Institut National de Recherche et de Sécurité

Moyens de prévention
Équipements de protection collective et individuelle



Les protections auditives

Guide de choix

ED 6510

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles est une association loi 1901, créée en 1947 sous l'égide de la Caisse nationale d'assurance maladie, administrée par un Conseil paritaire (employeurs et salariés).
De l'acquisition de connaissances jusqu'à leur diffusion, en passant par leur transformation en solutions pratiques, l'Institut met à profit ses ressources pluridisciplinaires pour diffuser une culture de prévention dans les entreprises et proposer des outils adaptés à la diversité des risques professionnels à tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, services de prévention et de santé au travail, instances représentatives du personnel, salariés…
Toutes les publications de l'INRS sont disponibles en téléchargement sur le site de l'INRS : www.inrs.fr

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), la caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France (Cramif) et les caisses générales de sécurité sociale (CGSS) de l'Assurance maladie - Risques professionnels, disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé notamment d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ces professionnels sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, instances représentatives du personnel, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Les caisses assurent aussi la diffusion des publications éditées par l'INRS auprès des entreprises.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 € (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

© INRS, 2023.
Édition : Katia Bourdelet (INRS)
Conception graphique : Julie&Gilles
Mise en pages : Valérie Latchague Causse
Illustrations : Jean-André Deledda

Moyens de prévention
Équipements de protection collective
et individuelle

Les protections auditives

Guide de choix

ED 6510 |
Septembre 2023

Brochure INRS réalisée par J.P. Arz, N. Trompette, P. Chevret

Sommaire

Introduction 3

1 Les différents types de PICB 4
1.1 PICB passifs 4
1.2 PICB avec électronique 8

2 Aide au choix 13
2.1 Critères fonctionnels 14
2.2 Critères acoustiques 16
2.3 Critères spécifiques 18

3 De la réception au renouvellement 19
3.1 Réception 19
3.2 Formation avant utilisation 19
3.3 Bon usage et entretien 21
3.4 Renouvellement 21

Bibliographie 23

Glossaire 24

Annexes 25
Annexe 1. Certification des PICB 25
Annexe 2. Comportement des PICB à atténuation dépendante du niveau (aussi dits « à restitution du son ») 27
Annexe 3. La calculette PICB 29
Annexe 4. Les systèmes de contrôle de l'ajustement (dits « *fit-test* ») 31

Introduction

Lorsque les mesures de réduction du bruit à la source et de protection collective ne permettent pas de réduire suffisamment l'exposition des salariés au bruit, le recours à des protecteurs individuels contre le bruit (PICB) doit être envisagé pour éviter l'apparition d'une perte auditive (ainsi que d'autres problèmes associés à une surexposition sonore tels que la survenue d'acouphènes, la fatigue, le stress).

L'article R. 4434-7 du Code du travail précise que l'employeur doit mettre à disposition des travailleurs des PICB appropriés lorsque leur exposition sonore dépasse les valeurs d'exposition inférieures[1] ; et qu'il doit s'assurer que les PICB sont effectivement portés lorsque cette exposition sonore dépasse les valeurs d'exposition supérieures[2].
Par ailleurs, l'article R. 4431-2 spécifie aussi des valeurs limites d'exposition professionnelle[3] (VLEP) qui ne doivent jamais être dépassées. Au contraire des valeurs d'exposition inférieures et supérieures, le dépassement de ces VLEP s'apprécie en tenant compte de l'atténuation apportée par les PICB (art. R. 4431-3).

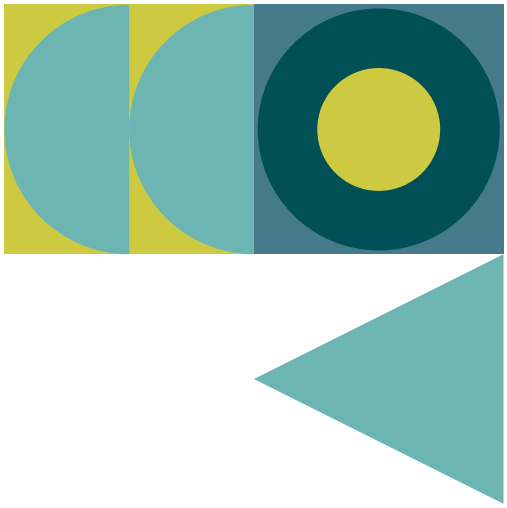
La réglementation impose à l'employeur de choisir et de mettre à disposition des PICB « ayant des caractéristiques adéquates d'atténuation » (art. R. 4433-5) et qu'ils soient « appropriés et correctement adaptés » (art. R. 4434-7).
Ainsi, si le choix des PICB doit être guidé par leurs caractéristiques d'atténuation afin qu'ils protègent suffisamment (*a minima* pour que les VLEP ne soient pas dépassées), d'autres facteurs doivent être pris en compte, tels que le confort (un PICB inconfortable risque de ne pas être porté, ou de ne pas être porté tout le temps), l'ergonomie (en particulier la facilité à enlever et remettre ses PICB), l'intelligibilité de la parole et l'audibilité des signaux utiles (qui peuvent être altérées par le port des PICB).

L'objet de ce guide est d'aider les employeurs, préventeurs et membres de service de prévention et de santé au travail à choisir des PICB possédant des caractéristiques adéquates d'atténuation et adaptés aux conditions de travail et aux travailleurs.

1. 80 dB(A) d'exposition sonore quotidienne et 135 dB(C) de pression acoustique de crête (le dépassement de ces valeurs est apprécié sans tenir compte de l'atténuation apportée par les PICB).

2. 85 dB(A) d'exposition sonore quotidienne et 137 dB(C) de pression acoustique de crête (le dépassement de ces valeurs est apprécié sans tenir compte de l'atténuation apportée par les PICB).

3. 87 dB(A) d'exposition sonore quotidienne et 140 dB(C) de pression acoustique de crête (le dépassement de ces valeurs est apprécié en tenant compte de l'atténuation apportée par les PICB).



1. Les différents types de PICB

1.1 PICB passifs

La majorité des PICB utilisés en milieu de travail sont des PICB passifs. Ils sont dits « passifs » car l'atténuation acoustique (aussi appelée « affaiblissement acoustique ») qu'ils apportent dépend uniquement des matériaux dont ils sont constitués et de l'étanchéité des zones de contact avec le porteur.

Par ailleurs, étant donné qu'ils ne sont dotés d'aucune fonction électronique, ils ne délivrent aucun son dans l'oreille et ne sont donc pas susceptibles d'augmenter l'exposition au bruit.

On distingue deux types de PICB passifs :
– les PICB dits « standards », pour lesquels il n'est pas recherché de profil d'atténuation particulier en fonction de la fréquence,
– les PICB à « atténuation uniforme » ou à « atténuation contrôlée », qui offrent des profils d'atténuation particuliers en fonction de la fréquence.

1.1.1 PICB passifs « standards »

Les PICB passifs standards existent sous forme de bouchons et de casques anti-bruit (aussi appelés « serre-tête », notamment dans les normes) (voir tableau 1).

Pour les bouchons, il s'agit de :
– bouchons d'oreille formables, c'est-à-dire façonnables à la main afin d'être introduits dans le conduit auditif ; ils sont généralement en mousse et jetables (une seule utilisation),
– bouchons dits « préformés » ou « prémoulés », qu'il faut simplement pousser dans le conduit auditif (et qui sont donc plus faciles à mettre en place que les bouchons formables). Ils sont le plus souvent en silicone, en caoutchouc ou en plastique, généralement lavables et donc réutilisables un certain nombre de fois,
– bouchons d'oreille montés sur arceau, les bouchons étant soit formables, soit préformés. L'avantage par rapport aux bouchons sans arceau est qu'ils sont plus faciles à mettre et à enlever. L'inconvénient est que, puisque la force de serrage de l'arceau n'est généralement pas réglable, ils risquent de protéger insuffisamment.

Pour les casques anti-bruit, il s'agit de :
– casques anti-bruit constitués de coquilles reliées par un arceau réglable (aussi appelés « serre-tête » ou « serre-nuque » selon la position de l'arceau). Les coquilles entourent le pavillon de l'oreille de façon étanche grâce à leurs coussinets,
– coquilles montées sur casque (aussi appelées « serre-tête monté sur casque » notamment dans les normes) qui recouvrent également l'oreille mais qui sont montées directement sur un casque de protection de la tête.

Les bouchons prémoulés sont ceux qui apportent le moins d'atténuation du bruit, avec une valeur

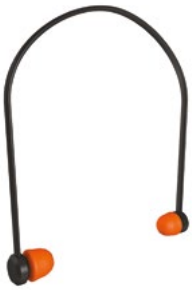
		
Bouchons d'oreille formables	**Bouchons d'oreille préformés**	**Bouchons d'oreille montés sur arceau**
		
Casque anti-bruit standard (serre-tête)	**Casque anti-bruit avec arceau derrière la nuque (serre-nuque)**	**Coquilles (ou « serre-tête ») montées sur casque**

Tableau 1 – Types de PICB

de SNR (« *Single Number Rating* », voir glossaire) comprise entre 15 et 25 dB.

Les bouchons façonnables sont les plus performants en atténuation (à condition qu'ils soient suffisamment profondément insérés dans le conduit auditif) ; ils présentent un SNR allant de 20 à 35 dB.

Les casques anti-bruit proposent eux aussi des valeurs de SNR allant de 20 à 35 dB.

Très généralement, toutes ces protections auditives passives standards apportent des atténuations en hautes fréquences bien plus importantes qu'en basses fréquences (voir figure 1), tout particulièrement les casques anti-bruit. Par conséquent, ces derniers sont à déconseiller lorsque les basses fréquences dominent l'exposition au bruit (engins de terrassement, moteurs diesel haute puissance (locomotives, bateaux), groupes électrogènes…). Ainsi, ces protections auditives passives déforment fortement la perception sonore : le son sous le protecteur paraît plus grave (perception plus importante des basses fréquences) que sans protecteur. Elles conviendront donc plutôt aux salariés pour lesquels la bonne perception de leur environnement sonore n'est pas primordiale, que ce soit pour l'accomplissement de leur travail ou pour leur sécurité (par exemple, poste sur une chaîne d'assemblage).

Tous ces PICB (casques anti-bruit et bouchons) existent en plusieurs tailles. Il convient donc de choisir la bonne : le conduit auditif doit être obturé de façon étanche par les bouchons et, pour les casques, les coussinets doivent être plaqués sur la tête de façon continue tout au long de leur circonférence.

1.1.2 PICB passifs à « atténuation uniforme » et à « atténuation contrôlée »

PICB à atténuation uniforme

Les PICB à atténuation uniforme (on parle aussi d'atténuation « plate ») sont des bouchons d'oreille ou des casques anti-bruit qui, à la différence des PICB standards, apportent une atténuation

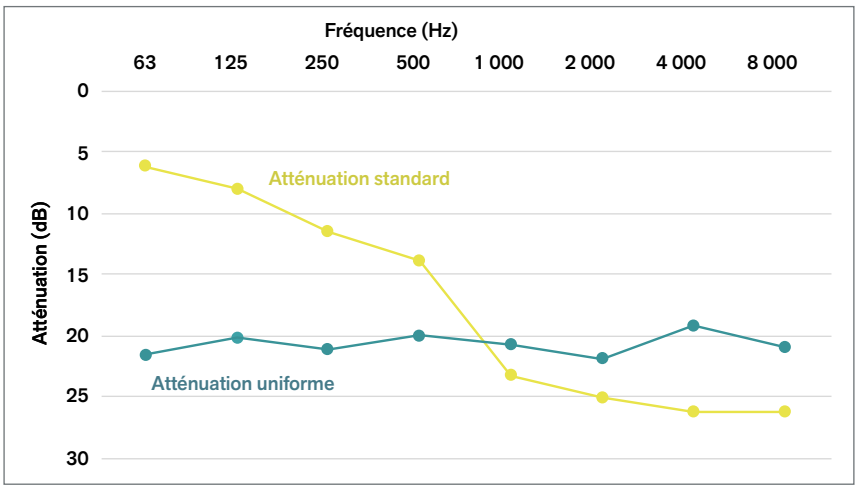


Figure 1 – Exemple de deux profils d'atténuation : atténuation standard (atténuation en basses fréquences plus faible qu'en hautes fréquences) et atténuation uniforme (atténuation quasi identique à toutes les fréquences).
Note : la valeur du SNR des deux profils d'atténuation est la même (SNR = 22 dB).

relativement constante quelle que soit la fréquence (voir figure 1). Ils permettent donc d'assurer une bonne perception sonore puisqu'ils atténuent les sons en conservant l'équilibre entre les différentes fréquences : on entend simplement moins fort que sans protecteur. Ainsi, ces PICB à atténuation uniforme permettent de conserver, voire d'améliorer, la capacité à détecter un événement sonore dans le bruit. Par conséquent, ils sont à privilégier lorsque la perception de l'environnement sonore est importante (parole, bruit de fonctionnement de machine nécessaire à l'opérateur, signaux d'alarme).

