

Radiographie des PICB

Gwenolé NEXER
g.nexer@hearingprotech.com

Juin 2013

Le marché de la protection auditive contre le bruit compte de nombreux acteurs de toute taille. Du petit audioprothésiste de quartier à la multinationale de plusieurs dizaines de milliers de salariés, chacun tente de prouver que son produit est le meilleur.

Du simple bouchon en mousse expansive inventé et inchangé depuis près de 40 ans à la protection sur mesure réalisée avec les dernières technologies de fabrication additive, le choix est vaste. La fourchette de prix l'est également, allant d'une dizaine de centimes pour un produit basique à usage unique à plus d'une centaine d'euros pour un produit utilisable pendant de nombreuses années.

Nous allons, en utilisant la base de données HearingProTech, tenter d'y voir plus clair parmi ces centaines de produits disponibles.

Se protéger contre le bruit
E-126.1



1 Table des matières

1	TABLE DES MATIERES	2
2	LE MARCHE DU PICB	3
3	LA BASE DE DONNEES PICB	3
4	CLASSIFICATION	4
5	L’AFFAIBLISSEMENT	5
5.1	L’indice d’affaiblissement	5
5.2	Les plages d’affaiblissement	8
5.3	Pente d’affaiblissement	9
5.4	Quelle efficacité d’affaiblissement ?	11
6	BIBLIOGRAPHIE	13
7	ANNEXE 1	13

2 Le marché du PICB

Selon une enquête du Synamap, le segment des coquilles auditives adaptables sur casques a perdu énormément en valeur : d'une part, les volumes de ces produits sont à la baisse et d'autre part, les prix moyens ont fortement baissé en raison de la forte importation des produits bas de gamme d'Asie. Les bouchons d'oreilles sur mesure ont connu une croissance positive, même si le marché français reste faible en comparaison d'autres comme celui du Benelux, par exemple.

Toujours selon la même enquête, les pertes des sources de bruit dans les branches classiques, dues aux délocalisations et aux restructurations d'entreprises, ont jusqu'ici été compensées par des secteurs qui n'étaient pas encore équipés. Le potentiel d'utilisateurs à pourvoir est toujours difficile à évaluer car le nombre de personnes exposées au bruit est encore très sous-estimé et ce notamment parce que les conséquences d'une exposition au bruit restent difficiles à évaluer à un instant T. Les bouchons moulés sur mesure sont des produits de substitution à toutes les autres protections auditives pour lesquelles, en parallèle du prix, les facteurs de confort et de design restent primordiaux. Du fait de leur coût relativement élevé, les employeurs s'orientent principalement vers ces produits pour leurs employés les plus qualifiés et les plus stables.

3 La base de données PICB

La base de données HearingProTech au moment de la radiographie compte 460 protections individuelles contre le bruit. Les produits contenus dans cette base sont des protections passives, elles ne comportent pas de systèmes électroniques de réduction de bruit.

Malgré tout le soin apporté à la mise à jour des données, il est possible que des données aient été modifiées entre-temps ou que des erreurs et des imprécisions s'y soient glissées. Nous déclinons par conséquent toute responsabilité et ne pouvons garantir l'actualité, l'exactitude ou l'intégralité des informations mises à disposition.

Nous vous invitons à nous signaler la moindre incohérence.

4 Classification

Les PICB (protections individuelles contre le bruit) ont été classées selon cinq types.

Catégories de protecteurs	Nombre de protecteurs présents dans la base de données PICB
Bouchons à former	43
Bouchons avec arceau	19
Bouchons préformés	31
Bouchons sur mesure	263
Serre-têtes à coquilles	104

