3	15,3
APV (dB)	9,4	13,1	19,9	24,6	31,4	41,2	36,6			

Tableau 4 : affaiblissement d'un PICB selon les normes européennes

Ce PICB est adapté à la perception des signaux de type « graves » puisque :

$15,3 \leq \left(\frac{22,3+31,3}{2} + 2\right) = 15,3 \leq 28,8$ . Il est également adapté pour les signaux de type « moyennes » fréquences puisque  $22,3 \leq \left(\frac{15,3+31,3}{2} + 2\right) = 22,3 \leq 25,3$ . Il n'est, par contre, pas adapté aux signaux de types « aigus » car la condition  $31,3 \leq \left(\frac{15,3+22,3}{2} + 2\right) = 31,3 \leq 20,8$  n'est pas vérifiée.

Pour ce critère « perception de signaux d'avertissement », soit le PICB est validé, soit il ne l'est pas, il sera dans ce dernier cas inadapté. Le classement par catégories « idéal », « acceptable » ... se fera par rapport aux autres critères éventuels et dans tous les cas en fonction du niveau résiduel idéal.

#### 4.1.5 Cumul de critères de perception

Il est possible dans certaines situations qu'un utilisateur exige une possibilité de communiquer, mais également une communication sans distorsion ou la capacité à percevoir un signal d'alerte.

Il faudra dans ce cas cumuler les critères dans chaque catégorie pour n'obtenir dans les PICB « idéal » que ceux répondant aux différents critères, les autres seront classés en « acceptable », voire même en « inadapté ». Un PICB qui serait classé en « idéal » de par une excellente intelligibilité pourrait être reclassé en « acceptable » si les paramètres de perception sans distorsion ne sont pas fameux (médiocres ?), voire en « inadapté » si ceux-ci étaient en deçà du minimum requis.

#### 4.1.6 Souhait d'isolement

« L'utilisateur souhaite être : bien isolé du bruit »

Deux choix sont proposés : Oui / Non

Si « Oui » :  $V = V + 3dB$

## 4.2 Particularités de l'utilisateur

### 4.2.1 Niveau de protection actuel

En fonction des habitudes de port et du type de PICB utilisé précédemment, une pondération pourra être apportée à l'affaiblissement pour s'assurer que le port du nouveau protecteur individuel contre le bruit soit effectif.

Nous savons par expérience qu'un utilisateur habitué à porter un PICB avec un affaiblissement important, par exemple un serre-tête à coquilles très atténuateur alors que le niveau d'affaiblissement requis est très en deçà, risque de rejeter son nouveau protecteur. L'écart d'affaiblissement significatif donnera à l'utilisateur la sensation de ne pas être correctement protégé.

Dans ce cas une phase d'adaptation sera nécessaire. Un PICB apportant un niveau d'affaiblissement médian permettrait un palier intéressant dans notre exemple.

« Niveau de protection actuel »

Trois choix sont proposés : *aucun ou faible / normal / important*

Si « **aucun ou faible** » :  $V = V - 1dB$

Si « **normal** » :  $V = V$

Si « **important** » : SI « Souhait d'isolement » = « **Oui** » ALORS  $V = V + 1dB$  SINON  $V = V + 3 dB$

### 4.2.2 Sensibilité au bruit

La sensibilité au bruit varie d'un individu à l'autre, il est important d'en tenir compte dans le choix du niveau de l'affaiblissement du futur protecteur individuel contre le bruit sous peine de rejet de son utilisateur qui le trouvera trop atténuateur (sensation d'isolement) ou trop peu atténuateur.

« Sensibilité de l'utilisateur au bruit (ex : le sujet ne supporte pas le bruit : sensibilité forte) »

Deux choix sont proposés : *faible ou moyenne / forte*

Si « **faible ou moyenne** » :  $V = V$

Si « **forte** » : SI (« Souhait d'isolement » = « **Oui** » OU « Niveau de protection actuel » = « **important** ») ALORS  $V = V + 1dB$  SINON  $V = V + 3 dB$

### 4.2.3 Les troubles médicaux

#### 4.2.3.1 Problèmes d'oreilles

Lors du choix du type de protecteur individuel contre le bruit, il est important de savoir si l'utilisateur souffre ou a souffert de problèmes d'oreilles (irritation, écoulement de cérumen, suivi d'un traitement pour une maladie de la peau, des oreilles...). Dans l'un

de ces cas, il conviendra de se rapprocher du médecin pour déterminer le type de protecteur le mieux adapté ; en règle générale, un protecteur de type serre-tête à coquilles devra être porté au moins le temps de soigner le sujet. Les protecteurs de type intra (bouchons qui pénètrent à l'intérieur du conduit) sont à proscrire.