Les PICB à atténuation uniforme existent principalement sous forme de bouchons moulés individuels et de bouchons prémoulés (voir figure 2).

Les bouchons moulés individuels sont réalisés sur mesure après une prise d'empreinte ou un scan 3D du conduit auditif de leurs utilisateurs. Contrairement aux PICB standards, ils sont systématiquement pourvus d'un filtre et leur atténuation est donc toujours contrôlée.

Les PICB à atténuation uniforme offrent généralement moins d'atténuation que les PICB standards car l'atténuation uniforme est obtenue en réduisant les atténuations aux moyennes et hautes fréquences pour les ramener au même niveau que les atténuations aux basses fréquences. Par conséquent, il est important de noter que ces protections peuvent s'avérer inadaptées lorsque les niveaux de bruit sont élevés.

PICB à atténuation contrôlée

Les PICB à atténuation dite « contrôlée » appartiennent exclusivement à la catégorie des bouchons moulés individuels. Ils sont similaires aux

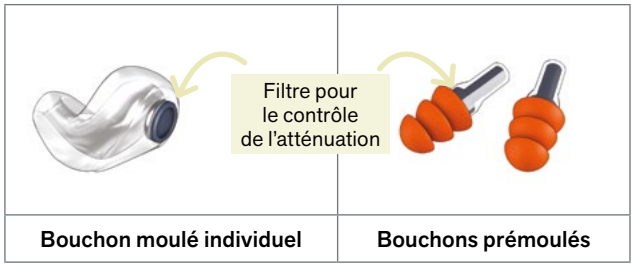


Figure 2 – PICB à atténuation uniforme ou à atténuation contrôlée

bouchons moulés individuels à atténuation uniforme, la seule différence étant que leur filtre n'est pas plat mais dimensionné pour répondre à une demande spécifique : atténuation la plus faible possible[4] ou encore atténuation faible aux fréquences de la parole et plus forte aux autres fréquences (ce qui favorise la perception de la parole ; on parle alors de « filtre pour la parole »).

1.1.3 Avantages et inconvénients des PICB passifs

Le tableau 2 présente les principaux avantages et inconvénients des différents types de PICB passifs, classés selon quatre types de caractéristiques :
– acoustiques,
– fonctionnelles,
– liées au confort physique,
– liées au coût.

4. Bien que les normes harmonisées exigent que les valeurs L, M et H soient supérieures respectivement à 9, 11 et 12 dB.

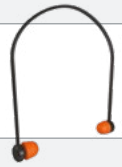
		Avantages	Inconvénients
Bouchons	**Formables** 	Permettent d'atteindre les atténuations les plus élevées	Mise en place difficile et qui nécessite des mains propres
		Compatibles avec beaucoup d'EPI	Jetables (une seule utilisation), sauf pour quelques modèles lavables
		Bon confort	Difficilement compatibles avec le port de gants
		Coût d'achat faible	Parfois douloureux (pression sur le conduit)
	Préformés 	Existent avec atténuation uniforme ou contrôlée	Atténuation limitée à SNR ≈ 25 dB
		Mise en place facile	Jetables (nombre limité d'utilisation, ≈ 50 fois)
		Lavables	Parfois douloureux (pression sur le conduit)
		Compatibles avec beaucoup d'EPI	Les plus inconfortables
	Sur arceau 		L'atténuation *in situ* est souvent très inférieure à l'atténuation affichée À éviter
	Bouchons moulés individuels 	Atténuation uniforme ou contrôlée	Nécessité de contrôler l'étanchéité ou l'atténuation individuelle
		Mise en place facile	Atténuation limitée à SNR ≈ 30 dB
		Lavables	Entretien précautionneux nécessaire
		Les plus confortables	
		Les plus économiques à terme (durée de vie ≈ 5 ans)	Coût d'achat élevé
Casques anti-bruit	**Avantages/inconvénients communs à tous les casques anti-bruit** 	Mise en place et enlèvement faciles	Atténuation faible en basses fréquences
		Protègent contre le froid	Dégradation de la localisation des sources de bruit
			Encombrants
		Adaptés aux environnements avec poussière	Coussinets fragiles à entretenir, voire à remplacer régulièrement
			Inconfort dû à la sudation
		Coût d'achat peu élevé (durée de vie ≈ 5 ans)	Incompatibilité avec d'autres EPI (lunettes, masque respiratoire FFP3…)
	Serre-tête 		Incompatibilité avec d'autres EPI (casque de protection de la tête)
	Serre-nuque 	Compatible avec casque de protection de la tête	
	Coquilles montées sur casque 		Déséquilibre du casque de protection de la tête (coquilles relevées)

Tableau 2 – Principaux avantages et inconvénients de chaque type de PICB passifs

Caractéristiques acoustiques
Caractéristiques fonctionnelles
Caractéristiques liées au confort physique
Caractéristiques liées au coût

1.1.4 Certification des PICB passifs

Les PICB doivent être conformes au règlement européen EPI 2016/425. Cette conformité est vérifiée par des laboratoires indépendants (appelés organismes notifiés). Pour les PICB passifs, trois normes d'exigence donnent présomption de conformité au règlement :
– s'il s'agit d'un casque anti-bruit (serre-tête) : EN 352-1,
– s'il s'agit de bouchons d'oreille : EN 352-2,
– s'il s'agit de coquilles montées sur casque de protection de la tête : EN 352-3.

La documentation du PICB doit faire référence à la norme selon laquelle il a été certifié.

Si aucune de ces trois normes n'est mentionnée, le produit n'est *a priori* pas un protecteur auditif, sauf si sa documentation comporte un certificat émis par un organisme notifié renvoyant directement au règlement 2016/425.

1.2 PICB avec électronique

Ces protections auditives perfectionnées sont destinées soit à pallier les inconvénients des PICB passifs, par exemple en augmentant l'atténuation aux basses fréquences, soit à apporter des fonctions supplémentaires, essentiellement pour la perception de l'environnement sonore, l'écoute ou la communication.

1.2.1 PICB à « atténuation dépendante du niveau »

Les PICB à « atténuation dépendante du niveau » (« *Level dependant* » (LD) en anglais) sont aussi parfois appelés commercialement « à restitution du son » ou « à modulation sonore ». Il s'agit de PICB qui captent le bruit ambiant au moyen d'un microphone extérieur et le restituent, plus ou moins fort, grâce à un haut-parleur miniature situé à l'intérieur du PICB (voir figures 3 et 4).

Comme l'illustre la figure 4, le niveau sonore de la restitution dépend du niveau sonore extérieur (voir annexe 2 pour des explications plus détaillées) :

- Les bruits de niveaux faibles sont amplifiés afin que le porteur perçoive distinctement l'environnement sonore extérieur (la sensation sonore est alors similaire au ressenti sans protecteur), évitant ainsi les risques de surprotection.



Figure 3 – Exemples de PICB à atténuation dépendante du niveau

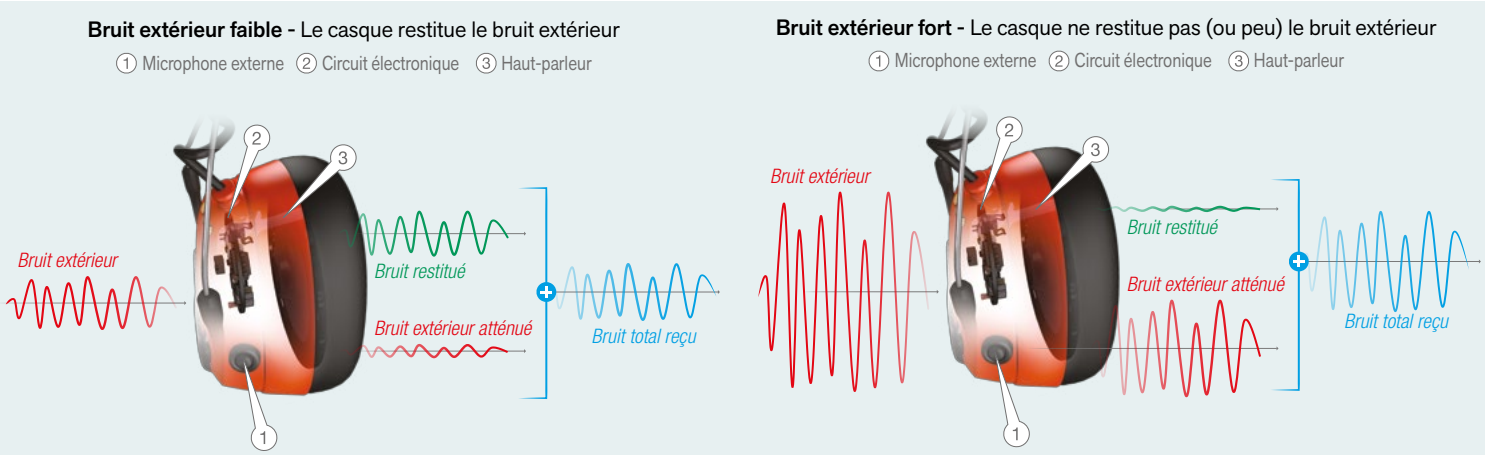


Figure 4 – Principe de fonctionnement des PICB à atténuation dépendante du niveau sonore.
À gauche : pour un bruit extérieur faible. À droite : pour un bruit extérieur fort.

- Au fur et à mesure que le niveau du bruit extérieur augmente, l'amplification diminue progressivement pour finalement s'annuler pour les bruits de niveaux sonores élevés[5] (le PICB se comporte alors de manière passive).

De plus, le volume sonore de la restitution est très généralement réglable par l'utilisateur. Il est attendu que ce réglage ait un effet essentiellement sur les niveaux extérieurs faibles (voir annexe 2).

Les PICB à atténuation dépendante du niveau sont destinés aux travailleurs exposés à des bruits intermittents ou ayant besoin d'être protégés dans certaines zones de travail très bruyantes mais devant avoir une perception normale ou quasi normale le reste du temps dans des zones moins bruyantes. Il s'agit, par exemple, des utilisateurs de machines portatives, des rondiers ou des services de maintenance. L'intérêt de ces PICB réside dans le fait que, lorsque le bruit ambiant est faible à modéré, les utilisateurs n'ont pas besoin de les enlever pour percevoir leur environnement et communiquer.

Le temps de réponse du système électronique pour couper la restitution sonore étant très court, ces PICB protègent aussi les travailleurs pouvant être surpris par des bruits impulsionnels de fort niveau (notamment en cas de coactivité).

Un autre avantage de ces protecteurs est qu'ils sont bien adaptés aux malentendants puisque la restitution apportée à faible niveau de bruit peut compenser la perte auditive de l'utilisateur. Il est conseillé dans ce cas de sélectionner sur l'appareil un volume de restitution élevé.

Par rapport aux protecteurs passifs, les PICB à atténuation dépendante du niveau sont caractérisés par trois paramètres supplémentaires appelés « niveaux critères ». Les niveaux critères correspondent **aux niveaux de bruit ambiant (extérieur) maximaux** admissibles pour garantir que les salariés ne soient pas exposés à un **niveau dépassant 85 dB(A) sous le protecteur** (avec le volume de la restitution réglé au niveau maximal) (voir annexe 2).

À noter que les normes EN 352-4 et EN 352-7 exigent que les niveaux critères H, M et L soient supérieurs respectivement aux valeurs minimales suivantes : 97, 96 et 94 dB(A)[6].

5. Étant donné que la restitution s'annule généralement lorsque le niveau de bruit qui traverse passivement le PICB s'approche de 80 dB(A), cette restitution ne contribue pas *a priori* à l'exposition au bruit.