Tableau 1 : Répartition des PICB de la base de données par catégorie

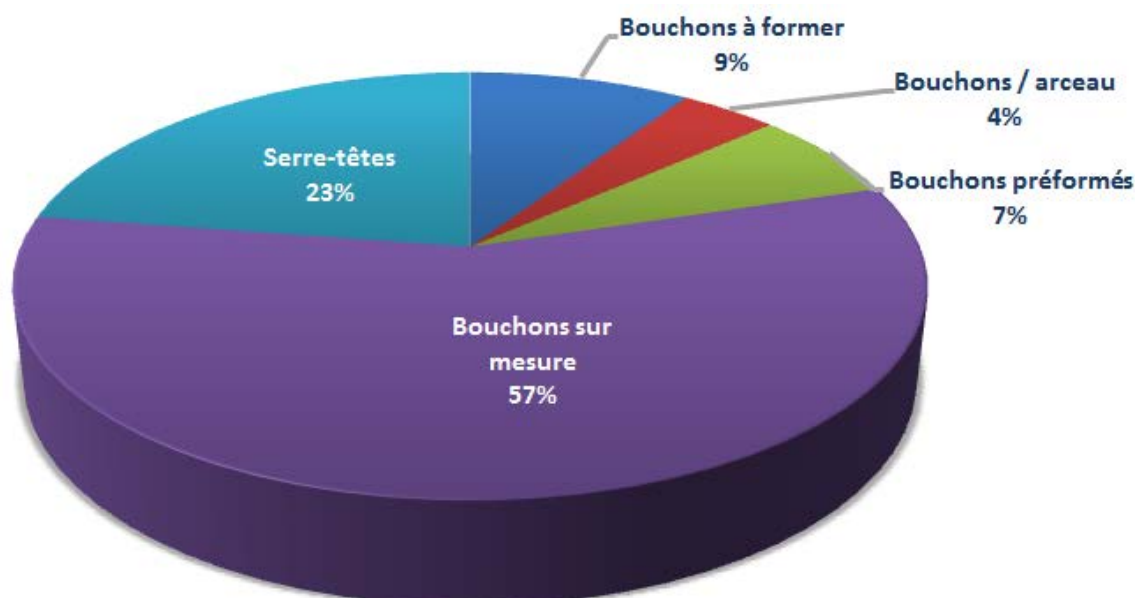


Figure 1 : Répartition des PICB en pourcentage

Types de protecteurs	Nombre de fournisseurs
Bouchons à former	6
Bouchons avec arceau	4
Bouchons préformés	9
Bouchons sur mesure	27
Serre-têtes à coquilles	5

Tableau 2 : Nombre d'acteurs (fabricants) par catégorie de protecteur (liste des fabricants par type en annexe)

Le marché des produits standards est détenu aujourd'hui par quelques acteurs mondiaux, nord-américains pour la plupart (voir en annexe), alors que celui des produits sur mesure, exigeant une proximité avec les utilisateurs, est beaucoup plus atomisé, la majorité des fabricants de protections sur mesure analysées étant

européenne, ces produits sont curieusement encore peu développés sur le continent nord-américain.

5 L'affaiblissement

5.1 L'indice d'affaiblissement

Chaque protecteur a un affaiblissement spécifique, par exemple 26 décibels.

Il s'agit d'une moyenne pondérée des valeurs d'affaiblissement par fréquence exprimée sous l'appellation SNR (Single Number Rating) en Europe et NRR (Noise Reduction Rating) en Amérique du Nord. Ce sont des indices globaux d'affaiblissement, nous n'utiliserons ici que l'indice utilisé en Europe, le SNR.

Comment l'affaiblissement d'une protection individuelle contre le bruit est-il mesuré en Europe ?

Pour être commercialisé en tant qu'équipement de protection individuel (EPI), un protecteur contre le bruit devra répondre aux exigences d'une des normes suivantes selon son type :

- EN 352-1 : pour les serre-têtes
- EN 352-2 : pour les bouchons d'oreilles

Ces normes européennes ont été établies par le CEN (Comité Européen de Normalisation) dans le cadre de l'application de la Directive Européenne sur les Equipements de Protections Individuels (EPI).

Les méthodes d'essai permettant de vérifier les caractéristiques du protecteur sont décrites dans les normes EN 13819-1 pour les essais physiques et EN 13819-2 pour les essais acoustiques. Les essais sont réalisés par un laboratoire agréé et habilité par le Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Santé, qui délivrera aux fabricants un certificat « CE de type » pour les protecteurs ayant passé les essais avec succès.

L'affaiblissement du protecteur contre le bruit est mesuré selon les spécifications de la norme EN 13819-2 dans les bandes des fréquences centrales d'un tiers d'octave (63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz et 8KHz).

Les essais sont réalisés sur 10 à 16 sujets expérimentés et formés.

Une moyenne des affaiblissements est calculée pour chacune des fréquences. De cette moyenne est soustrait l'écart-type pour obtenir l'APV (Assumed Protection Value) qui informe sur l'affaiblissement minimal du protecteur pour une fréquence donnée.

Des moyennes sont ensuite établies : H, M, et L qui correspondent à la moyenne de l'affaiblissement dans les hautes (H), moyennes (M) et basses (L) fréquences. La valeur SNR correspond à l'affaiblissement moyen pondéré sur l'ensemble des fréquences.

Fréquences en Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Affaiblissement moyen (dB)	21,5	25,2	23,9	26,1	27,8	26,2	23,5	32,8
Ecart-type (dB)	3,2	5,8	4,3	3,6	4	4,2	3,4	6,6
APV (dB)	18,3	19,4	19,6	22,5	23,8	22	20,1	26,2
H (dB)	22	M (dB)	22	L (dB)	21	SNR (dB)	24	

Tableau 3 : affichage des valeurs d'affaiblissement d'un PICB selon les normes EN352-1 / EN352-2 / EN352-3