« *L'utilisateur souffre de problèmes d'oreilles (irritations, écoulements...)* »

Deux choix sont proposés : *Oui / Non*

Si « **Oui** » :  $V = \bar{V}$  avec exclusion de tous les bouchons de type intra

#### 4.2.3.2 Perte auditive

Les individus présentant une perte auditive verront leur handicap amplifié par le port de protecteurs individuels contre le bruit. Dans le cas de perte auditive importante sur les fréquences aiguës (scotome des 4000Hz) souvent due à une exposition au bruit ou à l'âge, il est souhaitable de préconiser un protecteur disposant d'un affaiblissement uniforme sur l'ensemble des fréquences ; en effet, un protecteur classique aura pour effet d'amplifier de manière importante la perte auditive, interdisant à son utilisateur toute chance de communiquer avec son environnement et l'exposant dans certaines situations à des risques. La perte auditive sera considérée comme telle dès que le « stade I » appelé également « surdité latente » est atteint ou dépassé, ce niveau de surdité se caractérise par un scotome irréversible sur la fréquence des 4KHz dépassant les 30dB.

« *L'utilisateur souffre de perte auditive liée au bruit ou à l'âge* »

Deux choix sont proposés : *Oui / Non*

Si « **Oui** » : si  $\sigma_f > 4dB$ , alors le PICB ne pourra figurer dans le choix des PICB « idéaux »

si  $\sigma_f > 10dB$ , alors le PICB ne pourra figurer dans le choix des PICB « acceptables »

## 4.2.4 Les aspects physiques et l'environnement

### 4.2.4.1 Port de la barbe, de lunettes ou de cheveux longs

Le port de la barbe, de lunettes ou de cheveux longs peut être préjudiciable dans le cas de port de protecteur individuel contre le bruit de type serre-tête. En effet, des fuites acoustiques plus ou moins importantes peuvent être provoquées par l'écartement des coussinets qui doivent impérativement assurer une parfaite étanchéité avec le pourtour de l'oreille de leur porteur.

« *L'utilisateur porte la barbe, les cheveux longs, des lunettes* »

Deux choix sont proposés : « *Oui / Non* »

Si « **Oui** » : exclusion des PICB de type serre-tête à coquilles



#### 4.2.4.2 Port d'un autre EPI

Le port de certains PICB, essentiellement les serre-têtes à coquilles, ne sont pas compatibles pour la plupart d'entre eux avec le port d'un autre équipement de protection individuel.

On peut aisément imaginer les difficultés d'ajustement d'un serre-tête lorsque le sujet doit également se protéger à l'aide d'un masque, d'un casque ou d'une cagoule.

*« L'utilisateur porte un autre équipement de protection en plus de son protecteur auditif tels qu'une cagoule, un casque de protection, un appareil respiratoire, des lunettes de protection, un écran facial »*

Deux choix sont proposés : « *Oui / Non* »

Si « **Oui** » : Exclusion des PICB de type serre-tête et bouchon avec arceau

Il est à noter qu'il existe des modèles de serre-têtes conçus pour être montés avec des casques de protections, mais également des serre-têtes intégrés dans le casque de protection. Ces modèles n'ont pas été analysés, ni intégrés dans le logiciel SAPAN.

#### 4.2.4.3 Exposition à la chaleur, à l'humidité

Un travail physique, un environnement chaud ou humide peuvent engendrer une sudation importante et désagréable au niveau de la partie recouverte par un serre-tête, il sera dans ce cas recommandé d'utiliser un PICB de type bouchons d'oreilles.

Certains modèles de serre-têtes proposent une protection absorbante des coussinets ; il convient de noter que ces dispositifs peuvent nuire à l'efficacité du PICB.

*« L'utilisateur évolue dans un environnement chaud ( $T > 25^{\circ}\text{C}$ ), humide ( $\text{HR} > 80\%$ ) ou a une activité physique importante. »*

Deux choix sont proposés : « *Oui / Non* »

Si « **Oui** » : exclusion des PICB de type serre-tête

#### 4.2.4.4 Tâches salissantes

Il conviendra, dans le cas où l'utilisateur est équipé de bouchons d'oreilles à façonner, de s'assurer qu'il a les mains propres, lui permettant ainsi de façonner ses bouchons sans risques d'infection.

