



# Le logiciel AudioGT

## Intérêt dans la surveillance médicale et la prévention collective des risques dus au bruit

*Un nouveau logiciel est proposé aux médecins du travail pour la surveillance médicale des travailleurs exposés au bruit. Dédié à l'analyse de données audiométriques, la spécificité de ce logiciel est de rendre possible et aisée une estimation du niveau de risque attribuable à l'exposition au bruit professionnel d'un collectif de travail, tel que celui d'un atelier ou d'une entreprise. L'objectif de cet article est de présenter l'intérêt pour la prévention et les fonctions principales de ce logiciel.*

Dans les entreprises confrontées aux problèmes de bruit, le médecin du travail peut être amené à se poser un certain nombre de questions à la suite de l'interprétation des résultats des audiogrammes : Que penser de l'ampleur des pertes auditives constatées dans la population exposée ? Comment présenter aux partenaires de l'entreprise un résultat fiable, quantifiant le risque lié au bruit à partir des données médicales relatives à l'état auditif de la population exposée ? Comment agir dans une optique de prévention collective ?

L'évaluation et le mesurage des niveaux de bruit constituent, à l'évidence, une source d'information pour quantifier l'ampleur du risque et pour identifier les postes de travail les plus exposés. Cependant, l'approche sonométrique du risque lié au bruit peut être limitée pour plusieurs raisons : les carrières professionnelles sont de plus en plus variées, de nombreux postes de travail sont exposés de façon non continue au bruit (exemple : agents de maintenance ou d'entretien), les mesures d'exposition au bruit - nécessairement limitées en durée et en étendue parmi tous les travailleurs exposés - peuvent ne représenter que très imparfaitement l'exposition de certains travailleurs, etc.

Dans ces conditions, l'analyse des pertes auditives d'un groupe de travailleurs offre une clé supplémentaire pour évaluer l'ampleur du risque lié au bruit dans une entreprise. Elle impose des méthodes de saisie des données et d'interprétation des résultats prenant en

compte des facteurs extraprofessionnels susceptibles d'altérer l'audition et à la quantification du niveau de risque auditif. C'est ce qui devient possible et aisé avec le logiciel AudioGT.

### Contexte réglementaire

Les instructions techniques que doivent respecter les médecins du travail assurant la surveillance médicale des travailleurs exposés au bruit ont été spécifiées par un arrêté ministériel datant de janvier 1989 [1]. Cet arrêté comprend un chapitre intitulé « Interprétation et communication des résultats », mentionnant très explicitement que « le médecin est tenu de donner des renseignements quantifiés de caractère collectif, afin de permettre l'amélioration de la prévention ou le renforcement des mesures d'hygiène ».

En 2006, la législation a été modifiée [2]. Dans la partie relative à la surveillance médicale, le Code du travail actuel précise (art. R. 4435-5) « qu'un arrêté détermine les recommandations et fixe les instructions techniques que respecte le médecin du travail ». À la date de publication de cet article, aucun arrêté lié explicitement à cet article du Code du travail n'est paru. Dans ces conditions, il convient de se référer à l'arrêté datant de 1989.

Même si la législation en vigueur aujourd'hui est moins détaillée qu'antérieurement sur le point précis

L. THIÉRY\*, J.C. DUCLOS\*\*,  
J.C. NORMAND\*\*

\* Département Ingénierie des équipements de travail, INRS.

\*\* Institut universitaire de médecine du travail, Université Claude Bernard Lyon 1.



Documents pour le Médecin du Travail  
N° 117  
1<sup>er</sup> trimestre 2009

de l'analyse collective des risques liés au bruit, il reste impératif pour le médecin du travail de formuler un avis destiné à l'employeur « lorsqu'une altération de l'ouïe est susceptible de résulter d'une exposition au bruit sur le lieu de travail ».

## Origine du logiciel AudioGT

AudioGT a été conçu en reprenant les principales fonctions d'un produit conçu et développé, dans les années 90, par des médecins du travail et une association liée à l'Institut universitaire de médecine du travail de Lyon, l'association « Bruit, Recherche, Prévention » [3, 4]. Il est développé et diffusé par l'INRS.