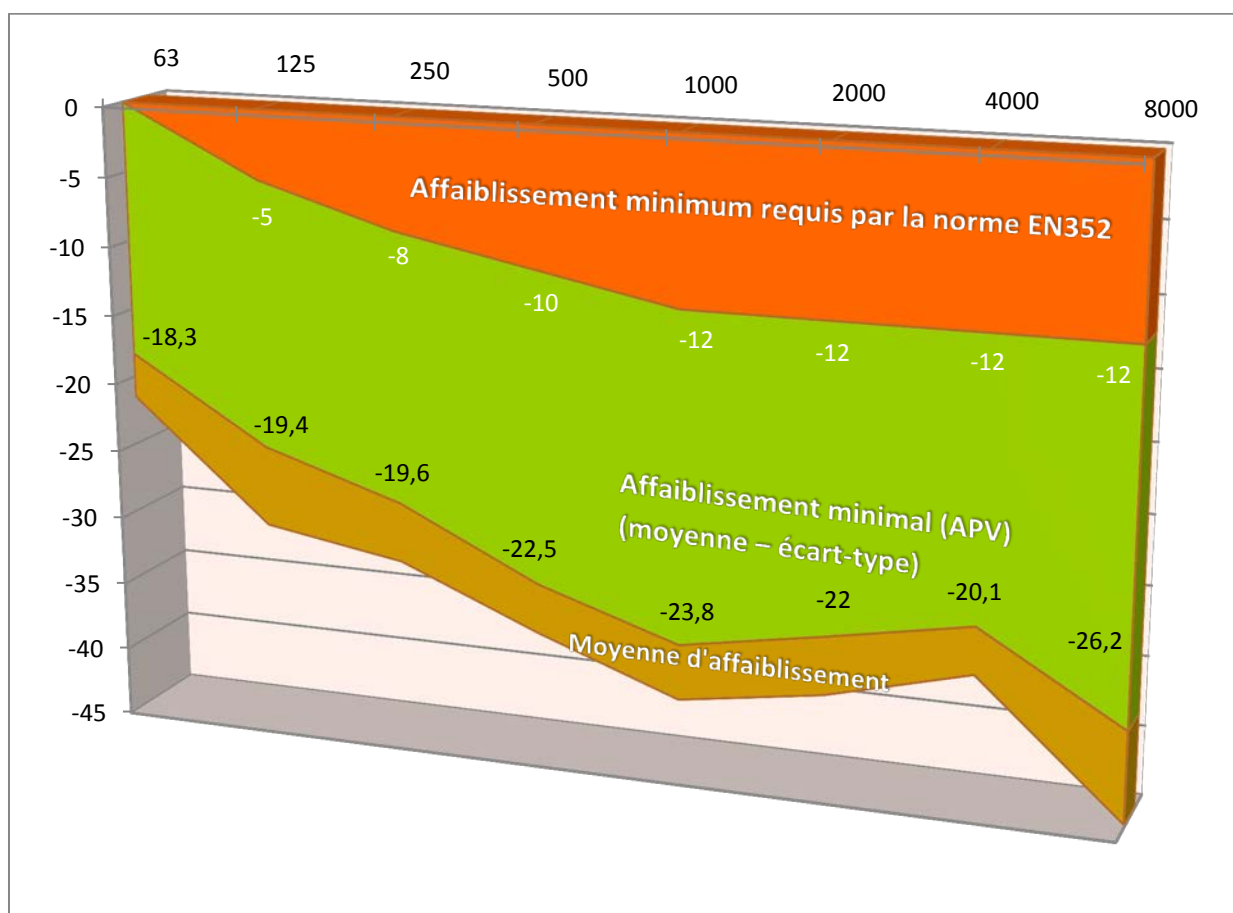


Figure 2 : Représentation graphique des valeurs d'affaiblissement en dB du Tableau 3, les minima d'affaiblissement de la norme EN352 ont été ajoutés pour information (en blanc), les APV correspondant à la valeur moyenne moins l'écart-type (en noir).

Fréquences en Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Minima	-	-5	23,9	26,1	27,8	26,2	23,5	32,8

Tableau 4 : minima d'affaiblissement selon EN352

Lors des essais acoustiques réalisés selon la norme 13819-2, les affaiblissements du protecteur (APV) ne doivent pas être inférieurs aux minima du Tableau 4.

5.1.1.1 Ecarts-types

Les écarts-types figurant sur la troisième ligne du Tableau 3 représentent la dispersion des valeurs d'affaiblissement pour l'ensemble des sujets lors des mesures de certification.

En théorie, plus ces écarts-types sont faibles, plus le protecteur correspondant offre une bonne répétabilité/fiabilité lors de sa mise en place. L'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) préconise de soustraire non pas un mais deux écarts-types pour s'approcher au plus près de l'affaiblissement d'un protecteur lorsqu'il est porté.

Le Tableau 5 indique la moyenne des écarts-types par catégorie de PICB. Nous constatons dans ce tableau que les écarts entre chaque catégorie de PICB varient de 3,44 pour le serre-tête à 5,53 pour le bouchon à former.

Catégories de PICB	Moyenne des écarts type par catégorie	Nombre de PICB analysés
Serre-tête à coquilles	3,44	104
Bouchon sur mesure	4,07	252
Bouchon à arceau	4,11	19
Bouchon préformé	5,40	30
Bouchon à former	5,53	43

Tableau 5 : Moyenne des écarts-types par catégorie de PICB

5.1.1.2 Tous les PICB commercialisés ont-ils le certificat CE ?

Comme évoqué dans le chapitre précédent, pour être certifié un protecteur devra subir un certain nombre de mesures d'essai. Ces certifications permettant d'obtenir le label CE sont contraignantes et coûteuses puisque intégralement financées par le fabricant ; aussi certains fabricants passent outre cette étape pour commercialiser à moindre frais leurs produits. La base PICB étudiée, constituée de 460 PICB, se répartit comme suit :

- 288 modèles ont été identifiés comme disposant du label CE, soit 63% des PICB
- 172 modèles, soit 37% des modèles commercialisés, ne sont pas certifiés en tant que tel pour les raisons suivantes :