*« L'utilisateur doit-il enlever/mettre ses protecteurs avec les mains sales ? »*

Deux choix sont proposés : « *Oui / Non* »

Si « **Oui** » : exclusion des PICB de type bouchons d'oreilles à façonner

#### 4.2.4.5 Discrétion

Certains métiers ou activités peuvent nécessiter à la fois le port d'un protecteur individuel contre le bruit, mais également de la discrétion, les maîtres-nageurs par exemple. Dans ces conditions, les PICB de type serre-tête sont exclus du choix.

*« La fonction de l'utilisateur nécessite un PICB discret »*

Deux choix sont proposés : « *Oui / Non* »

Si « *Oui* » : exclusion des PICB de type serre-tête

#### 4.2.4.6 Expositions courtes et répétées

Dans le cas d'expositions au bruit répétées et de courte durée, il est préférable d'écarter les bouchons à façonner pour privilégier un PICB de type serre-tête ou bouchon préformé ou moulé qui permettent un retrait et une mise en place rapide et simple.

« *L'utilisateur est soumis à des expositions courtes et répétées* »

Deux choix sont proposés : « *Oui / Non* »

Si « *Oui* » : exclusion des PICB de type bouchon à façonner

## 5 La performance du protecteur peut être inférieure à celle mesurée lors des essais normalisés et publiée par le fabricant.

De nombreuses études ont démontré que des écarts existent entre les mesures en laboratoire de certification et la réalité terrain (mesures in situ) pour l'ensemble des PICB.

Ces écarts varient en fonction du type de PICB et de la formation qu'aura reçue le porteur pour l'aider à la mise en place du protecteur.

Sans revenir sur l'ensemble de ces études, l'étude bibliographique d'Alain Kusy de l'INRS (Kusy, 2008) qui offre une synthèse intéressante, indique qu'une décote devra être appliquée à chaque protecteur pour déterminer son indice d'affaiblissement effectif. Cette décote qui permettra d'estimer les valeurs de protection du PICB de manière plus réaliste que celles mesurées par le Laboratoire de certification, sera calculée selon les recommandations de l'INRS (INRS, 2012), à savoir :

*Valeur in situ estimée de l'affaiblissement = Affaiblissement moyen – (2 x écart type)*

Soit  $L'_A = m_f - (2 \times s_f)$

Il conviendra d'appliquer cette décote avant toute comparaison en vue du choix du PICB.

Le test d'efficacité (contrôle du PICB sur son porteur) réalisé par certains fabricants permet de prédire le niveau d'affaiblissement nécessaire tel que le réalise la méthode SAPAN, ce test permettra a posteriori de vérifier que le protecteur est conforme et que l'affaiblissement réel correspond aux besoins de l'utilisateur.

## 6 La formation / sensibilisation

Nous l'avons constaté dans le chapitre précédent, la formation à la mise en place du PICB ainsi que la sensibilisation au risque bruit sont importantes et influent sur l'efficacité du PICB.

La méthode SAPAN prend en compte ce paramètre et selon que l'utilisateur reçoive ou non une formation, les valeurs d'affaiblissement des PICB proposés seront dégradées ou non selon le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** du chapitre précédent.

« Une formation **sensibilisation** au port et à la mise en place du PICB est-elle assurée ? »

Deux choix sont proposés : « *Oui / Non* »

Si « *Oui* » : pas de décote supplémentaire

Si « *Non* » : décote selon le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

## 7 La méthode de sélection

Huit étapes vont se succéder pour déterminer les PICB les mieux adaptés à la situation qui aura été renseignée.

### 7.1 Filtrer les PICB

Les PICB non compatibles sont exclus.

### 7.2 Choix de la méthode de calcul

Selon les paramètres d'exposition au bruit qui auront été décrits, selon le pays, la méthode de calcul sera sélectionnée.

### 7.3 Calcul du niveau effectif à l'oreille

Le niveau effectif à l'oreille  $L'_A$  est calculé avec la méthode définie en 7.2 pour chaque PICB.

### 7.4 Décotes selon recommandations

Une décote sera appliquée aux affaiblissements des PICB selon le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Elle dépendra donc du type de PICB et de la présence ou non de formation. Une fois les décotes appliquées, les PICB ne permettant pas un niveau de protection suffisant où  $L'_A < L_{act}$  seront exclus.

