



# La réduction active du bruit

Comme pour chacun des risques professionnels auquel les travailleurs sont exposés, le bruit au travail doit d'abord être combattu par des protections collectives. Cependant, il peut arriver que celles-ci ne soient pas adaptées à l'environnement de travail ou qu'elles ne puissent être suffisamment efficaces. Dans ces cas, le recours à des protecteurs individuels contre le bruit (PICB) s'avère nécessaire. De nombreux produits

existent, apportant une isolation phonique très efficace. Toutefois, il faut avoir en tête deux critères importants :

- le PICB doit protéger du bruit, mais juste ce qui est nécessaire pour ne pas isoler complètement le porteur de son environnement ;
- il doit aussi être porté tout au long de la période de travail. Ne pas en porter même sur une courte durée a un impact énorme sur l'efficacité.

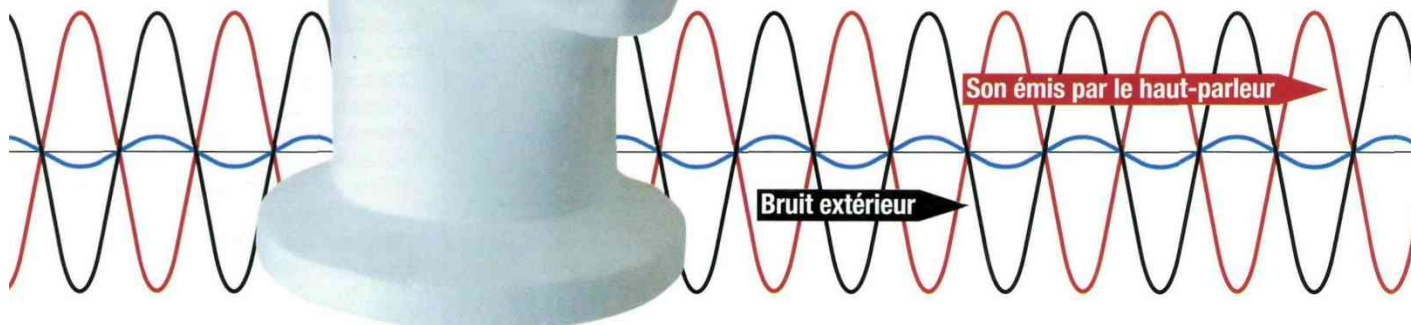
On devra ainsi, au moment du choix de la protection, tenir compte de ces deux critères de la communication et du confort, gage du port de l'équipement. Ce choix sera le fruit d'une analyse des risques et des contraintes liés au poste de travail et à son utilisateur (type de bruit, niveau d'exposition, durée d'exposition, chaleur, besoins de communication...). Deux types de PICB s'offrent au préventeur. Les protecteurs dits passifs, qui font simplement obstacle au passage du son entre l'extérieur et l'oreille de l'individu. Et les protecteurs dits « avec électronique ou à atténuation dépendante du niveau » qui adaptent le niveau de protection au niveau sonore.

## Protecteurs à atténuation dépendante du niveau

Ces derniers se divisent en deux familles. Des filtres mécaniques non-linéaires se fermant progressivement lorsque le bruit augmente permettent d'atténuer plus ou moins les sons traversant le protecteur. On peut aussi recréer ce principe par une retransmission électronique du bruit extérieur : les sons extérieurs sont captés et reproduits à l'intérieur du casque (microphone, ampli et haut-parleurs, avec boucle électronique de coupure). On peut ainsi limiter le niveau dès lors qu'il dépasse un certain seuil (généralement entre 75 et 80 dB). Ainsi en période non bruyante, l'utilisateur n'est pas isolé phoniquement



◀ Casque utilisé dans l'aviation.





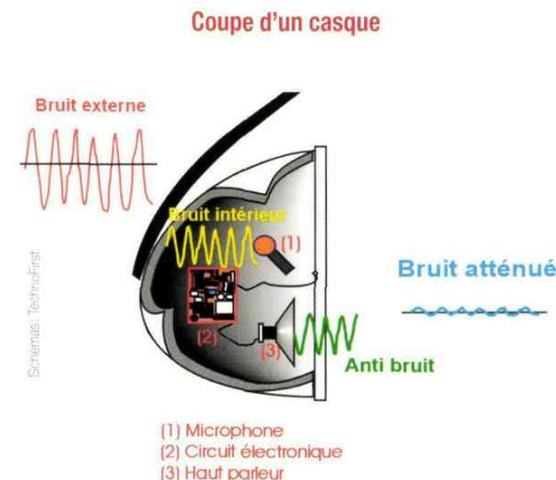
et peut continuer à communiquer avec son entourage. La première famille (filtre mécanique) est dédiée aux tireurs. La seconde est très adaptée à la protection auditive en environnement à bruit fluctuant comme par exemple le travail en bord de voies ferrées. Les ouvriers entendent tout à fait le train arriver mais le bruit de son passage est réduit. Un environnement industriel avec passages fréquents de chariots automoteurs peut être également une bonne application. Attention toutefois aux bruits impulsifs rapides auxquels les systèmes avec retransmission sont peu adaptés.