- 17 modèles ont des affaiblissements inférieurs aux minima de la norme EN352
- certains modèles commercialisés par le même fabricant se voient attribuer un autre nom pour des raisons marketing ou économiques, il est dès lors difficile de savoir si les caractéristiques du PICB correspondent à celles du modèle certifié.
- certains fabricants, par facilité, utilisent une certification établie au nom d'un autre fabricant, prétextant qu'ils utilisent les mêmes filtres acoustiques alors que l'enveloppe du protecteur, qui constitue l'élément principal de son affaiblissement et dont la qualité de fabrication est parfois très différente d'un fabricant à un autre, n'est absolument pas prise en compte dans cette pratique pour le moins curieuse et répréhensible. Même si quelques contrôles sont réalisés par la DGCCRF (Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes), il appartiendra à chacun d'être vigilant en exigeant de son fabricant ou distributeur le « certificat CE de

37% des modèles commercialisés ne seraient pas certifiés CE

type » qui portera le nom du modèle et éventuellement du filtre, mais avant tout celui du fabricant. Les deux produits les plus concernés par ces agissements sont les produits utilisant le filtre « Jrenum », certifiés par la société éponyme au début des années 1990 et dont la certification est utilisée par de nombreux fabricants dans toute l'Europe, mais également le filtre du fabricant Nord-Américain Etymotic Research connu sous le nom « ER » et certifié en Europe par deux fabricants : le néerlandais Elacin et l'anglais ACS. La certification Elacin qui revend ce filtre en Europe est ensuite utilisée par plusieurs fabricants.

5.2 Les plages d'affaiblissement

Une plage d'affaiblissement correspond à la largeur de la gamme d'indices d'affaiblissement (SNR) proposés pour une catégorie de protecteurs individuels contre le bruit. La gamme s'étale par exemple de 19 à 35dB pour les serre-têtes, cela signifie que des modèles de cette catégorie sont disponibles avec des affaiblissements à partir de 19dB, les modèles les plus atténuateurs dans cette catégorie ayant un SNR de 35dB. Nous constatons sur la Figure 2 que les affaiblissements toutes catégories confondues s'étalent de 10 dB (SNR) jusqu'à 39 dB. Il n'existe, à la date de rédaction de ce document, aucun protecteur certifié présentant un SNR inférieur à 15dB de SNR. Par conséquent, les modèles affichant un SNR inférieur à cette valeur n'ont pas été certifiés ou ont échoué lors de la certification. Ces derniers peuvent éventuellement être commercialisés comme protecteurs de confort, mais en aucun cas comme protecteurs assurant une protection contre le bruit (EPI).

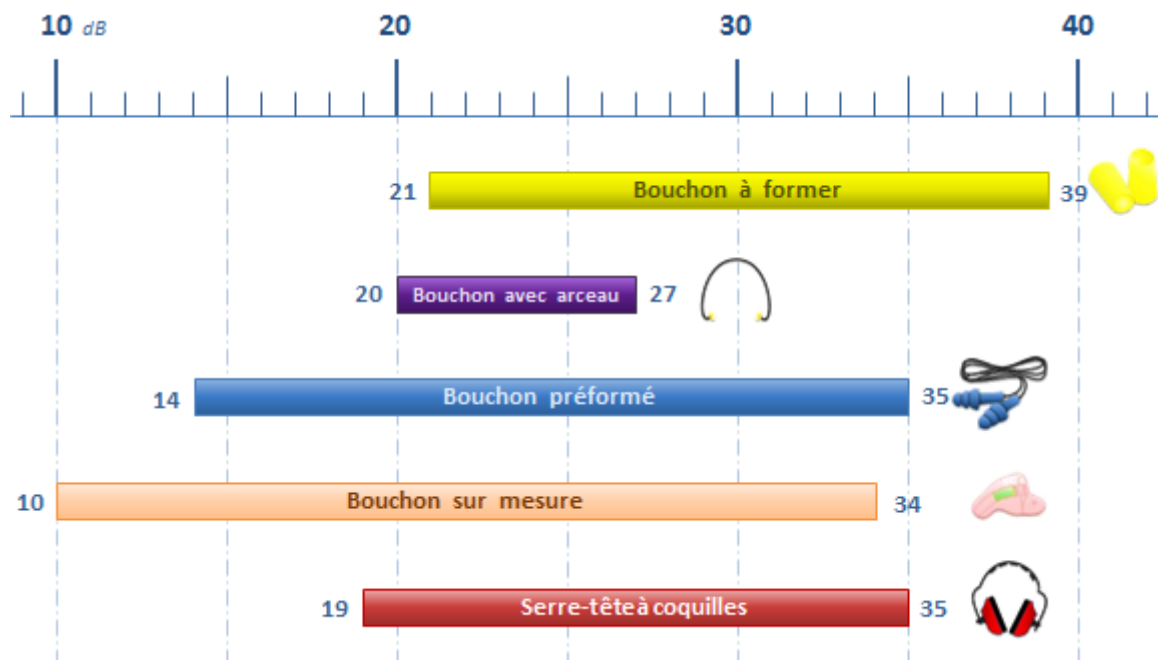


Figure 3 : plage d'affaiblissement pour chaque catégorie de PICB, la valeur d'affaiblissement est exprimée en SNR

5.3 Pente d'affaiblissement

Chaque protecteur est caractérisé par son appartenance à une catégorie (serre-tête, bouchon à façonner...), son indice d'affaiblissement (SNR). Nous allons nous intéresser maintenant à sa pente d'affaiblissement. Cette caractéristique permettra de sélectionner le protecteur le mieux adapté à une situation donnée.