Cas des dispositifs qui protègent uniquement contre les bruits impulsionnels de fort niveau

Dans certains cas, les salariés ne sont soumis qu'à des bruits impulsionnels, par exemple les moniteurs de tir (armes à feu). Il existe des dispositifs qui ne protègent l'oreille que contre les bruits impulsionnels de fort niveau. Ces dispositifs sont munis d'un filtre, mécanique ou électronique, qui atténue progressivement les bruits extérieurs de type impulsionnel et seulement à partir d'un certain niveau acoustique de crête, par exemple 110 dB(C).
Ainsi, le porteur percevra normalement son environnement jusqu'à ce niveau, puis l'atténuation augmentera régulièrement jusqu'à l'atténuation passive du dispositif sans le filtre. L'usage de ces dispositifs est très répandu chez les chasseurs.
Ces dispositifs ne sont généralement pas conformes au règlement EPI 2016/425 car ils ne présentent pas les atténuations minimales exigées par la certification. Cependant, certains fabricants ajoutent au filtre existant un filtre passif en série permettant le respect des minima d'atténuation, et donc la certification en tant que PICB.

1.2.2 PICB à « atténuation active du bruit »

Les PICB à « atténuation active du bruit », aussi appelés « à contrôle actif » (ANR pour « *Active Noise Reduction* » ou ANC pour « *Active Noise Cancellation* »), intègrent un microphone, un système électronique et un haut-parleur miniature. Le son capté par le microphone est traité par le module électronique pour produire, dans le conduit auditif, une onde de même amplitude que

6. Ces valeurs sont égales aux atténuations passives minimales (de 12, 11 et 9 dB pour H, M, L, respectivement) additionnées à 85 dB(A).

le bruit incident mais en opposition de phase (voir figure 5). Les deux ondes ajoutées tendent à s'annuler. Cette technique permet ainsi de réduire le niveau sonore sous le protecteur grâce à l'électronique.

Le contrôle actif ne fonctionne bien qu'aux basses fréquences (au mieux jusqu'à environ 1 000 Hz). Par conséquent, ces protecteurs ne sont recommandés que pour les ambiances sonores où les basses fréquences sont importantes (engins de terrassement, moteurs diesel haute puissance (locomotives, bateaux), groupes électrogènes…). Par rapport au fonctionnement passif, le contrôle actif apporte une atténuation supplémentaire de 10 à 20 dB pour les basses fréquences (jusqu'à l'octave 250 Hz) qui diminue aux octaves suivantes jusqu'à s'annuler pour les fréquences supérieures à 1 000 Hz.

Les protecteurs avec atténuation active du bruit présentent une autre limite : en général, ils n'apportent pas d'atténuation supplémentaire par rapport au fonctionnement passif pour les bruits impulsionnels. Ainsi, ils sont seulement à recommander en présence de bruits stables.

Les casques anti-bruit à atténuation active du bruit sont certifiés selon la norme EN 352-5[7]. Cette norme exige que soit donnée l'atténuation totale (c'est-à-dire l'atténuation obtenue lorsque l'atténuation active du bruit est en fonction), ainsi que les valeurs H, M, L et de SNR qui en dérivent. L'atténuation supplémentaire obtenue grâce à la fonctionnalité de contrôle actif correspond à la différence entre l'atténuation totale et l'atténuation passive (obtenue suivant la norme EN 352-1 ou EN 352-3).

Si cette technologie d'atténuation active est de plus en plus présente sur des produits d'écoute destinés au grand public (casques et bouchons pour le confort d'écoute récréative dans les transports, par exemple), il existe très peu de produits de ce type certifiés en tant que protection auditive et donc utilisables au travail.

Le casque génère un signal en opposition de phase

① Microphone interne ② Circuit électronique ③ Haut-parleur

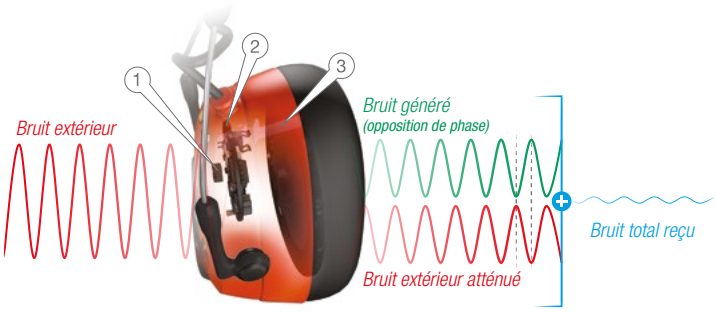


Figure 5 – Principe de fonctionnement d'un casque anti-bruit à atténuation active du bruit

1.2.3 PICB avec entrée audio

Ces PICB bénéficient d'une ou plusieurs entrées audio. Le signal audio est émis sous le protecteur via un haut-parleur miniature. Des dispositifs externes (téléphone, talkie-walkie, centrale d'annonce) peuvent être connectés à ces PICB pour recevoir le signal audio soit par voie filaire (connexion mini-jack en général, voir figure 6), soit par voie sans fil (radio, *Bluetooth*). Ils concernent les personnes devant recevoir des informations dans un environnement bruyant (travailleurs sur les voies ferrées ou au bord des routes, personnels des centres de logistique guidés par messages audio[8], forces de police, personnels navigants, personnels de sécurité, professionnels de la radiodiffusion et du spectacle…).

On distingue deux types de PICB avec entrée audio selon qu'ils présentent, ou non, une limitation du niveau sonore délivré via l'entrée audio :

- Les PICB avec entrée audio dits **pour le divertissement** sont limités à moins de 82 dB(A) pour un signal large bande. En pratique, le niveau sonore restitué est donc réputé inférieur à la limite réglementaire de 80 dB(A). Ces PICB peuvent notamment être utilisés pour écouter de la musique ou la radio en travaillant. Ils sont déconseillés s'il est essentiel pour la sécurité que les sons émis via l'entrée audio soient entendus (privilégier dans ce cas ceux sans limitation, voir ci-après). Pour s'assurer que des PICB sont considérés comme des PICB à entrée audio pour le divertissement, il faut vérifier

7. En 2023, il n'y a pas d'équivalent pour les bouchons à atténuation active du bruit, mais une norme prEN352-11 est en cours d'élaboration.

8. Système communément appelé « commande vocale » ou « *voice-picking* ». La commande vocale en centre logistique est souvent opérée par des casques audio qui ne sont pas des PICB.

qu'ils possèdent la certification appropriée (voir annexe 1).

- Les PICB à entrée audio dits **de sécurité** (aussi appelés « pour le travail ») sont des PICB pour lesquels le son délivré via l'entrée audio n'est pas limité en niveau car certains signaux, qui doivent être entendus à tout prix (communication verbale ou avertissement sonore d'un danger imminent), nécessitent des niveaux élevés pour émerger du bruit de fond. Par conséquent, les sons délivrés via l'entrée audio peuvent augmenter l'exposition sonore de l'utilisateur. Ces sons devront donc aussi être pris en compte dans l'évaluation de l'exposition sonore[9]. Ces PICB doivent posséder la certification appropriée (voir annexe 1).



Bouchon prémoulé à entrée audio filaire



Bouchon moulé sur mesure à entrée audio filaire



Casque anti-bruit (serre-tête) à entrée audio filaire

Figure 6 – Exemples de PICB à entrée audio filaire



Figure 7 – Exemple de protecteur communicant

À noter par ailleurs qu'il existe sur le marché des casques dits « à conduction osseuse » ou « ostéophoniques[10] », destinés principalement à la pratique sportive, qui peuvent aussi être utilisés pour communiquer tout en portant des bouchons d'oreille passifs. Cependant, leur utilisation au travail se heurte à deux difficultés principales : la première est qu'on ne sait pas mesurer les niveaux sonores générés dans l'oreille par ces dispositifs et l'exposition au bruit qu'ils produisent ne peut donc pas être évaluée. La seconde est que leur utilisation avec des bouchons d'oreille n'est pas recommandée car la présence des bouchons risque d'altérer leur fonctionnement. Par conséquent, ils ne sont pas recommandés pour une utilisation au travail.

1.2.4 PICB communicants

Ces PICB sont similaires à ceux avec entrée audio (ils sont certifiés de la même manière) mais ils permettent des communications bidirectionnelles (c'est-à-dire émission et réception d'un signal audio). Pour ce faire, ils intègrent un microphone pour la captation de la parole[11] et un système émetteur-récepteur, en général radio ou *Bluetooth* (voir figure 7). En plus de protéger les utilisateurs contre le bruit, ils permettent la communication entre plusieurs porteurs, avec un poste téléphonique ou avec une centrale d'annonce.

9. Pour prendre en compte l'exposition sonore, les fabricants ont l'obligation de faire figurer dans la notice de la protection auditive le niveau sonore délivré sous le casque en fonction du niveau du signal d'entrée (exprimé en volts pour les entrées en tension et en pourcentage de la pleine échelle (% FS) pour les entrées *Bluetooth* ou radio).

10. Ces dispositifs sont constitués de vibrateurs qui sont posés sur une partie de l'os temporal, située juste sous la tempe, et qui mettent directement en vibration l'oreille interne.

11. À noter que certains protecteurs captent la parole grâce à des microphones intra-auriculaires (c'est-à-dire placés directement dans le conduit auditif, après le protecteur et qui captent la parole transmise par la trompe d'Eustache). L'avantage est que, en raison de l'atténuation apportée par les protecteurs, la captation de la parole a lieu dans un environnement sonore moins bruyant qu'avec des microphones externes. L'inconvénient est que le signal capté dans le conduit est fortement déformé par rapport au signal externe (perte des hautes fréquences), si bien que des traitements complémentaires sont nécessaires pour corriger cette déformation et assurer une bonne réception de la parole.

1.2.5 Avantages et inconvénients des PICB avec électronique

Le tableau 3 présente les principaux avantages et inconvénients des fonctionnalités électroniques supplémentaires intégrées dans les PICB avec électronique.

1.2.6 Certification des PICB avec électronique

Tous les PICB avec électronique sont certifiés d'une part en mode passif (voir § 1.1.4) et, d'autre part, pour les fonctions électroniques supplémentaires qu'ils intègrent.

Ainsi, les PICB avec électronique qui cumulent plusieurs fonctions électroniques doivent être certifiés pour chacune de ces fonctions. Par exemple, un casque anti-bruit à atténuation dépendante du niveau et équipé d'une entrée audio de sécurité sera certifié suivant les normes EN 352-1 (passif), EN 352-4 (atténuation dépendante du niveau) et EN 352-7 (à entrée audio de sécurité).

L'annexe 1 synthétise les normes applicables suivant les fonctionnalités des PICB. Ces normes doivent impérativement être citées dans la documentation du protecteur.

	Avantages	Inconvénients
PICB à atténuation dépendante du niveau (LD)	Perception de l'environnement sonore < 85dB(A) à l'identique	Inutiles dans les environnements bruyants en continu (> 85 dB(A))
	Permettent de porter le PICB en permanence	Limités, sauf pour quelques références, aux serre-têtes
	Protection contre les bruits soudains	Gestion de la batterie
		Coût élevé à très élevé
PICB à atténuation active du bruit (ANR)	Augmentent d'environ 10 dB l'atténuation aux basses fréquences du PICB	Inutiles dans les environnements où le bruit n'est pas dominé par les basses fréquences
		Limités, sauf pour quelques références, aux serre-têtes
		Gestion de la batterie
		Coût élevé
PICB avec entrée audio (communication 1 voie)	Permettent l'écoute d'alarmes, d'avertisseurs, de consignes ou de programmes de divertissement	Gestion de la batterie
	Existent sous pratiquement toutes les formes de PICB	Coût élevé
PICB communicants (communication bi-voie)	Idem que PICB avec entrée audio et permettent la communication dans le bruit	Gêne potentielle lors de l'utilisation d'un microphone perche
	Existent sous pratiquement toutes les formes de PICB	Gestion de la batterie
		Coût élevé à très élevé

Tableau 3 – Principaux avantages et inconvénients des différents types de PICB avec électronique

Caractéristiques acoustiques
Caractéristiques fonctionnelles
Caractéristiques liées au coût

2. Aide au choix

Le choix d'une protection auditive nécessite de prendre en compte trois types de critères (voir figure 8) :

1. **Les critères fonctionnels** : la protection doit notamment être facile à utiliser, la plus confortable possible et adaptée à l'environnement de travail ainsi qu'au port éventuel d'autres EPI.