## 7.5 Gestion des bruits impulsionnels

En cas de présence de bruits impulsionnels,  $L'_{pc}$  est calculé, les PICB ne permettant pas un niveau de protection suffisant ( $L'_{pc} < L_{act,pc}$ ) sont exclus.

## 7.6 Affaiblissement à réponse uniforme sur l'ensemble des fréquences

Un filtrage sera appliqué à l'ensemble des PICB précédemment retenus dans le cas où un affaiblissement à réponse uniforme serait exigé.

## 7.7 Définition du niveau de pression « idéal »

La valeur du niveau de pression « idéal » pondéré A requis sous le protecteur individuel contre le bruit est définie.

En l'absence de recommandation des autres pays, ce sont celles de la Communauté Européenne qui seront utilisées. Selon le tableau 2 de la norme (EN 458, 2005) les trois plages sont les suivantes :

Plage « idéal » :  $L'_A > (L_{act} - 10)$  ET  $L'_A \leq (L_{act} - 5)$

Plage « acceptable » :  $L'_A \geq (L_{act} - 15)$  ET  $L'_A \leq (L_{act} - 10)$  OU  $L'_A > (L_{act} - 5)$  ET  $L'_A \leq L_{act}$

Plage « inadapté » :  $L'_A > L_{act}$  OU  $L'_A < (L_{act} - 15)$

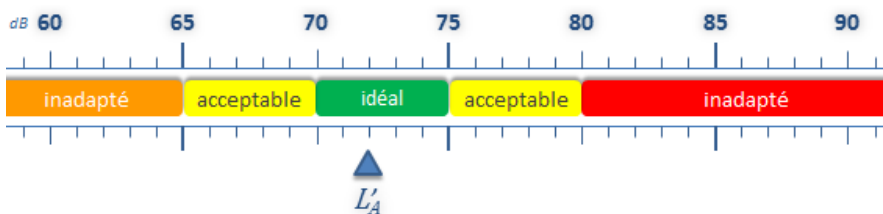


Figure 6 : qualification des plages selon  $L'_A$  (niveau de pression pondéré A sous le protecteur individuel contre le bruit) en tenant compte des recommandations du tableau A2 de la norme EN458. Cet exemple que nous avons utilisé est celui de la Communauté Européenne qui définit  $L_{act} = 80\text{dB}$  selon (DIRECTIVE "BRUIT" 2003/10/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN, 2003).  $L'_{Ai}$  correspond au niveau résiduel « idéal ».

Le niveau de pression « idéal » pondéré A requis sous le protecteur individuel contre le bruit que nous appellerons  $L'_{Ai}$  se situerait donc sur le médian de la plage :

$$L'_A > (L_{act} - 10) \text{ ET } L'_A \leq (L_{act} - 5)$$

Si  $L_{act} = 80\text{dB}$  ce niveau sera de :  $72,5\text{dB}$

Nous arrondissons cette valeur à l'entier inférieur soit  $L'_{Ai} = 72\text{dB}$

Pour les autres pays  $L'_{Ai} = 72\text{dB}$  reste à ce niveau même si le  $L_{act}$  peut être supérieur.

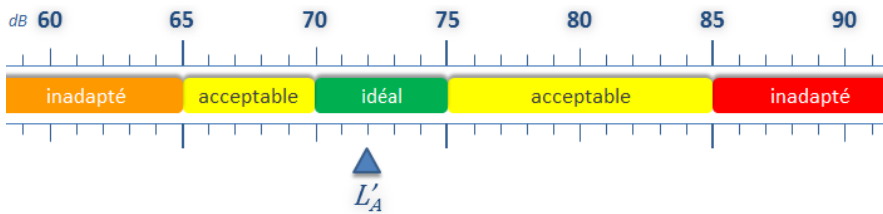


Figure 7 : nous voyons ici que  $L'_A$  ne change pas pour les autres pays hors Communauté Européenne, par contre la plage acceptable située à droite de la plage idéale s'agrandit pour atteindre les 85dB(A)

Les PICB de type « idéal » seront les mêmes proposés quel que soit le pays, les salariés des pays hors Communauté Européenne se verront proposer un choix plus important de PICB identifiés « acceptables », une partie d'entre eux seront jugés dangereux en Europe.

Nous appliquons ensuite la pondération spécifique à l'utilisateur que nous avons définie par la variable "V". Cette variable prend en compte l'intégration des contraintes et particularités de l'utilisateur. Le résultat obtenu nous indiquera le niveau de pression « idéal » pondéré A souhaité sous le protecteur individuel contre le bruit en prenant en compte la pondération de "V". Nous l'appellerons  $L'_{Aiv}$ .