La nécessité de communiquer, le besoin de percevoir son environnement sans distorsion, la perte auditive... nécessitent des affaiblissements relativement plats (NEXER, 2011) (EN 458, 2005). Certains postes ou métiers requièrent un affaiblissement élevé dans les hautes fréquences, d'autres dans les basses fréquences...

Nous allons voir comment déterminer de manière simple le profil d'affaiblissement d'un protecteur individuel contre le bruit.

Le calcul de la pente d'affaiblissement d'un PICB est réalisé à l'aide de deux des trois moyennes d'affaiblissement communiquées par les fabricants, les valeurs « HML ». Elles nous informent sur la moyenne des affaiblissements sur les fréquences hautes (H), moyennes (M) et basses (L).

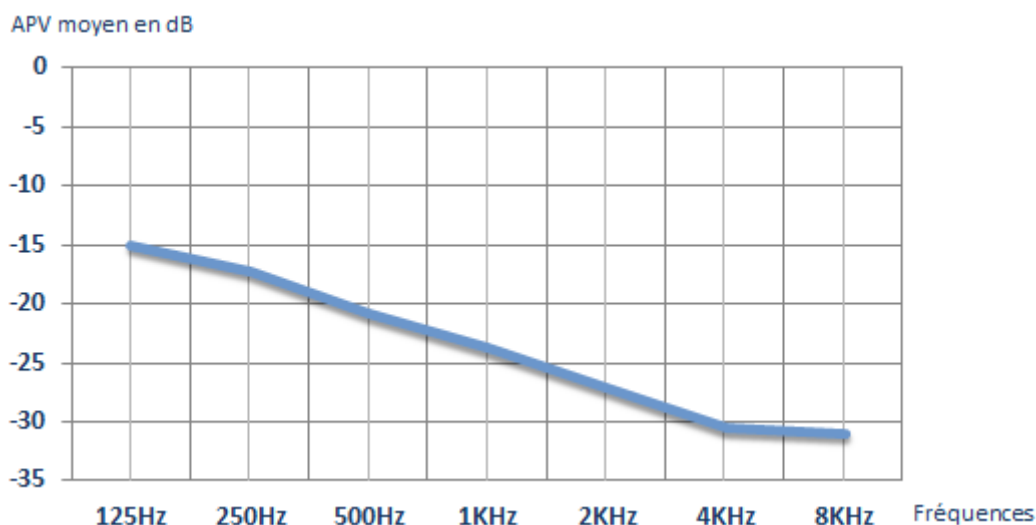


Figure 4 : Pente moyenne de l'ensemble des PICB étudiés

La Figure 4 qui correspond à la moyenne des affaiblissements (APV) de notre base PICB (hors fréquence 63Hz) montre que la pente d'affaiblissement des PICB est en règle générale descendante depuis les basses fréquences vers les hautes fréquences.

Les basses fréquences sont donc moins atténuées que les hautes.

La moyenne des valeurs « HML » nous donne 27 / 22 / 19.

Le calcul est le suivant, « P » représentant la valeur de la pente :

$$P = (H - L)$$

Exemple avec les valeurs moyennes de notre base PICB (H=27 / M=22 / L=19)

$$P = (27 - 19) = 8$$

La pente moyenne de notre base PICB est donc égale à « 8 »