2. **Les critères acoustiques** : l'atténuation doit être suffisante mais sans être excessive car cela risquerait de gêner la communication et/ou la perception des signaux d'avertissement. De plus, si la protection inclut une entrée audio pour le travail, l'employeur doit s'assurer que le son émis par le PICB n'est pas susceptible d'engendrer un dépassement des limites réglementaires d'exposition sonore.

3. **Les critères spécifiques** liés à des troubles médicaux et au coût.

Le médecin du travail donne son avis sur le choix des PICB. Par ailleurs, les professionnels de santé au travail ou les fournisseurs pourront participer au contrôle de l'efficacité des PICB, à la sensibilisation des salariés à la prévention de l'exposition au bruit et au port de ces équipements de protection individuelle. Enfin, le médecin du travail adaptera si nécessaire les modalités de suivi de l'état de santé des travailleurs.

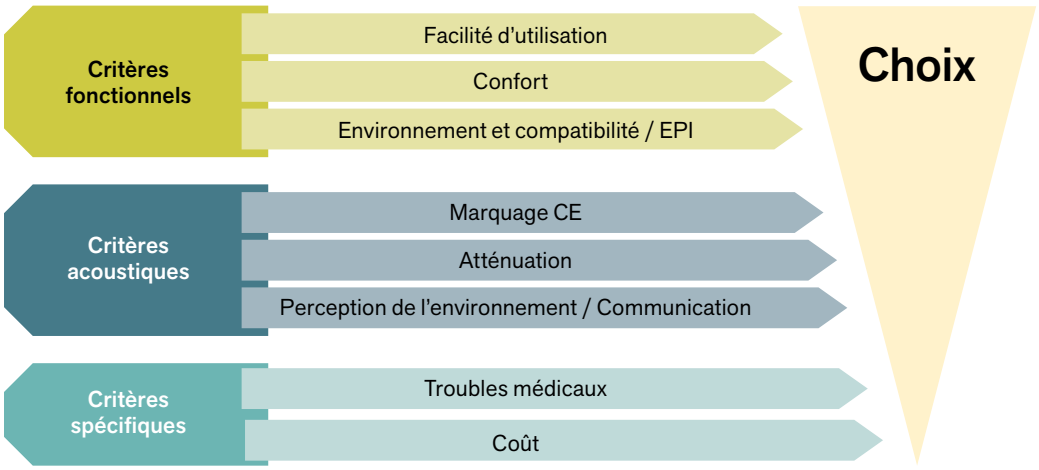


Figure 8 – Critères de choix des PICB

2.1 Critères fonctionnels

Tel qu'illustré à la figure 9, il peut être nécessaire, suivant les caractéristiques des situations de travail, de prendre en compte de multiples critères de choix fonctionnels.

En premier lieu, les PICB ne sont efficaces que s'ils sont portés en continu et bien portés (c'est-à-dire mis en place de façon étanche). Il est donc indispensable qu'ils soient adaptés à l'utilisateur. Ils doivent donc :

– être faciles à mettre en place, avoir une bonne tenue, fournir une protection suffisante,

– être confortables : ne pas gêner, ne pas provoquer de douleur,

– être acceptés par leur utilisateur qui doit s'habituer à les porter, être satisfait de son choix, avoir confiance dans la protection et ne pas s'irriter de devoir les porter,

– le cas échéant, permettre d'entendre les sons utiles provenant de l'environnement de travail (conversations, machines, signaux d'alerte, arrivées d'engins…).

Il faut donc présenter à chaque utilisateur les différents choix possibles et examiner avec lui les PICB qui lui paraissent adaptés. D'autres acteurs, dont les services achats de l'entreprise, pourront être associés à ce choix fonctionnel. Après une période d'essai, le choix doit pouvoir être remis en cause.

Chaque cas étant particulier, deux utilisateurs pourront faire un choix différent dans la même situation de travail.

Il n'est pas possible de donner une liste exhaustive de points à contrôler, néanmoins certains se posent de façon récurrente :

- Le choix des tailles : tous les PICB, sauf bien entendu les bouchons moulés sur mesure, peuvent être proposés en plusieurs tailles : S (pour *Small*), M (pour *Medium*) et L (pour *Large*). Certains modèles couvrent plusieurs tailles ; par exemple, beaucoup de bouchons d'oreille couvrent les tailles S et M. Néanmoins, il convient de s'assurer que la ou les tailles choisies conviennent aux utilisateurs. Les bouchons d'oreille doivent obturer le conduit auditif de façon étanche (ce qui n'est pas possible si la taille du bouchon est trop petite par rapport à celle du conduit) et doivent pouvoir être insérés profondé-

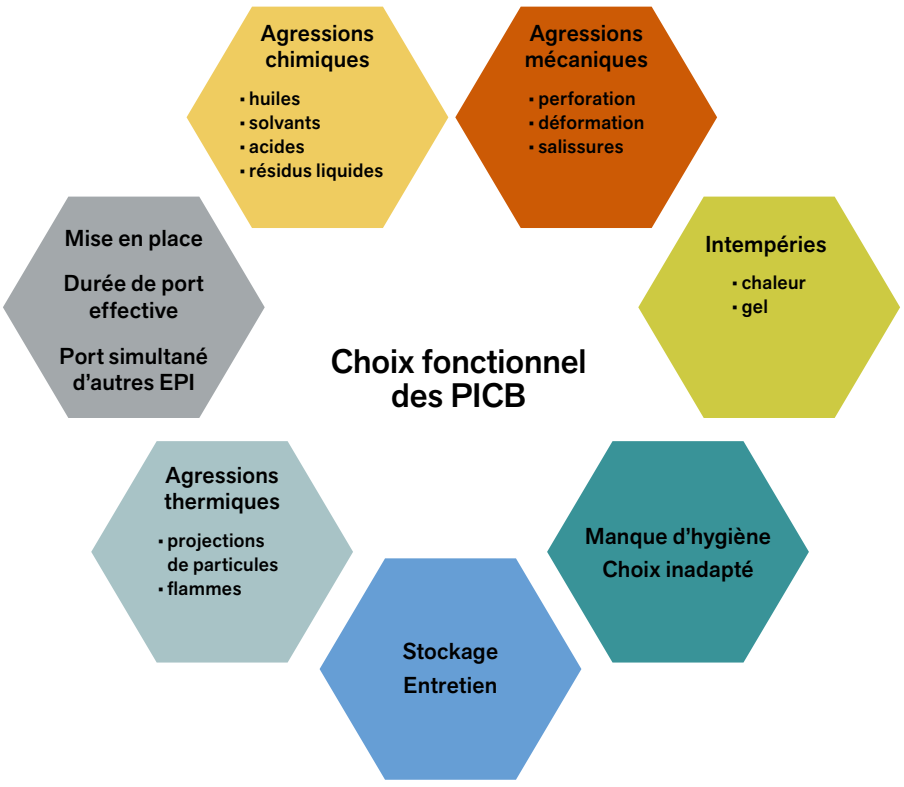


Figure 9 – Critères de choix fonctionnels des PICB

ment (ce qui n'est pas possible si la taille du bouchon est trop grande par rapport à celle du conduit). Pour les casques anti-bruit, l'enjeu est que les coussinets appuient sur tout le pourtour de l'oreille, ce qui exige une taille adaptée à celle du crâne du porteur et que l'effort de serrage soit suffisant. Le contrôle peut être fait visuellement, subjectivement (l'utilisateur doit avoir la sensation d'isolement, voir § 3.1) ou grâce à un système de contrôle d'ajustement si le fournisseur le propose (voir annexe 4). Dans tous les cas, il faudra que chaque utilisateur puisse essayer les PICB préalablement au choix et, le cas échéant, que plusieurs tailles soient disponibles, notamment pour les bouchons jetables.

- La mise en place et la nécessité, ou non, de mettre et retirer le PICB (usage intermittent). Par exemple, pour les travailleurs entrant et sortant souvent de cabines de commande insonorisées, les bouchons en mousse sont déconseillés car longs à mettre en place. Dans certaines industries ou travaux publics où les activités peuvent être salissantes, les bouchons en mousse sont aussi déconseillés car leur mise en place nécessite d'avoir les mains propres.
- Quand le port doit être permanent, il faudra privilégier les PICB à atténuation uniforme ou à atténuation dépendante du niveau car ils sont moins susceptibles d'être retirés pour échanger verbalement avec des collègues.
- La compatibilité avec d'autres EPI, en particulier les EPI de la tête (casque de protection, lunettes…). Par exemple, lorsqu'il est nécessaire de porter un masque respiratoire, il faudra privilégier les bouchons d'oreille ou alors vérifier avec le fabricant des casques anti-bruit la compatibilité avec les autres protections.
- Le confort physique : ce dernier est très variable d'un utilisateur à l'autre. Certains supporteront très bien les bouchons à former en mousse, qui exercent pourtant une forte pression sur le conduit auditif, et auront ainsi un fort sentiment de protection (ce sont ceux qui atténuent le plus lorsqu'ils sont correctement mis en place). D'autres utilisateurs n'accepteront que des bouchons moulés individuels (qui sont les plus confortables). Dans le BTP, les coquilles montées sur casque sont souvent privilégiées car elles sont très pratiques à relever et à remettre en place mais certains travailleurs leur reprochent de rendre instable le casque de protection de la tête lorsqu'elles sont relevées et préfèrent utiliser des bouchons d'oreille.
- Sachant que le port des PICB dépasse souvent 4 h par jour, il est très important qu'ils soient confortables sur la durée. L'utilisateur peut ressentir des douleurs seulement après un certain temps, notamment du fait de la pression exercée sur le conduit auditif (bouchons d'oreille) ou sur la tête et le pavillon de l'oreille (casque anti-bruit). Il peut aussi y avoir une gêne physique pour certaines tâches, du fait notamment de la sudation ou du poids pour les casques anti-bruit. Il faut donc bien envisager l'aspect du confort physique sur l'ensemble de la journée de travail.
- Le protecteur auditif devra pouvoir résister à l'environnement de travail, par exemple :

– les huiles, poussières et solvants peuvent l'endommager. Ces points sont à vérifier avec le fabricant,
– les poussières, germes, limailles… peuvent générer des irritations de la peau et des muqueuses. Dans ce cas, il faudra privilégier les bouchons prémoulés ou moulés sur mesure, facilement nettoyables et dotés d'un filtre à atténuation uniforme pour limiter le nombre de mises en place,
– les pièces mobiles au poste de travail impliquent de prendre des précautions pour les cordons de maintien de certains PICB. En cas de risque de happement, il faudra vérifier que le cordon se détache facilement.

- Il faut toujours penser aux possibilités d'accès, de remplacement, d'entretien et de stockage : des PICB à usage unique (bouchons en mousse) nécessitent de pouvoir être changés, donc un accès rapide et facile au distributeur est indispensable. Les bouchons réutilisables (prémoulés, moulés sur mesure) doivent pouvoir être nettoyés. Les casques anti-bruit doivent pouvoir être stockés de façon à ne pas endommager leurs coussinets, essentiels à l'étanchéité.

Un bon choix fonctionnel nécessite de prendre en compte plusieurs types de critères et d'impliquer plusieurs acteurs dont, bien sûr, les utilisateurs finaux.

Afin d'évaluer si les PICB sont correctement utilisés dans une entreprise, on pourra se référer à la liste de contrôle 67020.F proposée par la SUVA[12] sur son site Internet (www.suva.ch)[13].

12. La SUVA (acronyme de *Schweizerische Unfallversicherungsanstalt*) est le principal assureur-accidents de Suisse.

13. À ce jour, le lien qui mène directement à cette liste de contrôle est le suivant : https://www.suva.ch/download/listes-de-controle/protecteurs-d-ouie/protecteurs-d-ouie--67020.F

Par ailleurs, le choix doit pouvoir être remis en cause, d'abord après une période d'essai, ensuite à moyen terme.

2.2 Critères acoustiques

2.2.1 Critères acoustiques généraux

En premier lieu, la certification CE (voir annexe 1) est impérative et il convient de vérifier auprès du fournisseur ou du fabricant que les PICB choisis sont certifiés. La notice doit obligatoirement mentionner la ou les norme(s) de certification (dans le cas particulier des PICB avec électronique, il y aura au minimum deux normes concernées).

Lorsqu'une protection auditive est portée, elle atténue tous les bruits extérieurs (bruit de machine, signal de parole…). Le bruit atténué qui parvient au porteur s'appelle le **bruit résiduel (ou effectif)**. La validation de la protection auditive exige d'estimer le niveau de ce bruit résiduel. Il doit être suffisamment bas pour que l'utilisateur ne soit pas en danger[14]. Il faut aussi, le cas échéant, qu'il ne soit pas trop bas pour ne pas empêcher l'audition des signaux utiles[15] (parole, signaux avertisseurs de danger…).