Afin de quantifier le risque auditif constaté dans un groupe de travailleurs, des médecins du travail avaient élaboré et validé antérieurement un indicateur spécifique de pertes auditives, nommé « la Perte Auditive Moyenne (PAM) standard » [5, 6]. Le calcul de la PAM standard, qui intègre une modélisation de l'effet de l'âge, se base sur les pertes auditives aux fréquences 2000 et 4000 Hz. Ils ont montré que cet indicateur permettait d'agrèger des données audiométriques collectées dans des groupes de travailleurs d'âges variés [6]. À la même époque au Québec, une autre méthode d'analyse collective des audiogrammes a été élaborée puis validée [7], basée sur un indicateur spécifique, nommé « Pertes auditives significatives ».

L'intérêt de ces démarches était de décrire la nuisance acoustique d'un atelier par sa résultante pathologique qu'est la surdité.

## Quantifier la nuisance liée au bruit professionnel

La spécificité du logiciel AudioGT est donc d'offrir au médecin du travail les fonctions d'analyses utiles pour quantifier l'ampleur de la nuisance acoustique dans un groupe de salariés (ceux d'un atelier, d'une entreprise, etc.) à partir des résultats de la surveillance audiométrique (figure 1).

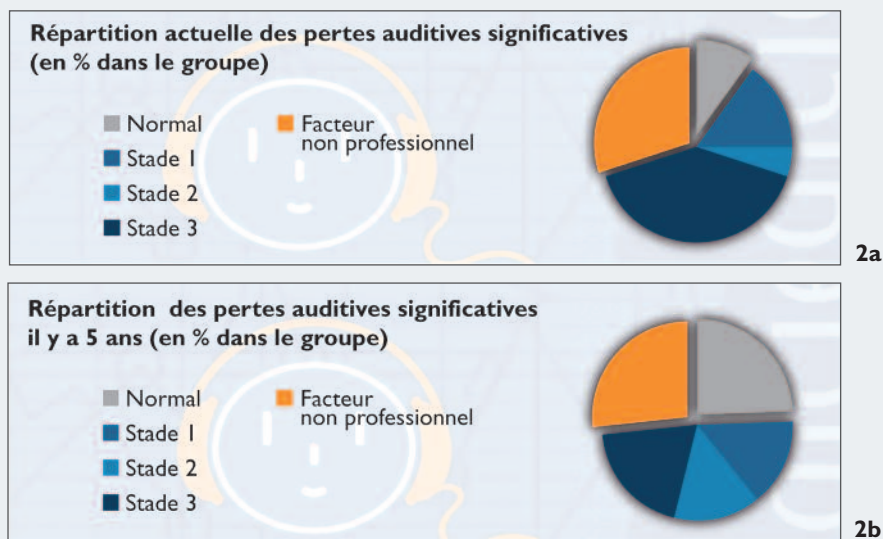
Après définition du groupe de travailleurs à étudier, le logiciel fournit différents résultats sur le niveau d'audition du groupe : la PAM standard du groupe, la répartition des pertes auditives du groupe, parmi plusieurs stades de gravité. Préalablement, il faut questionner les travailleurs afin de détecter la présence éventuelle de facteurs extraprofessionnels susceptibles d'altérer l'audition (certains antécédents ou des pathologies à retentissement sur l'audition, l'exposition à des bruits intenses d'origine non professionnelle).

La figure 2 donne un exemple (fictif) de présentation de résultats issus de AudioGT. Le groupe des travailleurs étudiés a été suivi en audiométrie durant plusieurs années et le médecin veut présenter à l'entreprise les résultats collectifs, anonymes. AudioGT fournit la répartition (en nombre et en pourcentage) des membres du groupe selon les critères suivants :

- personnes présentant un ou des facteurs extraprofessionnels susceptibles d'altérer l'audition. Dans ce cas et afin de limiter les facteurs de confusion, les personnes ne sont pas incluses dans la suite de l'analyse ;
- personnes dont l'audition est normale compte tenu de l'effet de l'âge (« normal ») ;



**Fig. 1 :** Écran principal de AudioGT, permettant d'accéder aux fonctions principales (saisie des données personnelles, saisie des données relatives à l'entreprise, étude des pertes auditives dans un groupe de travailleurs) et à quelques fonctions annexes (utilitaires).



**Fig. 2 : Exemple (fictif) de résultat collectif susceptible d'être présenté à une entreprise. La répartition des pertes auditives des travailleurs d'un atelier (parmi plusieurs stades de gravité d'atteintes auditives) a été analysée par AudioGT à deux périodes espacées de 5 ans.**

- personnes présentant une perte auditive significativement liée au bruit professionnel, qui s'aggrave de « stade 1 » à « stade 3 » (cf. annexe p. 115).