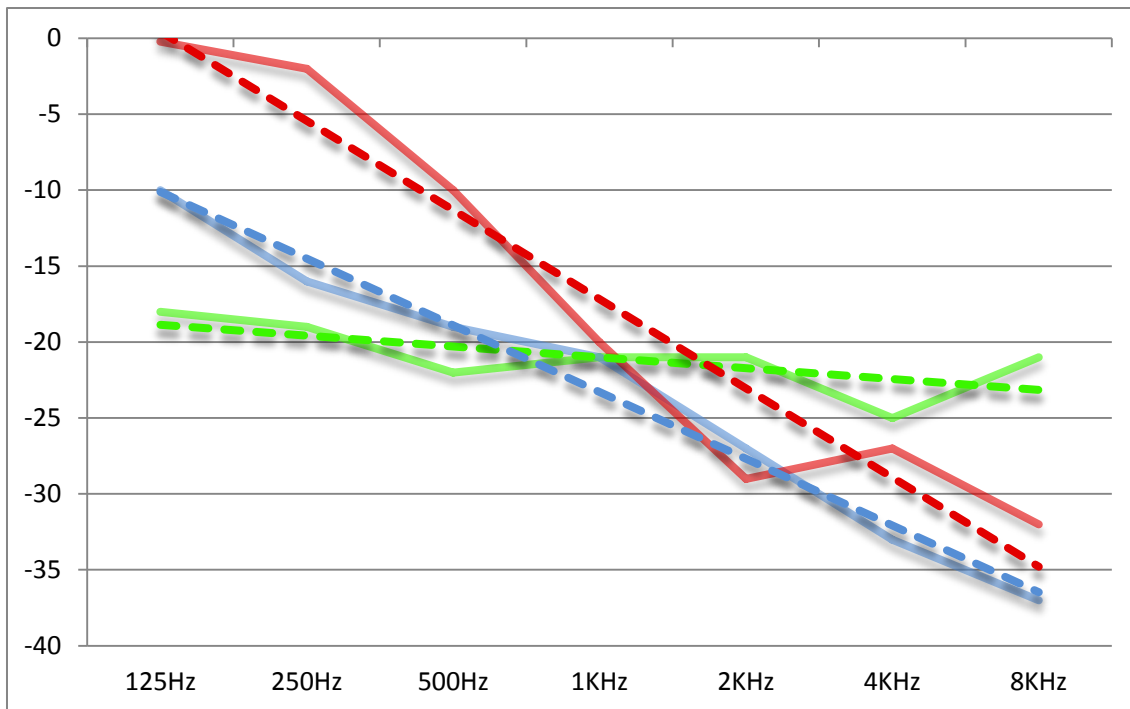


Figure 5 : Trois exemples de pentes : en bleu une pente moyenne de 10, en rouge une pente importante de 20 et en vert la pente d'un PICB à réponse uniforme sur l'ensemble des fréquences dont la pente = 0. Les courbes de tendance linéaire sont représentées en pointillés.

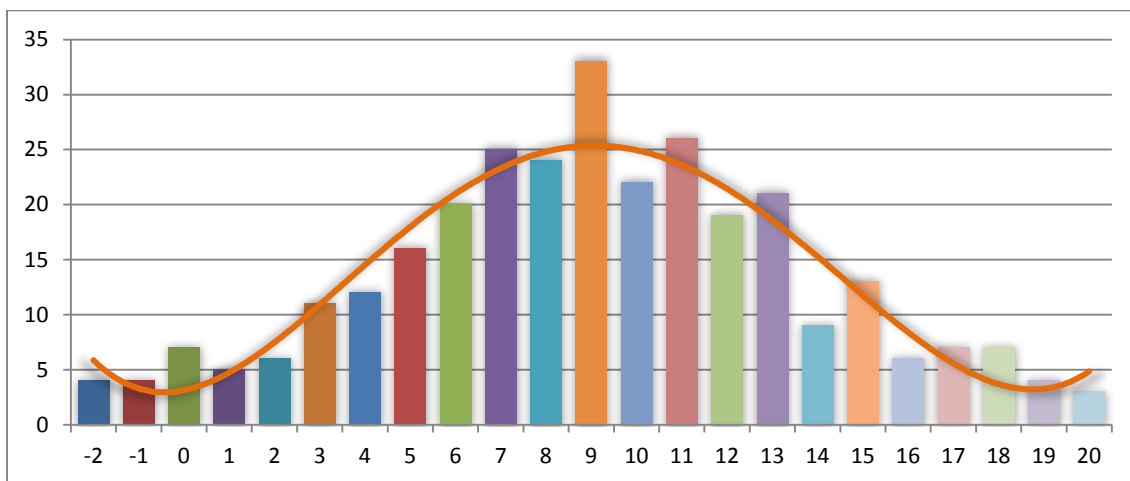


Figure 6 : Répartition des pentes de la base PICB qui compte 460 modèles. En abscisse les pentes (de -2 à 20), en ordonnée le nombre de PICB correspondant à cette pente.

Plus la pente est proche de zéro, plus l'affaiblissement est dit « uniforme » sur l'ensemble des fréquences ; plus elle se rapproche de la valeur « 20 », moins l'affaiblissement est uniforme et par conséquent plus le protecteur déforme le son en l'affaiblissant. Les activités



Figure 7 : Pictogramme d'identification de la pente d'affaiblissement

nécessitant de se protéger du bruit sans avoir de déformation trop importante (communication, perception de signaux sonores, musique...) devront sélectionner les protecteurs avec la pente la plus faible. Lors d'un concert de musique amplifiée, un protecteur dont la pente d'affaiblissement est égale ou inférieure à plus ou moins deux est vivement conseillé.