Nous aurons donc  $L'_{Aiv} = L'_{Ai} - V$

## 7.8 Classement final

Le classement final établira un tri dans chacune des deux catégories « idéal » et « acceptable ». Nous retranchons  $L'_A$  (niveau de pression pondéré A sous le protecteur individuel contre le bruit) à  $L_A$  (niveau de pression acoustique pondéré A).

Lorsque le résultat est égal à  $L'_{Aiv}$ , le PICB est considéré comme le mieux adapté, il prend le rang « 1 » ; lorsque l'écart entre  $L_A$  et  $L'_A$  est égal à 1 en valeur absolue, le ou les PICB concernés prennent le rang « 2 » et ainsi de suite. L'objectif étant de s'approcher au plus près du niveau idéal :  $L'_{Aiv}$ .

Les PICB de la catégorie « idéal » seraient par exemple classés de la façon suivante :

- Rang 1 – PICB modèle A tel que  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv}|$
- Rang 1 – PICB modèle B tel que  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv}|$
- Rang 2 – PICB modèle C tel que  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv} + 1|$
- Rang 2 – PICB modèle D tel que  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv} - 1|$
- Rang 3 – PICB modèle E tel que  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv} - 2|$
- Rang 3 – PICB modèle ...

Les PICB de la catégorie « acceptable » seraient par exemple classés de la façon suivante :

- Rang 6 – PICB modèle R tel que  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv} - 3|$
- Rang 6 – PICB modèle S tel que  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv} + 3|$
- Rang 6 – PICB modèle T tel que  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv} + 3|$

Rang 7 – PICB modèle U tel que  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv} + 4|$   
 Rang 8 – PICB modèle V tel que  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv} - 5|$   
 Rang 8 – PICB modèle ...

Rappel : aucun PICB « inadapté » ne sera pris en compte dans ce classement car celui-ci est uniquement réalisé parmi les PICB reconnus « idéal » ou « acceptable ».

**Exemple 1 :**

$L_A = 92 \text{ dB(A)}$  - niveau d'exposition sonore pondéré A de l'utilisateur  
 $L'_{Ai} = 72 \text{ dB(A)}$  - niveau de pression pondéré A « idéal » sous le protecteur individuel contre le bruit. Il s'agit pour rappel du médian de la plage « idéal » définie par la norme (EN 458, 2005)  
 $V = -3 \text{ dB}$  - pondération à appliquer compte tenu des contraintes et particularités de l'utilisateur  
 $L'_{Aiv} = L'_{Ai} - V$  - niveau de pression « idéal » pondéré A souhaité sous le protecteur individuel contre le bruit en prenant en compte la pondération de V  
 $L'_{Aiv} = 72 - (-3)$   
 $L'_{Aiv} = 75 \text{ dB(A)}$

La plage « idéal » se situera entre :  
 $L'_A > (L_{Aiv} - 2,5)$  ET  $L'_A \leq (L_{Aiv} + 2,5)$

La plage « acceptable » se situera entre :  
 $L'_A \geq (L_{act} - 15)$  ET  $L'_A \leq (L_{Aiv} - 2,5)$  OU  
 $L'_A > (L_{Aiv} + 2,5)$  ET  $L'_A \leq L_{act}$

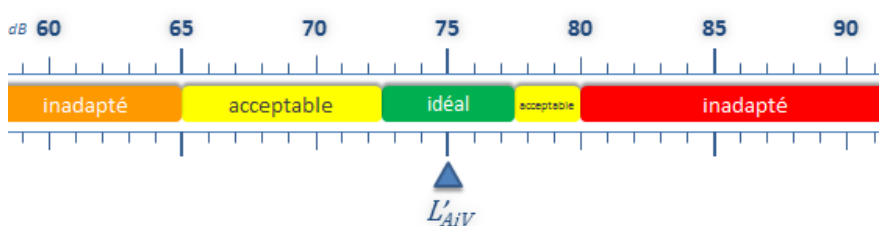


Figure 8 : selon l'exemple 1 en prenant toujours pour l'exemple les plages définies par les normes européennes, les plages ont été décalées de + 3 dB sur la droite pour répondre aux besoins de l'utilisateur, le niveau idéal devenant 75 dB(A). La plage « acceptable » située à la droite de la plage « idéal » ne pouvant dépasser la valeur de 80dB(A) correspondant au  $L_{act}$  est réduite à 2,5dB.