AudioGT fournit la répartition des pertes auditives en se basant sur le dernier audiogramme de chaque membre du groupe, mais aussi en se basant sur les audiogrammes antérieurs éventuels (figure 2). L'analyse des audiogrammes les plus récents fournit le camembert 2a, l'analyse des audiogrammes effectués il y a 5 ans dans le même groupe fournit le camembert 2b. La comparaison de ces deux figures permet au médecin d'expliquer à l'entreprise que les pertes auditives du groupe se sont aggravées nettement en 5 ans : diminution des atteintes auditives « normales compte tenu de l'âge », augmentation du pourcentage des pertes auditives significativement liées au bruit et aggravation du stade d'atteinte. De la même façon, AudioGT permet de comparer l'évolution de la PAM standard du groupe entre deux périodes d'examens audiométriques.

Bien évidemment d'autres résultats sont disponibles, tels que les pourcentages de personnes dont les pertes d'audition atteignent ou dépassent un seuil spécifié : celui du tableau 42 avec les seuils de 30 et 35 dB, celui de l'indicateur précoce d'alerte D(346) avec le seuil de 35 dB. Ces résultats ne tiennent pas compte de l'effet de l'âge sur les pertes auditives, contrairement à l'analyse antérieure ayant conduit aux diagrammes de la figure 2, ce qui peut conduire à des difficultés d'interprétation si le groupe étudié s'avère très hétérogène en âge. Pour le médecin du travail, l'intérêt du logiciel AudioGT est de fournir différents types de résultats collectifs, qui peuvent être combinés et comparés en vue de rendre leur interprétation plus consistante.

## Saisir et interpréter un audiogramme

Examinons comment s'effectuent avec AudioGT la gestion et l'interprétation des audiogrammes, au plan individuel. Quand une personne est sélectionnée et que le médecin consulte son dossier audiométrique, AudioGT fournit les informations disponibles selon l'illustration de la figure 3.

Le bandeau supérieur de cet écran comprend plusieurs boutons, ayant les fonctions principales suivantes :

- saisie d'un nouvel audiogramme (bouton « Audiométrie »),
- consultation des autres parties du dossier de la personne (identité, carrière professionnelle, antécédents et pathologies ORL),
- consultation d'autres résultats (comparaisons, résultats numériques détaillés, liste de diagnostics établis par AudioGT).

Comment saisir un nouvel audiogramme ? La saisie peut être manuelle, selon un mode très convivial : par clic de souris, directement sur une grille audiométrique semblable à celle de la figure 3. La saisie des valeurs numériques elles-mêmes est possible également. Un interface de AudioGT a été prévu en cas d'usage d'un audiomètre numérique, afin d'éviter de saisir à nouveau ces données. Toutefois, dans la version 1 du logiciel, cet interface n'est réalisé qu'à titre de test, avec un seul audiomètre numérique.

Pour guider l'interprétation d'un test audiométrique réalisé en conduction aérienne, AudioGT propose deux moyens, indiqués sur la figure 4.