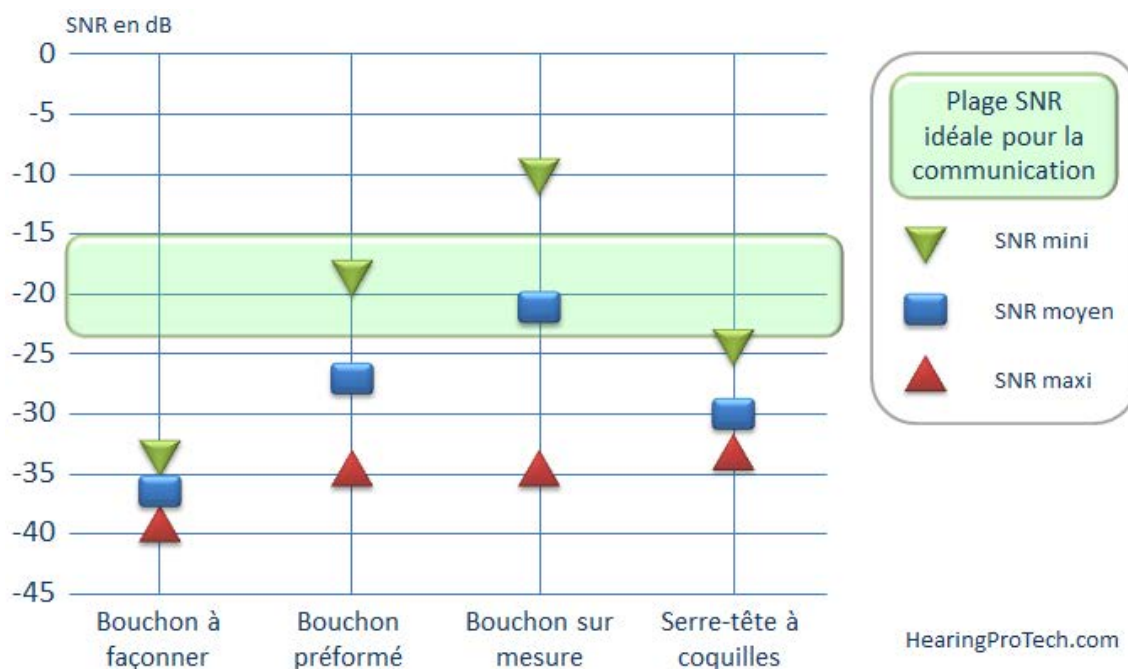


Figure 8 : Répartition des SNR mini, maxi et moyens pour les catégories de PICB dont la pente d'affaiblissement est inférieure ou égale à 5.

La Figure 8 nous montre la répartition des affaiblissements minimum, maximum et moyens pour les catégories de protecteurs ayant un affaiblissement relativement plat (pente ≤ 5). Nous constatons qu'un affaiblissement plat n'est pas forcément synonyme d'une bonne communication, en effet un PICB totalement étanche permet d'obtenir un affaiblissement relativement plat, mais également un SNR très élevé totalement inadapté pour un minimum de perception, le son n'est pas déformé mais tellement atténué qu'il n'est plus audible. La plage idéale pour communiquer avec un protecteur dont l'affaiblissement est plat se situe entre 15 et 23 dB de SNR lorsque l'utilisateur est exposé à un niveau sonore supérieur à 85dB(A).

Conclusion : l'affaiblissement idéal pour la communication doit être :

- 1 - uniforme sur l'ensemble des fréquences
- 2 - inférieur à 24dB de SNR pour permettre d'entendre
- 3 - apporter un affaiblissement suffisant (voir minima de la norme EN352) pour obtenir le certificat CE.

5.4 Quelle efficacité d'affaiblissement ?

Une étude bibliographique réalisée par l'INRS (Kusy, 2008) démontre les écarts importants qui existent entre les valeurs affichées par les fabricants de PICB (mesurées lors des certifications CE) et la réalité terrain (*in situ*).

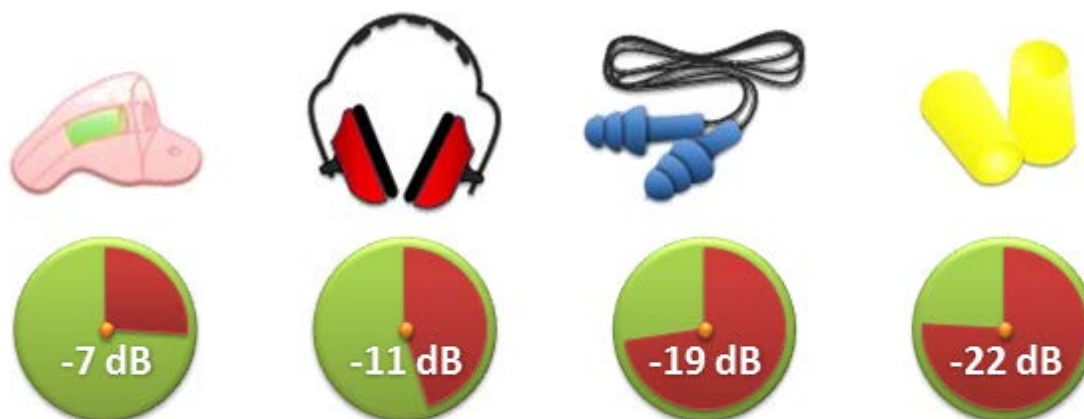


Figure 9 : Ecarts moyens entre les valeurs d'affaiblissement affichées par les fabricants et les valeurs d'affaiblissement mesurées in situ par catégorie de PICB (Kusy, 2008).

Nous constatons l'importance des écarts surtout concernant les catégories bouchons « préformés » et « à façonner », pour lesquelles des écarts de 20 dB existent entre le SNR annoncé par le fabricant et l'affaiblissement qui protège réellement l'utilisateur sur le terrain. Ces écarts importants sur les bouchons standards sont essentiellement la résultante d'un manque de formation à leur mise en place.