## 8 Conclusion

Pour déterminer le protecteur individuel contre le bruit le mieux adapté à un utilisateur, deux paramètres principaux sont à prendre en compte :

1 – le niveau d'affaiblissement doit être choisi pour protéger l'audition du porteur de la protection auditive mais également pour ne pas le surprotéger.

2 – ce niveau doit être ensuite adapté, en respectant le paramètre n°1, afin de garantir un port continu en répondant aux contraintes et aux particularités de l'utilisateur.

La méthode SAPAN, au travers du logiciel du même nom, recueille l'ensemble des informations et paramètres concernant un futur utilisateur de PICB pour proposer les produits disponibles sur le marché qui répondent au plus près aux spécifications décrites.

## Bibliographie

- Arrêté du 19 juillet 2006. (2006). *pris pour l'application des articles R. 231-126, R. 231-128 et R. 231-129 du code du travail*.
- Casali J. G., Robinson G. S. (2000). *Speech communications and signal detection in noise*. Auditory Systems Laboratory.
- DIRECTIVE "BRUIT" 2003/10/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN. (2003, février 6). *Concerne les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs*. Journal officiel de l'Union européenne.
- Ehmer, R. (1958). *Masking Patterns of Tones*. Journal of the Acoustical Society of America. 31, 1115 .
- EN 458. (2005). *Protecteurs individuels contre le bruit Recommandations relatives à la sélection, à l'utilisation, aux précautions d'emploi et à l'entretien*.
- EN352. (2003). *Protecteurs individuels contre le bruit - Exigences générales*.
- EN352-1. (2003). *Protecteurs individuels contre le bruit - Exigences générales - Partie 1 : Serre-têtes à coquilles*.
- EN352-2. (2003). *Protecteurs individuels contre le bruit - Exigences générales - Partie 2 : Bouchons d'oreille*.
- EPA. (1974). ANSI S3.19.
- INRS. (2012). *Valeurs limites d'exposition au bruit et port de protecteurs individuels. Préconisation de l'INRS - ED133*.
- ISO 4869-2. (2006, septembre 15). *Acoustique - 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*.
- Kusy, A. (2008). *Affaiblissement acoustique in situ des protecteurs individuels contre le bruit*. INRS. NF S 31-084. (2002, Octobre). *Méthode de mesurage des niveaux d'exposition au bruit en milieu de travail*.
- NIEL, & NEXER. (2013). *Effet du port de protecteur individuel contre le bruit sur la communication dans le bruit*. TheHearingProtection.
- Pearsons, Bennett, & Fidel. (1977). *Speech Levels in Various Noise Environments*.

# Annexe 1

(Arrêté du 19 juillet 2006, 2006)

## Mesurage du bruit lié à l'exposition de salariés

### Article 1 - Définition des paramètres physiques indicateurs du risque

1 - Le niveau d'exposition quotidienne au bruit,  $L_{ex,8h}$  est la valeur du niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré « A » évalué pendant la durée totale effective de la journée de travail « TE », normalisé par la durée de référence « TO » de 8 heures. Il est donné en dB(A) par la formule :

$$L_{ex,8h} = L_{Aeq,Te} + 10 \cdot \log\left(\frac{Te}{TO}\right)$$

où :

- $Te$  est la durée totale effective de la journée de travail;
- $Te$  est la durée de référence, fixée à 8 heures;
- $L_{Aeq,Te}$  est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A.

2 - Le niveau de pression acoustique de crête  $L_{pc}$  est donné en décibels pondérés C par la formule :

$$L_{pc} = 10 \cdot \log\left(\frac{Pc}{PO}\right)^2$$

où :

- $Pc$  est la valeur maximale durant la journée de travail de la pression acoustique instantanée, mesurée avec la pondération fréquentielle « C », au niveau de l'oreille des travailleurs sans tenir compte du port éventuel d'une protection individuelle.

3 - Le niveau d'exposition hebdomadaire au bruit,  $L_{ex,40h}$ , est évalué à l'aide des niveaux d'exposition quotidienne au bruit. Il est donné en dB(A) par la formule :

$$L_{ex,40h} = 10 \cdot \log\left(\frac{1}{S} \cdot \sum_{i=1}^S 10^{0,1 \cdot (L_{ex,8h})i}\right)$$

où :

- $S$  est le nombre de journées de travail durant la semaine ;
- $L_{ex,8h}$  est le niveau d'exposition quotidienne au bruit de la  $i$ ème journée de travail.