On peut, sur certains serre-tête, avoir une fonction « danger », via une entrée audio, qui permet, en cas d'urgence, la transmission d'alarmes spécifiques ou de messages vocaux dépassant le seuil (sapeurs-pompiers, par exemple).

Si la plupart des PICB de cette catégorie sont constitués de serre-têtes aptes à contenir les équipements nécessaires, il a été développé récemment, grâce aux progrès de la miniaturisation, des protecteurs intra-auriculaires de ce type.

### Réduction active

Les protecteurs passifs ont un défaut : si les bruits de moyenne et haute fréquence sont bien atténués, ils sont beaucoup moins efficaces sur les sons de basse fréquence. C'est là qu'interviennent les systèmes de réduction active du bruit. L'idée a été découverte en 1933 par Paul Lueg, un ingénieur allemand : si on ajoute, à un son donné, un son identique mais en exacte opposition de phase, le bruit est supprimé. En effet, la suppression correspond à la dépression du contre-bruit, à la constante de temps de la boucle de



contrôle près. Ce système est évidemment plus facile à mettre en œuvre dans les basses fréquences (250 à 300 Hz) où la période du signal et la forme des ondes s'y prêtent. On obtient couramment dans ces gammes d'ondes des réductions supplémentaires de l'ordre de 10 dB par rapport à la protection passive. Comme pour le système précédent, la mesure est faite grâce à un microphone à l'intérieur du casque et reproduite en temps réel en opposition de phase par les haut-parleurs par le biais d'une « boucle » électronique de contrôle qui traite le signal (on parle de contrôle en « feedback »). Encore une fois, le temps de réponse de l'électronique est tel que le système peut être gêné par des bruits impulsifs ou fluctuant très rapidement. Il est cependant très adapté aux bruits basse fréquence établis, comme ceux que l'on rencontre dans nombre d'environnements industriels comme les

menuiseries, les ateliers avec systèmes d'aspiration bruyants, certaines presses de fonderie, etc. Ce type d'EPI doivent être rechargés et on s'aperçoit qu'ils sont principalement utilisés soit par des TPE où les utilisateurs sont suffisamment concernés pour assurer eux-mêmes la maintenance, soit par des grosses entreprises plus structurées.

Les PICB actifs ne se trouvent que sous forme de serre-tête et le matériel installé les rend un peu plus lourds que les protecteurs classiques.

### Autres applications

Le principe de réduction active du bruit trouve en général des applications en milieux confinés, comme ceux des PICB. On trouve également des applications en milieu industriel comme des circuits de ventilation où les canalisations servant de guides d'ondes et la présence d'un champ sonore connu et stable facilitent la maîtrise de l'émission du contre-bruit. Plusieurs applications ont vu le jour dans les domaines militaires ou industriels de haute technologie, notamment pour réduire le bruit dans les cockpits d'avions, dans les cabines de conduite de trains, mais aussi dans les tubulures d'échappements de moteurs automobiles. Des essais sont en cours pour la mise au point de systèmes de réduction active installés dans les appuie-tête d'avions pour augmenter le confort des passagers. Des recherches sont également conduites pour l'insonorisation active d'habitacles de voitures haut de gamme mais les conditions sont très difficiles à maîtriser.

On atteint sans doute là les limites actuelles de la réduction active du bruit qui font que, dans certaines conditions sonores avec des bruits très fluctuants au champ sonore complexe et non stationnaire, le contrôle actif du bruit peut devenir très difficile car il faut être capable de générer un contre-bruit aussi complexe et instationnaire. Au risque que l'intervention ajoute encore au bruit global. ■

M. B.

Avec la collaboration de Nicolas Trompette, chargé de recherche au Laboratoire d'acoustique de l'INRS à Vandœuvre-lès-Nancy (54) et de la société TechnoFirst.