Il existe deux possibilités d'estimation de ce niveau résiduel :

- Par le calcul[16] : c'est la méthode la plus pratiquée. L'INRS propose deux outils pour comprendre et effectuer ce calcul : la fiche pratique de sécurité ED 133 (voir *Bibliographie*) qui explique le principe du calcul, et l'outil 22 (voir *Bibliographie*) qui réalise le calcul. L'utilisation de cet outil est détaillée dans l'annexe 3.

- Par la mesure, dans le respect des normes[17] : le choix est donné soit d'effectuer la mesure directement sur le porteur du PICB, ce qui implique notamment d'insérer un capteur de pression acoustique entre la protection acoustique et le tympan, soit d'effectuer la mesure en utilisant un mannequin acoustique (ou tête artificielle). Ces mesures exigent une instrumentation dédiée et sont délicates mais elles sont pratiquées depuis des décennies et sont largement documentées (voir la note NS 289 dans *Bibliographie*).

Pour une parfaite protection et une bonne intelligibilité, on cherchera, tel que spécifié dans le fascicule de documentation FD S78-100 publié par l'Afnor, à ce que le niveau acoustique du bruit résiduel sous le protecteur (noté L') soit situé dans les zones indiquées « bon » sur la figure 10, suivant qu'on cherche à vérifier si la protection est adéquate vis-à-vis de l'exposition sonore quotidienne ($L'_{EX,8h}$) ou vis-à-vis des bruits impulsionnels ($L'_{pC,crête}$).

Pour être certifiés, les PICB doivent présenter une **atténuation minimale**. Elle s'exprime en termes de valeurs HML : H ≥ 12 dB, M ≥ 11 dB, L ≥ 9 dB. Lorsque l'exposition sonore est faible, typiquement autour de 80 dB(A), le bruit résiduel devient trop faible pour respecter la limite basse des zones recommandées. Il faudra dans ce cas choisir des protecteurs avec des atténuations faibles, comprises entre ces minimas et au maximum 20 dB (en valeurs HML). Cette faible atténuation garantit une bonne intelligibilité, que le bruit résiduel se situe ou non dans les zones recommandées.

Lorsque les niveaux de bruit sont très élevés et que le PICB ne permet pas de réduire l'exposition à des valeurs acceptables (explosion, réacteur d'avion, ballastage…), le recours à une **double protection** (combinaison de bouchons d'oreille et de casque anti-bruit) peut s'avérer nécessaire. L'atténuation de cette combinaison n'est pas égale à la somme des atténuations des deux types de protecteurs mais, en général, elle permet d'apporter un complément de 6 dB à 10 dB à l'atténuation du plus efficace des deux PICB (voir la note NS 381 dans *Bibliographie*). À noter qu'il existe des doubles protections certifiées pour lesquelles l'atténuation est connue.

14. Cette exigence s'applique à toutes les protections, avec ou sans électronique. Dans le cas de protection avec contrôle actif du bruit, l'atténuation à prendre en compte est l'atténuation totale (passive + contrôle actif).

15. Cette exigence ne s'applique pas aux protections avec restitution du son. Par ailleurs, elle s'applique seulement partiellement, voire pas du tout, aux protections avec entrée audio, selon qu'elles sont utilisées pour la communication verbale, pour la transmission des alarmes sonores ou pour les deux fonctionnalités.

16. Pour cela, le législateur renvoie à la norme ISO 4869-2 de 1995 pour l'exposition sonore quotidienne et à la norme EN 458 de 2005 pour les niveaux acoustiques de crête. Ces méthodes sont limitées aux protecteurs passifs.

17. La norme harmonisée ISO 9612 de mesure de l'exposition sonore renvoie aux normes ISO 11904 parties 1 et 2 pour ce type de mesure. Ces méthodes de mesure sont adaptées à tous les types de protecteurs (passifs et avec électronique).

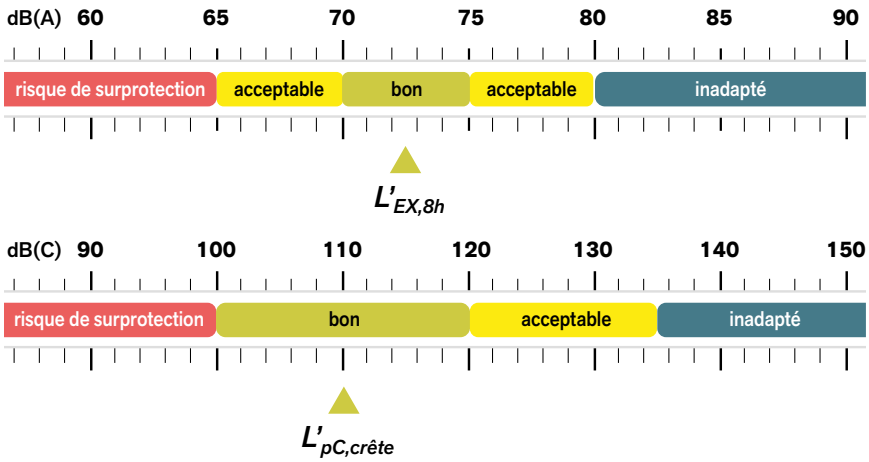


Figure 10 – Niveaux à rechercher pour le bruit résiduel suivant qu'on cherche à vérifier si la protection est adéquate vis-à-vis de l'exposition sonore quotidienne ($L'_{EX,8h}$) ou vis-à-vis des bruits impulsionnels ($L'_{pC,crête}$)

2.2.2 Cas des PICB avec électronique

Les protecteurs qui intègrent de l'électronique doivent afficher dans leurs notices des caractéristiques supplémentaires qui dépendent du type de fonctionnalité (voir annexe 1). Ces caractéristiques sont utiles au choix.

- Les notices des PICB à « atténuation active du bruit » mentionnent l'atténuation totale lorsque l'atténuation active est en fonctionnement. Pour le choix, cette donnée d'atténuation totale se substitue à l'atténuation en mode passif s'il est assuré que l'atténuation active est systématiquement en fonctionnement. Par ailleurs, les notices doivent aussi mentionner le niveau sonore externe le plus élevé pour lequel le circuit ANR fonctionne correctement. Ainsi, en pratique, des mesures de bruit ambiant devront être réalisées par l'employeur pour s'assurer que ce niveau n'est pas dépassé.
- Les PICB à « atténuation dépendante du niveau » sont caractérisés par leurs niveaux critères (voir annexe 2). Il faut s'assurer que l'exposition de l'utilisateur au bruit ne dépasse pas ces niveaux critères afin que le niveau sonore résiduel ne dépasse pas 85 dB(A).
- Pour les PICB avec entrée audio ou communicants, il faudra s'assurer que le niveau sonore transmis via cette entrée ne contribue pas à l'exposition sonore de l'utilisateur (d'une manière générale, cela revient à s'assurer que la dose de bruit quotidienne due à l'entrée audio ne dépasse pas 75 dB(A)/8h). Pour cela, il y a plusieurs solutions :

– mesurer le niveau de bruit résiduel sous le protecteur,

– calculer la dose de bruit reçue en mesurant le niveau d'entrée et en vérifiant que le cumul du bruit qui traverse le protecteur et du signal sonore délivré par l'entrée audio ne dépasse pas les limites réglementaires[18],

– choisir des protecteurs à entrée audio pour le divertissement pour lesquels le niveau délivré est limité à 82 dB(A) (voir § 1.2.3). C'est la solution à privilégier lorsque ce niveau délivré est suffisant pour que le signal utile émerge du bruit ambiant.

Le tableau 4 présente une synthèse des critères acoustiques à vérifier en fonction du type de PICB.

18. Cette solution est possible car le fabricant de la protection auditive a l'obligation d'indiquer la courbe liant le niveau sonore généré en fonction de la tension d'entrée. Cependant, elle est peu mise en œuvre car elle exige une bonne connaissance technique.

Types de PICB	Critères à vérifier
Tous	Niveau résiduel d'exposition sonore journalière 65 dB(A) < $L'_{EX,8h}$ < 80 dB(A)
À atténuation dépendante du niveau (LD)	Niveau d'exposition sonore journalière $L_{EX,8h}$ < niveaux critères
À contrôle actif (ANR)	Niveau de bruit ambiant < niveau maximum admissible par l'ANR du PICB
À entrée audio de sécurité (pour le travail)	Niveau résiduel d'exposition sonore journalière $L'_{EX,8h}$ < 80 dB(A) en incluant le signal délivré par l'entrée audio

Tableau 4 – Synthèse des critères acoustiques à vérifier en fonction du type de PICB

2.3 Critères spécifiques

En cas de problème cutané ou auditif (irritation du conduit auditif, maux d'oreille, écoulement de cérumen ou perte d'audition), l'avis d'un médecin (généraliste, médecin du travail ou ORL) est nécessaire.

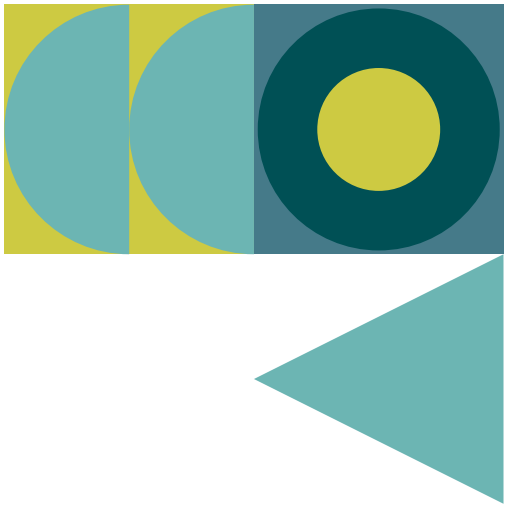
En cas de perte auditive, un modèle à atténuation dépendante du niveau sonore peut être proposé pour compenser cette perte lorsque les niveaux sonores sont faibles à modérés (voir § 1.2.1).

Pour les visiteurs occasionnels, en environnement bruyant, il faut proposer des bouchons prémoulés ou un casque ; leur mise en place plus facile que celle des bouchons formables en mousse garantit en effet une meilleure protection auditive au néophyte.

Enfin, le coût et l'amortissement des PICB sont aussi des critères de choix. Les PICB les moins chers à terme sont les casques anti-bruit passifs et les bouchons moulés individuels car ils ont une durée de vie indicative de 4 à 5 ans. À titre de comparaison, un bouchon en mousse a un coût très faible mais, étant donné qu'il est jetable (une seule utilisation), ce coût augmente rapidement sur la durée. Enfin, les PICB à entrée audio et communicants sont les plus chers.

Le cas particulier des bouchons moulés individuels (BMI)

Les bouchons moulés individuels constituent un cas à part dans le sens où certains critères de choix ne s'appliquent pas et parce qu'ils présentent des exigences sur le long terme.
Les bouchons moulés individuels sont proposés avec une gamme de filtres allant d'une atténuation assez faible (de l'ordre de 15 dB) à une atténuation assez élevée (de l'ordre de 30 dB). Ainsi, le respect des critères de choix de l'atténuation est facilité. En revanche, ils ne sont pas utilisables dans les environnements extrêmement bruyants (sauf en double protection, c'est-à-dire couplés avec un casque anti-bruit).
Par ailleurs, certains des autres critères de choix sont implicitement respectés : ils sont plus faciles à mettre en place, plus confortables que les autres types de protections auditives (voir TF 293 dans *Bibliographie*), leur atténuation est uniforme ou contrôlée et ils sont généralement compatibles avec les autres EPI de leur porteur ; ils peuvent même, si besoin, être adaptés par le fabricant. En outre, les salariés les acceptent mieux car ils ont été réalisés spécialement pour eux, pour leur anatomie.
En revanche, ils sont fabriqués soit en silicone, soit en acrylique mais le choix de la matière n'est pas toujours proposé par le fabricant. Leur prix est bien plus élevé à l'achat que celui des autres types de bouchons et il faut une utilisation sur plusieurs années pour que leur coût soit ramené au niveau des bouchons jetables. Cela suppose qu'il n'y ait ni perte des bouchons, ni départ du salarié de l'entreprise. Pour qu'ils aient une durée de vie de 4 à 5 ans, l'utilisateur doit aussi les entretenir correctement. En particulier, le nettoyage doit être réalisé strictement en suivant les consignes du fabricant pour ne pas endommager ou obturer le filtre.
Dernier point, très important, ils sont moulés à la forme du conduit auditif de chaque individu et cette fabrication « sur mesure » présente le risque qu'il y ait des fuites le long du conduit auditif si l'empreinte ou le bouchon ont été mal réalisés, ou si le conduit auditif présente une forme très particulière. Il est donc fortement recommandé de les faire tester à la réception par le fabricant (voir annexe 4). Leur adaptation au conduit auditif peut se dégrader si la forme du conduit évolue, notamment en cas de forte perte ou prise de poids du porteur mais aussi avec l'âge, et il conviendra de les changer après au maximum 5 ans, ce qui exige un suivi. Certains fabricants proposent d'ailleurs des tests tous les deux ans, avec parfois le remplacement du filtre par précaution.
En ce qui concerne les fonctions supplémentaires, il n'existe pas aujourd'hui de bouchons moulés individuels avec atténuation active du bruit qui soient certifiés. En revanche, il existe des bouchons moulés individuels avec restitution du son, avec entrée audio ou communicants.