### Article 2 - Détermination des paramètres physiques indicateurs du risque

1 - Pour apprécier le dépassement éventuel des valeurs déclenchant l'action de prévention, le niveau de pression acoustique de crête, le niveau d'exposition quotidienne au bruit et, le cas échéant, le niveau d'exposition hebdomadaire au bruit



sont déterminés, lorsqu'un mesurage est nécessaire, conformément aux prescriptions de la norme (NF S 31-084, 2002).

Les méthodes et appareillages utilisés sont adaptés aux conditions existantes compte tenu, notamment, des caractéristiques du bruit à mesurer, de la durée d'exposition, des facteurs ambiants et des caractéristiques de l'appareil de mesure.

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

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

2 - Pour apprécier le respect des valeurs limites, lorsque le travailleur porte des protecteurs auditifs individuels, l'exposition effective du travailleur au bruit est déterminée conformément aux prescriptions de la norme (ISO 4869-2, 2006).

## Annexe 2

### Exemple n°1

Le sujet sur lequel nous allons appuyer notre exemple travaille en Allemagne, il est exposé à une intensité sonore de 91 dB(A) et travaille dans une verrerie, les fréquences sont plutôt de nature moyenne et haute. Le sujet travaille le matin sur une machine A et l'après-midi sur une machine B. La machine A génère une intensité sonore de 93 dB(A) au niveau de l'opérateur, la machine B, une intensité de 89dB(A), ce qui nous donne donc un  $L_{EX,8h}^1$  de 91 dB(A). Le sujet porte une barbe et une myopie l'oblige à porter des lunettes pour surveiller les écrans de la machine A. En dehors de chaussures de sécurité, il ne porte pas d'autres équipements de protection individuelle. Il se protège depuis des années avec des bouchons jetables, il ne rencontre aucun problème pour les mettre en place, le médecin du travail n'a constaté aucune baisse d'audition depuis 6 ans que le sujet travaille dans cette entreprise. Le sujet travaille seul sur son poste, il voit peu de monde dans la journée.

#### **1. Contrôle du niveau de pression acoustique effectif à l'oreille en cas de port d'un PICB**

La méthode utilisée pour prédire le niveau de pression acoustique pondéré « A » effectif à l'oreille en cas de port du protecteur individuel contre le bruit sera la méthode HML puisque nous disposons de :

- niveau sonore en dB(A) : 91 dB(A)
- notion du type de bruit : moyen et aigu

Nous calculons pour chaque PICB la valeur  $L'_A$

#### **2. Décote des valeurs d'affaiblissement des PICB**

Le  $L'_A$  est recalculé pour chaque PICB en tenant compte des décotes d'affaiblissement selon le tableau 3.

#### **3. Pression de crête**

Notre sujet n'est soumis à aucune pression de crête.

#### **4. Communication orale ou téléphonique**

Le sujet communique très peu :  $V = V$

#### **5. Perception sans distorsion, perception de signaux d'avertissement**

Pas de besoin :  $V = V$

#### **6. Souhait d'isolement**

Non, le sujet l'est déjà suffisamment :  $V = V$

#### **7. Niveau de protection actuel**

Le sujet utilisait des bouchons jetables :  $V = V$

## 8. Sensibilité au bruit

Faible ou moyenne :  $V = V$

## 9. Troubles médicaux

Aucun :  $V = V$

## 10. Aspects physiques

Nous l'avons vu, le sujet porte la barbe et des lunettes.  
Il y a donc exclusion des PICB de type serre-tête à coquilles.

### Résultat

Aucune variable ne sera appliquée ( $V = V$ ).

L'ensemble des PICB est présenté dans les trois listes :  
PICB qui correspondent idéalement au besoin décrit :  $n$  modèle(s)  
PICB « acceptables » par rapport au besoin décrit :  $n$  modèle(s)  
PICB « inadaptés » au besoin décrit :  $n$  modèle(s)

## Exemple 2

Le deuxième sujet travaille dans une imprimerie aux Etats-Unis, il coordonne les différentes lignes d'impression, il est un peu responsable en quelque sorte. Aucun relevé de bruit n'a jamais été réalisé, notre sujet ne s'est même jamais vraiment protégé, il n'a jamais réussi à mettre les bouchons en mousse dans ses oreilles quant au casque trop lourd, trop chaud, il n'arrive pas à s'y faire. Le médecin du travail lui a pourtant réexpliqué combien il était important de se protéger contre le bruit. Le dernier examen audiométrique, qui montre une baisse de son audition, a convaincu notre sujet de le faire prochainement, s'il trouve une protection auditive qui lui convienne.