Compte tenu de ces écarts constatés, quelle est l'efficacité réelle des protecteurs ?

	bouchon à façonner (43)	bouchon préformé (31)	bouchon sur mesure (263)	serre-tête (104)
A - Moyenne SNR théorique	32	25	23	29
B - Ecart constaté	22	19	7	11
C - Moyenne SNR constatée	10	6	16	18
D - Pondération théorique	31%	24%	70%	62%

Tableau 6 : Estimation de l'efficacité des catégories de PICB, le nombre de PICB pour chaque catégorie est indiqué entre parenthèse.

Ligne A – « Moyenne SNR théorique » : on calcule la moyenne de toutes les valeurs SNR pour une catégorie de PICB

Ligne B – « Ecart constaté » voir Figure 9

Ligne C – « Moyenne SNR constatée » : il s'agit de la moyenne de la ligne A à laquelle on soustrait l'écart moyen de la ligne B

Ligne D – « Pondération théorique » : Pourcentage d'efficacité pour chaque catégorie de PICB, calculé en comparant $(C / A = D)$ l'écart entre la moyenne théorique (A) affichée par les fabricants et la moyenne constatée in situ (Ligne C) et mise en avant dans l'étude bibliographique de l'INRS (Kusy, 2008). Cette pondération pourrait être appliquée à la valeur d'affaiblissement théorique d'un PICB pour en déterminer l'affaiblissement réel.

6 Bibliographie

- EN 458. (2005). *Protecteurs individuels contre le bruit - Recommandations relatives à la sélection, à l'utilisation, aux précautions d'emploi et à l'entretien.*
- Kusy, A. (2008). Affaiblissement acoustique in situ des protecteurs individuels contre le bruit. *ND 2295*. INRS.
- NEXER, G. (2011). *Choisir un protecteur individuel contre le bruit à affaiblissement à réponse uniforme.* HearingProTech.

7 Annexe 1

Liste de fabricants/distributeurs des produits constituant la base PICB.

Types de protecteurs	Fabricants, distributeurs
Bouchons à former	3M, Blox, Howard Leight, Moldex, Quies, Uvex
Bouchons avec arceau	3M, Howard Leight, Moldex, Uvex
Bouchons préformés	3M, ACS, Alvis Audio, Blox, Earsonic, Etymotic Research, Howard Leight, Moldex, Uvex
Bouchons sur mesure	3M, Acs, Alpine, Alvis Audio, Api Pro Santé, AudioLab Swiss, Audio Protect, Auditech, Cotral Laboratoire, Dreve, Erafoon, Earsonic, Egger, Elacin, Elstar, Epi 3d, In Ear, Infield, Intersafe Elcea, Interson Protac, Jrenum, Neuroth, Phonak, Protecsys, Sonomax, Surdifuse, Uvex, Variophone
Serre-têtes à coquilles	3M, Howard Leight, Moldex, Silenta, Uvex

Fabricants	Nb PICB étudiés	CE ¹	100% fab CE ²
3M	67	82%	Oui
Acs	9	89%	Oui
Alpine	4	75%	Oui
Alvis Audio	2	100%	Oui
Api Pro Santé	11	100%	Oui
Audio Lab Swiss AG	3	67%	Non
Audio Protect AG		79%	Non
Auditech Innovations	10	100%	Oui
Blox	5	80%	Non
Cotral Laboratoire	17	100%	Oui
Dreve Otoplastik	6	100%	Oui
Earfoon DE GMBH	25	72%	Oui
Earsonic	3	100%	Oui
Egger Otoplastik	4	100%	Non
Elacin	22	86%	Oui
Elstar Prévention	6	83%	Non
Epi 3D	8	100%	Non
Etymotic Research	1	100%	Oui
Howard Leight - Sperian	57	100%	Oui
In Ear	8	100%	Non
Infield Safety	18	89%	Non
Intersafe Elcea France	22	91%	Non
Interson Protac	14	93%	Non
Jrenum	8	100%	Oui
Moldex	16	100%	Oui
Neuroth AG	3	100%	Non
Phonak	3	100%	Oui
Protecsys	8	100%	Non
Quies	2	100%	Oui
Silenta	28	100%	Oui
Sonomax	2	0%	Oui
Surdifuse	9	78%	Non
Uvex Arbeitsschutz gmbh	38	100%	Non
Variphone	6	100%	Oui

Tableau 7 : Liste des fabricants / distributeurs par ordre alphabétique avec le nombre de produits étudiés.

¹ La colonne CE correspond à la proportion des modèles qui satisfont à la certification CE en terme de minima d'affaiblissement ; un fabricant dont le pourcentage est inférieur à 100% commercialise donc des produits ne disposant pas du label CE. Si cette commercialisation n'est pas interdite auprès des clients particuliers, elle n'est pas autorisée auprès des salariés puisque dans ce cas, le protecteur n'est pas reconnu comme EPI (Equipement de Protection Individuel).

² La colonne 100% Fab CE indique si le fabricant a obtenu à son nom une certification pour les produits qu'il fabrique et commercialise. Dans le cas contraire il peut être sous-entendu que les produits fabriqués et commercialisés le sont en utilisant la certification d'un autre fabricant dont les méthodes de fabrication pourraient être différentes.