3. De la réception au renouvellement

3.1 Réception

L'efficacité d'un PICB doit être contrôlée à sa réception avant sa première utilisation afin de vérifier qu'il est bien adapté à son utilisateur, notamment en termes d'efficacité et de confort attendus.

Il est impératif que ce contrôle soit effectué par le fournisseur ou un tiers compétent (préventeur formé, infirmier d'entreprise…). Lors de ce contrôle, une première mise en place supervisée par ce tiers doit être faite avec un contrôle de l'étanchéité (l'utilisateur doit ressentir un décalage conséquent de son seuil d'audition, avoir un bon confort acoustique dans les zones bruyantes et ne pas sentir d'écart lorsqu'il bouche ses oreilles avec ses mains car l'atténuation du protecteur est normalement très supérieure).

Après les premières heures d'utilisation, l'utilisateur doit être interrogé sur le confort de la protection, sur son ergonomie (notamment la facilité de mise en place et de retrait en cas de port intermittent), les éventuelles gênes physiques et le sentiment de protection. En cas d'inconfort, il est recommandé avant tout changement d'essayer de convaincre l'utilisateur de respecter une période d'habituation, qui pourra aller jusqu'à 3 à 4 semaines. Si l'inconfort persiste ou si le PICB s'avère insupportable, il conviendra de proposer un autre type de PICB.

Certains fournisseurs proposent des systèmes dits « *fit-testing* » ou de « contrôle d'ajustement » qui permettent cette vérification d'efficacité (voir annexe 4). Dans ce cas, il est recommandé d'opter pour cette vérification à la réception de la protection. À cette occasion, le fournisseur pourra également rappeler à l'utilisateur les bonnes pratiques.

3.2 Formation avant utilisation

L'obtention de performances optimales des PICB est conditionnée par une sélection pertinente mais aussi par une utilisation correcte qui garantit leur efficacité. À cet effet, il faut dispenser une formation sur l'importance d'utiliser une protection auditive, sur sa mise en place, son bon usage ainsi que son entretien.

3.2.1 Sensibilisation à l'importance d'utiliser des PICB

La sensibilisation aux risques liés au bruit conditionne la motivation des utilisateurs à porter leurs PICB. Elle pourra être délivrée par les préventeurs de l'entreprise, le service de prévention et de santé au travail ou le fournisseur. Il est recommandé que l'information porte sur les points suivants :

– le risque de détérioration irréversible de l'ouïe si les PICB ne sont pas utilisés,
– les niveaux de pression acoustique lésionnels,
– les modalités de mise à disposition des PICB,
– l'influence de la durée de port sur la protection obtenue. Ce point est très important car l'efficacité de la protection diminue très rapidement lorsque le PICB n'est pas porté. À titre d'exemple, le tableau 5 présente la protection effective d'un PICB en fonction de la durée de non-port. Un protecteur offrant une atténuation globale de 30 dB lorsqu'il est porté 100 % du temps d'exposition (journée de travail de 8 h, soit 480 minutes) perdra 5 dB s'il n'est pas porté pendant seulement 1 minute. S'il n'est porté que la moitié du temps d'exposition, la protection effective chute à seulement 3 dB.

3.2.2 Formation à la mise en place

Pour obtenir l'atténuation acoustique souhaitée, il convient de former les utilisateurs à :
– l'importance d'une mise en place correcte des PICB sur leurs performances et la protection obtenue,
– la prise en compte des instructions d'utilisation du fabricant,
– l'importance, en fonction du type d'activité, de vérifier la bonne audibilité des messages verbaux et/ou des signaux d'avertissement et d'alarme.

Il faut aussi s'assurer que l'on porte son PICB dans le bon sens quand celui-ci comporte des bouchons ou coquilles droite/gauche.

Il faut enfin rappeler aux utilisateurs que le PICB doit être mis en place AVANT de pénétrer dans la zone bruyante et enlevé APRES être sorti de cette zone.

Casques anti-bruit (serre-tête)

Les casques anti-bruit sont généralement faciles à mettre en place ; il faut cependant veiller au positionnement et à l'ajustement corrects de l'arceau sur la tête (serre-tête) ou derrière la nuque (serre-nuque).
Il existe à la fois plusieurs tailles et plusieurs modèles, qui permettent de choisir le protecteur le mieux adapté ; cette exigence s'applique particulièrement aux coquilles montées sur casque. Il est recommandé d'utiliser des combinaisons certifiées qui assurent des ajustements optimaux.

Par ailleurs, il ne faut pas porter un casque anti-bruit au-dessus d'un bonnet car cela nuit à l'étanchéité des coussinets. D'autres dispositifs tels que lunettes, casque de protection, appareils de protection respiratoire, jugulaires de casque de protection de la tête, peuvent également entraver l'étanchéité du casque anti-bruit. Il faut donc utiliser des équipements compatibles : les fabricants en proposent, telles que les lunettes de protection à branches très fines ou à élastique, ainsi que des casques de protection intégrant une visière rabattable et des coquilles anti-bruit.

Bouchons d'oreille

Une mise en place incorrecte des bouchons, notamment une profondeur d'insertion insuffisante ou une mauvaise étanchéité (taille de bouchons inadaptée, pli lors de la mise en place…), peut générer une atténuation acoustique largement inférieure à celle attendue (en particulier aux basses fréquences). Une faible profondeur d'insertion risque, en outre, de permettre aux bouchons d'oreille de sortir lentement du conduit auditif.

Il convient donc de proposer une formation à la mise en place des bouchons d'oreille, combinée à un choix de produits et/ou de tailles. Ce sera aussi l'occasion de rappeler que les bouchons d'oreille doivent être manipulés avec des mains propres et qu'il est recommandé de s'assurer de la propreté du protecteur car il est en contact avec le conduit auditif.

Durée de non-port	min	0	1	2	10	60	240
	%	0	0,2	0,4	2,1	13	50
Exposition avec PICB	min	480	479	478	470	420	240
Protection effective	dB	30	25	23	17	9	3
Perte d'efficacité	%	0	17	23	43	70	90

Tableau 5 – Efficacité d'un PICB en fonction de la durée de non-port

3.3 Bon usage et entretien

Lors des premières utilisations, un temps d'habituation est nécessaire à l'utilisateur pour se familiariser avec son nouvel environnement sonore. Un PICB n'est efficace que porté, et bien porté ! Il faut donc porter systématiquement le PICB dans les zones bruyantes ou lors des périodes bruyantes, voire en permanence, de manière à ne pas modifier constamment la perception.

Les protections auditives doivent être stockées dans un endroit propre et sec. Il faut éviter leur contamination par des substances étrangères (liquides, poussières, particules…) ; c'est particulièrement vrai pour les PICB avec un filtre acoustique.

Les protections auditives réutilisables doivent être nettoyées correctement selon les préconisations du fabricant, *a fortiori* si elles sont munies d'un filtre acoustique. En effet, ces filtres sont généralement constitués d'une membrane qui peut être détériorée par certains nettoyages. Les bouchons prémoulés ne supportent qu'un nombre limité de nettoyages. Dès qu'ils sont amollis par le nettoyage ou marqués, il faut les remplacer.

Les coussinets des casques anti-bruit doivent être gardés intacts, sinon leur étanchéité est compromise ; dès qu'ils sont marqués ou usés, il faut les remplacer. L'effort de serrage de l'arceau des casques a également une grande importance. Si l'arceau est abîmé ou devenu trop flexible, il faut remplacer le casque anti-bruit.

Si les PICB incluent une batterie et des fonctions électroniques, il faut prévoir la gestion des batteries : recharge et remplacement.

Les bouchons d'oreille façonnables, en mousse en général, sont à usage unique et doivent être jetés après utilisation.

Il est fréquent qu'une dérive d'usage se produise. En particulier sur la bonne mise en place, le port systématique et immédiat dans les zones bruyantes ou encore sur l'hygiène. Il convient donc de surveiller le bon usage et de réitérer la formation quand des dérives sont constatées.

3.4 Renouvellement

L'employeur est responsable du renouvellement des PICB, dont les notices d'utilisation doivent mentionner soit une date de fin d'utilisation, soit une date de fabrication et une durée de vie. C'est donc à lui de s'assurer que les PICB ont bien été renouvelés à la fin de la durée d'utilisation spécifiée par le fabricant.

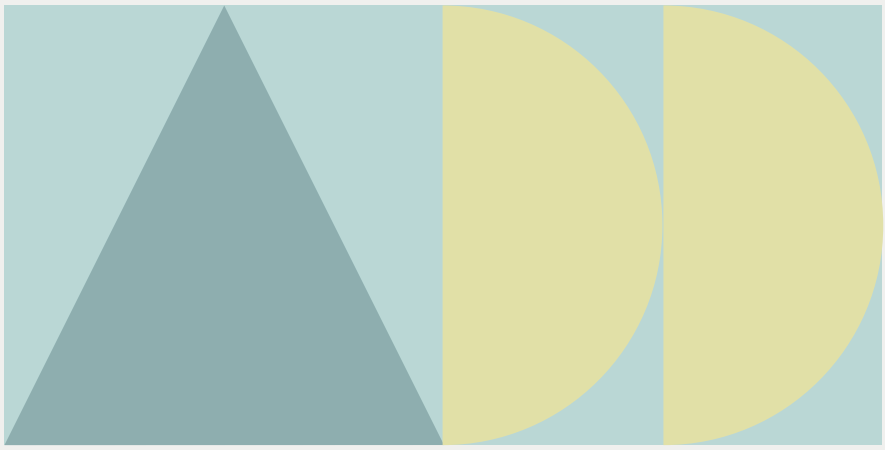
Le tableau 6 présente les durées d'utilisation indicatives en fonction du type de PICB.

À noter que certains fabricants, notamment de bouchons moulés sur mesure mais aussi d'autres types de protection, proposent de vérifier (avec des systèmes de contrôle de l'ajustement, voir annexe 4) que leurs PICB assurent toujours bien leur fonction protectrice à des échéances intermédiaires entre leur mise en service et leur fin de vie. Cela permet de se rassurer et présente en plus l'avantage de renouveler la formation et la sensibilisation des utilisateurs. Cette pratique est donc à encourager.

Au sujet de l'évolution physique du conduit auditif, qui pourrait compromettre la mise en place ou l'étanchéité des bouchons moulés sur mesure, la littérature ne montre pas de consensus. Certaines publications ne relèvent pas de changement de la forme du conduit auditif avec l'âge quand d'autres mettent en évidence une ovalisation. Dans le doute, il faut demander au fabricant de réaliser un test d'efficacité (voir § 3.1 et annexe 4) pour vérifier que l'atténuation n'a pas baissé ; le cas échéant, il conviendra de renouveler les bouchons moulés sur mesure.