En utilisant la base de données de la SUVA (disponible dans le logiciel SAPAN), nous sélectionnons le métier du sujet « Impression de billets », notre sujet imprime effectivement des millions de dollars à longueur de journée...

Le système nous indique que le  $L_{EX,8h}$  est de 86 dB(A).

### 1. Contrôle du niveau de pression acoustique effectif à l'oreille en cas de port d'un PICB

Aucune méthode spécifique n'est utilisée pour déterminer le niveau résiduel, nous calculons pour chaque PICB la valeur  $L'_A$  à l'aide de la formule suivante :

$$(L'_A = L_A - NRS_A^{LV})$$

$L_A$  étant égal à 86dB(A)

### 2. Décote des valeurs d'affaiblissement des PICB

Le  $L'_A$  est recalculé pour chaque PICB en tenant compte des décotes d'affaiblissement selon le tableau 3.

### 3. Pression de crête

Notre sujet n'est soumis à aucune pression de crête.

### 4. Communication orale ou téléphonique

Le sujet communique toute la journée, que ce soit de manière orale ou téléphonique. Seuls les PICB lui permettant une bonne intelligibilité lui seront proposés.

### 5. Perception sans distorsion, perception de signaux d'avertissement

Pas de besoin :  $V = V$

### 6. Souhait d'isolement

Non :  $V = V$

### 7. Niveau de protection actuel

Le sujet ne se protégeait pas :  $V < 2$  donc  $V = V - 3dB$

### 8. Sensibilité au bruit

Moyenne :  $V = V$

### 9. Troubles médicaux

Légère perte auditive :  $V = V$

### 10. Aspects physiques

Rien de particulier

### Résultat

$V = -3dB$

Les PICB seront classés par rang selon le pourcentage d'intelligibilité qu'ils offrent.

Les modèles offrant un pourcentage d'intelligibilité < 60% seront indiqués comme « inadaptés ».

<sup>1</sup> Une calculatrice destinée à évaluer le  $L_{ex,8h}$  est disponible gracieusement sur le site [HearingProTech.com](http://HearingProTech.com)

## Annexe 3

La méthode SAPAN est disponible sous forme logiciel et Web.

Comme évoqué en introduction du chapitre 3, la base de données utilisée dans l'application SAPAN a été entièrement collectée et renseignée sur des données affichées par les fabricants/distributeurs.

Ces données ont été contrôlées quant à leur cohérence, mais elles n'engagent en aucun cas HearingProTech quant à la réalité des affaiblissements affichés pour chaque PICB.

Si nous prenons le cas du fabricant allemand Egger, toutes les données d'affaiblissement affichées le sont sur les moyennes d'affaiblissement et non sur l'APV (moyenne à laquelle a été retranché l'écart-type). Ce fabricant utilisant des certifications d'autres fabricants pour mettre en avant ses propres produits, il lui a suffi, pour les filtres de type Clearsound, de reprendre les données de certification affichées par d'autres. La société Egger possède par ailleurs ses propres filtres mais dans la mesure où nous ne disposons pas des APV de certification pour ces filtres, ceux-ci n'ont pas été intégrés à la base de données.

Nous venons de l'évoquer, nombreux sont les fabricants à utiliser une certification réalisée par d'autres fabricants, pour commercialiser le même filtre mais dans une autre protection, celle que eux-mêmes fabriquent. Nous pouvons supposer que les affaiblissements sont alors différents. Nous laisserons à chaque utilisateur de l'application SAPAN le libre arbitre sur cette situation. Il suffit, avant de choisir un fabricant, de s'assurer qu'il possède bien une certification « CE de type » à son nom pour les produits qu'il se propose de vous fournir. L'exemple aujourd'hui le plus connu étant le cas de la société Jrenum dont les filtres sont distribués dans tous les pays d'Europe par des fabricants dont les méthodes de fabrication sont certainement différentes de celles utilisées par la société Jrenum lors de la certification de ses produits il y a plus de 20 ans...

Dans le cas où un même produit (une seule certification) serait donc commercialisé/distribué par plusieurs revendeurs/fabricants, un seul modèle apparaîtra, le détail des revendeurs/fabricants le commercialisant apparaîtra lors de la sélection du dit modèle.