Type de PICB	Durée d'utilisation indicative
Bouchon formable	Usage unique (jeter après une utilisation)
Bouchon préformé	1 mois
Casque anti-bruit	5 ans
Bouchons moulés sur mesure	4 à 5 ans

Tableau 6 – Durées d'utilisation indicatives en fonction du type de PICB



Bibliographie



Publications INRS

- Valeurs limites d'exposition au bruit et port de protecteurs individuels. Préconisations de l'INRS. Fiche pratique de sécurité. ED 133
- Évaluation des risques pour l'audition des opérateurs des centres d'appels téléphoniques et solutions de prévention. NS 289
- Atténuation acoustique apportée par la combinaison d'un bouchon d'oreille et d'un casque antibruit (double protection). NS 381
- Affaiblissement acoustique *in situ* des protecteurs individuels contre le bruit. Étude bibliographique. ND 2295
- Le bruit en milieu de travail. Aide-mémoire juridique. TJ 16
- Confort des bouchons d'oreille : déploiement d'un questionnaire d'évaluation en entreprise. TF 293
- Bruit : estimation de la protection réelle des PICB. Outil 22
- Pourquoi mettre des bouchons d'oreille au travail ? Anim-055

Document Afnor

Protecteurs individuels contre le bruit. Guide pour la sélection, l'utilisation et la maintenance (choisir, utiliser et entretenir). FD S78-100

Glossaire



PICB
Protecteur individuel contre le bruit (*HPD* en anglais pour *« Hearing Protection Device »*).

EPI
Équipement de protection individuelle.

Atténuation (ou affaiblissement) acoustique
Différence, en décibels, entre les seuils d'audition obtenus avec et sans protecteur auditif.
La norme NF EN ISO 4869-1 spécifie que les mesures subjectives de seuils d'audition doivent être réalisées pour 8 bandes d'octave (63[19], 125, 250, 500, 1 000, 2 000, 4 000 et 8 000 Hz) et auprès de 16 sujets d'essai. Ces mesures conduisent, pour chaque bande d'octave (*f*), à une valeur moyenne d'atténuation (M_f) sur les 16 sujets et à un écart-type (σ_f) associé.
f : fréquence centrale de la bande d'octave, en Hz
M_f : en dB, atténuation moyenne à l'octave de fréquence centrale f
σ_f : en dB, écart-type de l'atténuation à l'octave de fréquence centrale f
À partir de ces moyennes (M_f) et écarts-types (σ_f), d'autres valeurs d'atténuation (APV_{fx}, SNR_x, H_x M_x L_x) sont définies pour une efficacité de protection souhaitée de *x* %, où *x* correspond au pourcentage d'individus pour lequel la protection obtenue est supérieure ou égale à la valeur prédite. Dans la pratique cependant, la valeur d'efficacité de protection est souvent choisie égale à 84 % et, dans ce cas, le pourcentage n'est pas mentionné.

$APV_f = APV_{f,84}$: en dB, valeur de protection estimée (« *Assumed Protection Value* ») à l'octave de fréquence centrale f : $APV_f = M_f - \sigma_f$ (cette valeur correspond à une efficacité de protection de 84 %).
$APV_{f,98}$: en dB, valeur de protection à 98 % estimée à l'octave de fréquence centrale f. $APV_{f,98} = M_f - 2 \times \sigma_f$

SNR_x
En dB, indice global d'atténuation *(« Single Number Rating »)* pour une efficacité de protection de *x* %. Il correspond à l'atténuation globale obtenue pour un bruit rose, tel que défini dans la norme ISO 4869-2.
SNR = SNR_{84} : indice global d'atténuation pour une efficacité de protection de 84 %.

H_x M_x L_x
Valeurs d'atténuation, en dB, pour des bruits orientés aux hautes, moyennes et basses fréquences (H = High, M = Medium, L = Low) respectivement, pour une efficacité de protection de *x* %.
Les formulations de calcul des indices H_x, M_x et L_x sont explicitées dans la norme internationale ISO 4869-2. Ce sont des moyennes pondérées des atténuations apportées par la protection pour quatre bruits de référence donnés, tous d'orientation fréquentielle différente.
H, M, L : H_{84}, M_{84}, L_{84}, valeurs d'atténuation pour une efficacité de protection de 84 %.

$L_{EX,8h}$: Niveau d'exposition quotidienne au bruit, en dB(A).

$L_{pC,crête}$: Niveau de pression acoustique de crête, en dB(C).

$L'_{EX,8h}$: Niveau « résiduel » ou « effectif » (c'est-à-dire sous le PICB) d'exposition quotidienne au bruit, en dB(A).

$L'_{pC,crête}$: Niveau « résiduel » ou « effectif » (c'est-à-dire sous le PICB) de pression acoustique de crête, en dB(C).

ANR
Réduction active du bruit *(« Active Noise Reduction »).*

BMI
Bouchons moulés individuels.

19. La fréquence centrale de 63 Hz est facultative.

Annexes



Annexe 1. Certification des PICB

Les PICB mis à disposition des travailleurs doivent être conformes à la réglementation relative à la conception des équipements de protection individuelle. Les PICB choisis doivent obligatoirement porter le marquage CE.

Ce marquage atteste que l'équipement est conforme aux exigences essentielles du règlement européen 2016/425 sur les équipements de protection individuelle (EPI ou PPE en anglais). Le marquage CE est apposé sur le PICB par le fabricant ou le responsable de la mise sur le marché. En plus des deux lettres CE, le marquage doit indiquer : le nom, la marque commerciale ou l'identification du fabricant/distributeur et la désignation du modèle.

Dans la grande majorité des cas, les PICB sont certifiés par les organismes notifiés suivant des normes d'exigences (ces normes donnent présomption de conformité au règlement européen 2016/425 mais ne sont pas d'application obligatoire). Dans ce cas, les normes **doivent être mentionnées** dans la documentation.

Pour les PICB passifs, ce sont les normes suivantes[20] :
– s'il s'agit d'un casque anti-bruit (serre-tête) : EN 352-1,
– s'il s'agit de bouchons d'oreille : EN 352-2,
– s'il s'agit de coquilles montées sur casque de protection de la tête : EN 352-3.

Si aucune de ces trois normes n'est mentionnée, le produit n'est pas *a priori* un protecteur auditif, sauf s'il possède un certificat mentionnant sa conformité au règlement européen émis par un organisme notifié.

Par ailleurs, si la protection auditive propose des fonctions complémentaires, elle répond alors à des exigences supplémentaires. Les normes d'exigence correspondantes doivent être mentionnées **en complément d'une des trois normes précédentes.** Ce sont les suivantes :
– si la protection auditive est à atténuation dépendante du niveau : EN 352-4 (casque anti-bruit (serre-tête) ou coquilles (serre-tête) montées sur casque) ou EN 352-7 (bouchons d'oreille),
– si la protection auditive est à entrée audio pour le travail : EN 352-6 (casque anti-bruit (serre-tête) ou coquilles (serre-tête) montées sur casque) ou EN 352-9 (bouchons d'oreille),
– si la protection auditive est à entrée audio pour le divertissement : EN 352-8 (casque anti-bruit (serre-tête) ou coquilles (serre-tête) montées sur casque) ou EN 352-10 (bouchons d'oreille),
– si la protection auditive réduit activement le bruit : EN 352-5 (casque anti-bruit (serre-tête) ou coquilles (serre-tête) montées sur casque).

20. Ces trois normes posent des exigences :
– d'ajustabilité (dans la limite des gammes de taille déclarées pour le PICB),
– de tenue mécanique (au nettoyage, à la chute, à l'eau, au feu…),
– d'atténuations acoustiques minimales. Les valeurs H, M et L doivent être respectivement supérieures ou égales à 12, 11 et 9 dB et les valeurs de l'$APV_{f,98}$ du PICB doivent être supérieures à zéro,
– de marquage, sur le protecteur et sur son plus petit emballage, notamment des atténuations en valeurs H, M et L,
– d'informations devant figurer dans la notice : atténuations, date d'obsolescence, informations sur le nettoyage, mention des normes de certification…

Si la norme n'est pas mentionnée alors que le produit propose la fonction, le produit ne peut pas être utilisé comme un protecteur auditif (sauf s'il possède pour cette fonction un certificat émis par un organisme notifié qui mentionne sa conformité au règlement européen).

Pour certains produits, il n'existe pas de norme d'exigence donnant présomption de conformité au règlement européen pour les équipements de protection individuelle. Dans ce cas, il convient d'interroger le fabricant sur la procédure de certification suivie. Il s'agit notamment des protections auditives contre les bruits impulsionnels (utilisées par exemple pour le tir) et des bouchons d'oreille avec atténuation active du bruit (cependant, dans ce dernier cas, la norme prEN 352-11 est en préparation).

Le tableau 7 synthétise les normes d'exigence en fonction du type de port et du type de fonctionnalité des PICB.

	Type de port : serre-tête (ST), bouchons (B) ou serre-tête monté sur casque (STC)			Type de fonctionnement : passif (P), à atténuation dépendante du niveau (LD), à contrôle actif (ANR), à entrée audio pour le divertissement (audio divertisssement), à entrée audio pour le travail (audio travail)				
	ST	B	STC	P	LD	ANR	Audio divertissement	Audio travail
EN 352-1	x			x				
EN 352-2		x		x				
EN 352-3			x	x				
EN 352-4	x				x			
EN 352-5	x					x		
EN 352-6	x							x
EN 352-7		x			x			
EN 352-8	x						x	
EN 352-9		x						x
EN 352-10		x					x	

Tableau 7 – Normes d'exigence en fonction du type de port et du type de fonctionnalité des PICB

Annexe 2. Comportement des PICB à atténuation dépendante du niveau (aussi dits « à restitution du son »)

Cette annexe a pour objectif d'illustrer le comportement des PICB à atténuation dépendante du niveau présentés au § 1.2.1.

La figure 11 représente un exemple de l'évolution du niveau sonore sous un protecteur en fonction du niveau sonore extérieur (pour un bruit M). Les trois courbes correspondent chacune à un mode de fonctionnement : le mode passif (pas de restitution sonore), le mode de restitution minimale et le mode de restitution maximale.

En mode passif, l'atténuation étant toujours la même quel que soit le niveau sonore extérieur, cette évolution prend la forme d'une droite (courbe verte sur la figure 11).

En mode de restitution, le comportement dépend du niveau sonore extérieur :

- Pour les niveaux faibles, la restitution est la plus importante et le réglage a le plus d'impact : pour un bruit extérieur de 70 dB(A) par exemple, le niveau sonore sous le protecteur passe de 40 dB(A) en mode passif à 55 dB(A) en restitution minimale (courbe bleue clair, soit 15 dB(A) d'amplification par rapport au mode passif) et à environ 66 dB(A) en mode restitution maximale (courbe bleue foncé, soit 26 dB(A) d'amplification par rapport au mode passif).
- Au fur et à mesure que le niveau de bruit extérieur augmente, la restitution est de moins en moins

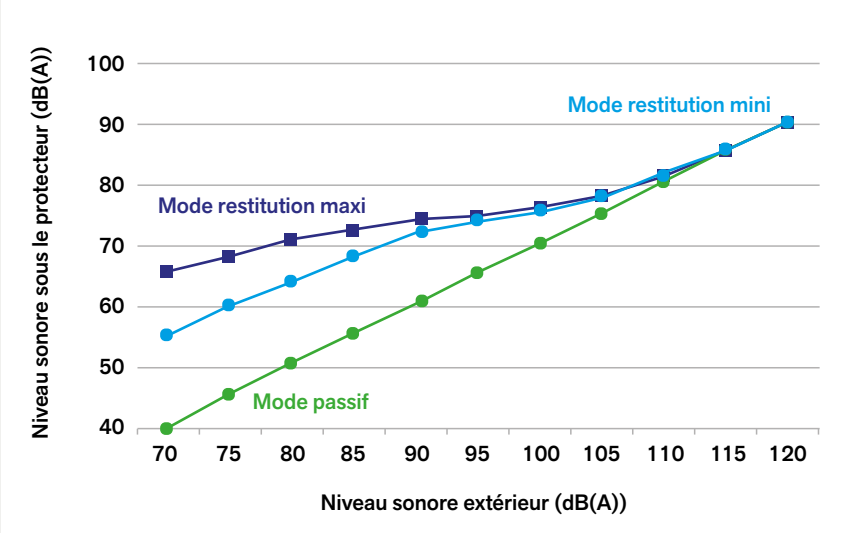


Figure 11 – Exemple d'un PICB à atténuation dépendante du niveau : évolution du niveau sonore sous le protecteur en fonction du niveau sonore du bruit extérieur (pour un bruit M)

importante (et le réglage de la restitution a de moins en moins d'effet).

- Enfin, à partir d'un bruit extérieur de niveau de 115 dB(A), il n'y a plus de restitution : le protecteur retrouve un comportement passif : les courbes bleues et la courbe verte se rejoignent sur la figure 11.

La figure 12 illustre graphiquement le niveau critère : pour un bruit donné, c'est le niveau de bruit extérieur à partir duquel le niveau du bruit résiduel sous le protecteur dépasse 85 dB(A), avec la restitution réglée au maximum. Dans cet exemple avec un bruit M, le niveau critère vaut environ 114 dB(A), ce PICB pourrait donc être utilisé dans un bruit extérieur dominé par les moyennes fréquences de niveau maximal 114 dB(A) sans que le niveau sous le protecteur ne dépasse 85 dB(A).

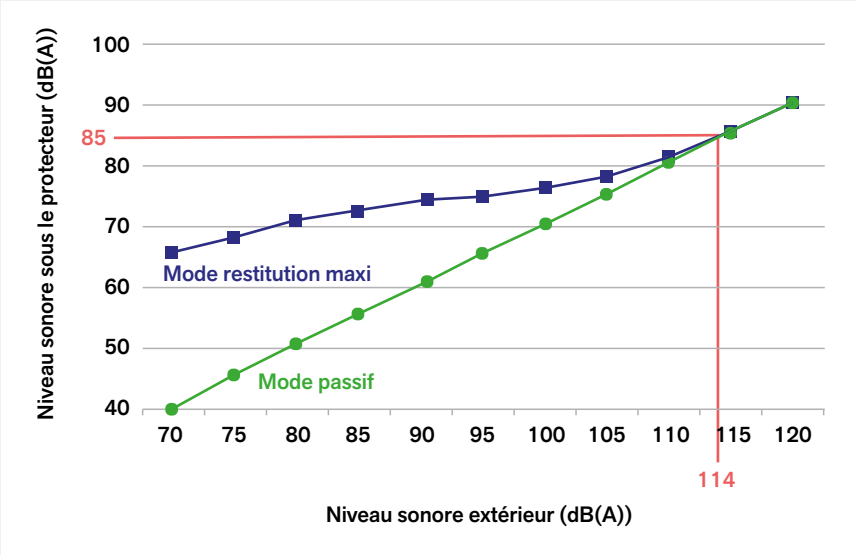


Figure 12 – Exemple d'un PICB à atténuation dépendante du niveau : illustration d'un niveau critère

Annexe 3. La calculette PICB

Pour savoir si une protection auditive est adaptée à une situation donnée d'exposition sonore, il convient de calculer ou mesurer le niveau acoustique pondéré A résiduel sous le PICB (appelé niveau acoustique effectif pondéré A).

Si on choisit le calcul, ce dernier est réputé conforme par le Code du travail s'il est effectué suivant les deux normes de référence[21] suivantes :
– la norme ISO 4869-2 : 1995 pour les bruits continus,
– la norme EN 458 : 2005 - Annexe B pour les bruits impulsionnels.

L'INRS propose sur son site un outil téléchargeable accompagné d'une notice d'utilisation pour effectuer ce calcul du bruit résiduel sous un protecteur auditif, avec une ou plusieurs des méthodes proposées par ces deux normes (voir Outil 22, dans *Bibliographie*).

Les données nécessaires sur l'exposition sonore

Pour choisir des PICB adaptés à la situation, il faut connaître l'exposition au bruit des personnes à protéger.

Les deux grandeurs de référence sont l'exposition sonore quotidienne $L_{EX,8h}$ et les niveaux de pression acoustique de crête $L_{pC,crête}$. Leurs valeurs sont connues si l'exposition au bruit a été mesurée.

Il arrive que l'exposition quotidienne au bruit ($L_{EX,8h}$) n'ait été qu'estimée et que l'employeur ne connaisse que le niveau de bruit équivalent au poste de travail (L_{Aeq}) sur quelques périodes. Dans ce cas, c'est ce niveau de bruit équivalent qui sera utilisé à la place du $L_{EX,8h}$.

En plus de ces données, il est nécessaire de connaître l'orientation fréquentielle du bruit, c'est-à-dire de savoir s'il est dominé par les basses, moyennes ou hautes fréquences. L'exposition au bruit peut avoir été mesurée par bande d'octave ou suivant les pondérations A et C simultanément. Dans ce cas, la calculette permet l'entrée de ces données et calcule elle-même l'orientation du bruit. Sinon, il sera demandé à l'utilisateur de la calculette de donner cette orientation en fonction de sa connaissance de la situation bruyante. S'il n'en n'a aucune idée, alors il lui faut choisir l'orientation basse fréquence, la plus défavorable.

Les méthodes de calcul

Pour les bruits continus, la norme ISO 4869-2 propose 3 méthodes de calcul du niveau acoustique résiduel sous le PICB. Seules 2 méthodes sont proposées par l'INRS dans la calculette. La troisième (dite méthode SNR) n'a pas été retenue car elle exige les mêmes données qu'une des deux autres mais elle est beaucoup moins précise. Le choix de la méthode dépend des données d'exposition connues.

a) Quand l'exposition au bruit a été mesurée par bandes de fréquences d'octave : utiliser la méthode par bandes d'octave, dite **« Méthode OB »**.

b) Quand l'exposition au bruit n'est pas connue par bandes d'octave et a été mesurée en pondération A et en pondération C : utiliser la méthode s'appuyant sur les atténuations HML du protecteur, dite **« Méthode HML »**.

c) Si l'exposition au bruit n'a été mesurée qu'en pondération A, il convient alors d'appliquer une troisième méthode, dite **« HML contrôle »** proposée par la norme EN 458. Attention, cette norme n'est pas citée dans le Code du travail et le résultat n'est donc qu'une recommandation.

d) Pour les bruits impulsionnels, la norme EN 458 propose une seule méthode, décrite dans l'annexe informative B, dite **« Annexe B EN 458 »**.

L'atténuation de la protection auditive

Pour les calculs, les normes s'appuient sur les valeurs d'atténuation acoustique affichées sur les notices et/ou les emballages des PICB, qui sont des valeurs maximales obtenues en laboratoire. Dans la pratique, l'atténuation réelle est en général inférieure aux valeurs affichées, et ce pour plusieurs raisons : principalement la mise en place, mais aussi les contraintes du travail, les facteurs humains, la fabrication et l'entretien du PICB, le type de champ sonore et le type de bruit, etc. L'INRS préconise, pour tenir compte de ce biais,

21. Ces méthodes sont limitées aux protecteurs passifs.

que le calcul soit réalisé pour une efficacité de protection de 98 %, soit un niveau de protection atteint (ou dépassé) par 98 % des porteurs[22].

Enfin, lorsque les salariés ne sont pas formés au port du PICB, la formation étant le facteur d'efficacité le plus important, l'INRS recommande aussi d'appliquer une décote aux performances du PICB basée sur l'étude bibliographique ND 2295 (voir *Bibliographie*) et qui dépend de son type : - 5 dB pour les casques anti-bruit (serre-tête) et les bouchons moulés individuels, -10 dB pour les autres bouchons (prémoulés, mousse…) et -7 dB pour les coquilles (serre-tête) montées sur casque.

22. Par conséquent, la calculette PICB proposée réalise les calculs pour une efficacité de protection de 98 %.

La calculette PICB de l'INRS applique automatiquement cette décote à l'efficacité de protection du PICB dès lors que les salariés sont déclarés non formés au port des PICB.

L'interprétation du résultat

L'interprétation du résultat doit être effectuée :
– par rapport à la réglementation qui impose que les valeurs limites d'exposition ($L_{EX,8h}$ = 87 dB(A)) et L_{pC} = 140 dB(C)) ne soient pas dépassées,
– par rapport aux recommandations figurant dans le fascicule de documentation FD S78-100 publié par l'Afnor et rappelées dans cette brochure (voir figure 10, § 2.2.1), dans le but de s'assurer que le PICB choisi garantit à la fois la protection du porteur et une bonne intelligibilité.

Annexe 4. Les systèmes de contrôle de l'ajustement (dits « *fit-test* »)

Il s'agit de méthodes de test individuel de la bonne efficacité d'un protecteur auditif – normativement, on parle de « contrôle de l'ajustement ». Il en existe quatre types :
– la simple mesure d'étanchéité,
– la mesure de part et d'autre de la protection auditive, dite méthode « F-MIRE » (pour *Field - Microphone In Real-Ear* : méthode de terrain avec microphone dans l'oreille réelle),
– la mesure d'égalisation de sonie entre les deux oreilles,
– la mesure dérivée de l'audiométrie.

Pour la mesure d'étanchéité, limitée aux bouchons d'oreille, on se contente de mettre en pression le conduit auditif et de voir à quelle vitesse cette pression diminue. Cette mesure de l'étanchéité permet seulement de garantir qu'un bouchon est bien moulé ou à la bonne taille et correctement porté (elle ne mesure pas l'atténuation).

La méthode F-MIRE consiste à mesurer simultanément la pression acoustique extérieure à proximité du protecteur et la pression acoustique dans le conduit auditif, proche du tympan (avec pour cette dernière un microphone miniature sous le protecteur auditif). La différence entre la mesure extérieure et la mesure proche du tympan (corrigée par la fonction de transfert moyenne du conduit auditif) peut ensuite être comparée à l'atténuation théorique.

La méthode subjective d'égalisation de sonie consiste à demander à des personnes d'équilibrer l'intensité de sons perçus alternativement par chacune de leurs deux oreilles, sans protecteur, puis avec une oreille protégée, puis avec les deux oreilles protégées. Les différences entre les configurations fournissent directement les niveaux d'atténuation.

Les méthodes dérivées de l'audiométrie, qui peuvent être accélérées (par balayage, uniquement en front montant) ou partielles (limitées à certaines octaves) réalisent une mesure de seuil d'audition avec et sans protecteur, l'atténuation étant obtenue par simple différence entre les deux mesures.

Toutes ces mesures, à l'exception de la mesure d'étanchéité, permettent un contrôle de l'atténuation et donc de s'assurer que le protecteur présente l'efficacité attendue. Cela dit, il s'agit bien d'un contrôle et non pas d'une mesure d'efficacité, ces méthodes n'étant ni normalisées ni certifiées. Bien appliquée, la méthode F-MIRE est la plus fiable et la plus précise. Les méthodes dérivées de l'audiométrie surévaluent l'atténuation et sont moins précises mais elles fonctionnent. Enfin, la méthode subjective d'égalisation est très peu précise et surtout non universelle, donc à proscrire.

De manière générale, un test « *Fit-test* » permet non seulement de contrôler un protecteur, mais aussi d'apprendre à le mettre correctement en place.

Toutes les publications de l'INRS sont téléchargeables sur
www.inrs.fr

Pour commander les publications de l'INRS au format papier
Les entreprises du régime général de la Sécurité sociale peuvent se procurer les publications de l'INRS à titre gratuit auprès des services prévention des Carsat/Cramif/CGSS.

Retrouvez leurs coordonnées sur www.inrs.fr/reseau-am

L'INRS propose un service de commande en ligne pour les publications et affiches, payant au-delà de deux documents par commande.

Les entreprises hors régime général de la Sécurité sociale peuvent acheter directement les publications auprès de l'INRS en s'adressant au service diffusion par mail à service.diffusion@inrs.fr

Achevé d'imprimer par Corlet imprimeur – XXXXXXX lieu d'impression
N° d'imprimeur : XXXXXXX – Dépôt légal : mois 20XX – Imprimé en France

Lorsque les mesures de prévention collective ne suffisent pas pour préserver la santé et la sécurité des salariés exposés au bruit, le port de protecteurs individuels contre le bruit (PICB) représente une alternative incontournable.
Il existe aujourd'hui une grande diversité de protecteurs (bouchons d'oreilles et casques anti-bruit soit passifs, soit avec électronique) qui peut rendre difficile le choix de PICB adaptés aux situations de travail et aux travailleurs.
Ce guide s'adresse aux préventeurs et aux personnels de santé au travail, aux employeurs ainsi qu'à toute personne qui doit procéder à la mise à disposition de PICB pour les salariés. Il présente les différents types de PICB, les critères de choix à prendre en compte, le cadre normatif et réglementaire ainsi que les actions à réaliser tout au long du cycle de vie du PICB.



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail
et des maladies professionnelles
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris
Tél. 01 40 44 30 00 • info@inrs.fr

Édition INRS ED 6510
1re édition | septembre 2023 | 1 000 ex. | ISBN 978-2-7389-2836-8

L'INRS est financé par la Sécurité sociale
Assurance maladie - Risques professionnels

www.inrs.fr