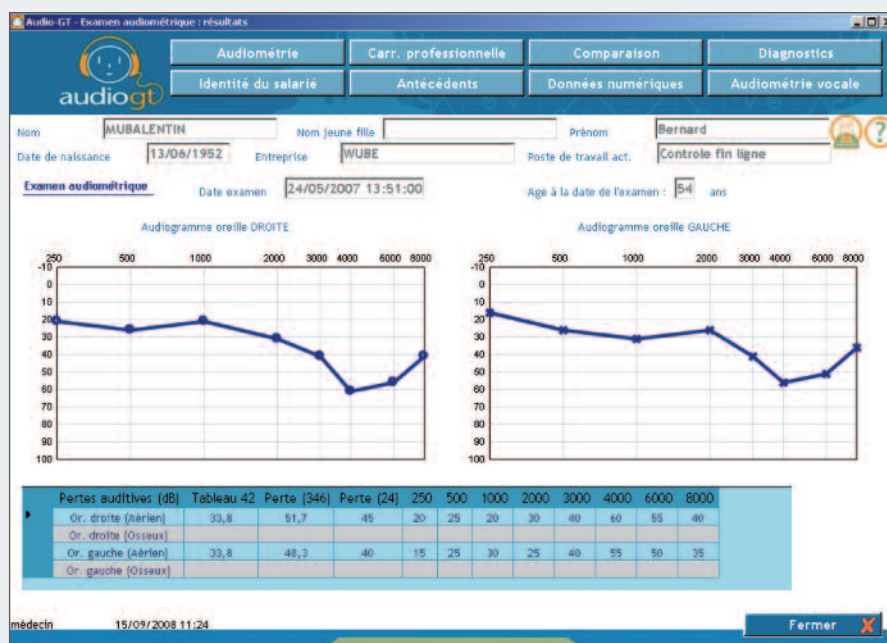


Fig. 3 : Écran affichant le dernier audiogramme d'un travailleur. Pour faciliter son interprétation, le médecin peut consulter les antécédents, la carrière professionnelle ou les examens audiométriques antérieurs de la personne via les boutons de navigation placés en haut de l'écran.

La première indication correspond à la zone bleue de la figure 4. Elle concerne les pertes d'audition de populations témoins, non exposées au bruit professionnel, de même âge et même sexe que la personne, décrites dans la norme NF EN ISO 7029 [8]. Il s'agit de données statistiques, qui restent informatives et ne peuvent, en aucun cas, définir pour la personne sélectionnée la perte auditive « qui serait due à son âge ». La description statistique des pertes d'audition est effec-

tuée ici à l'aide de deux quantiles : la partie supérieure de la zone bleue correspond au niveau d'audition médian (50 % de la population témoin a des pertes auditives supérieures), la partie inférieure de la zone bleue correspond au quantile 10 % (10 % de la population témoin a des pertes auditives supérieures).

La seconde indication disponible aisément avec AudioGT correspond à la courbe rouge indiquée sur la partie inférieure de la figure 4. Quand une per-

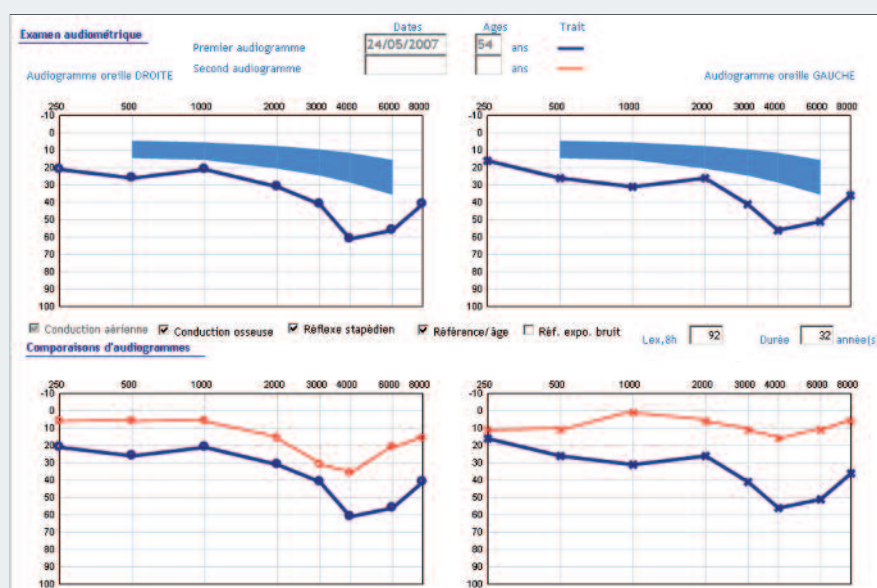


Fig. 4 : Comparaison du dernier audiogramme d'une personne (courbe bleue) : (a) avec les données statistiques sur l'audition d'une population témoin de même âge et même sexe, non exposée au bruit professionnel (zone bleue) ; (b) avec un audiogramme antérieur de cette personne (courbe rouge).

The screenshot shows the 'Carrière professionnelle : synthèse' window in AudioGT. It contains several sections:

- Header:** Buttons for 'Créer Travail actuel', 'Finir Travail Actuel', 'Ajout Carr. Antérieure', 'Audiométrie', 'Modif. Travail Actuel', and 'Modif. Carr. Antérieure'.
- Personal Info:** Nom salarié: MUBALENTIN, Prénom salarié: Bernard, Date naissance: 13/06/1952.
- Travail actuel et exposition au bruit:**
  - Entreprise: WUBE, Atelier: Fabrication de boîtes
  - Poste de travail: Contrôle fin ligne, Qualification: (empty)
  - Date de début: 04/01/1999, Métier: (empty)
- Exposition au bruit dans le travail actuel:**
  - Lex, 8h dB(A): 88, Durée d'exposition (en mois): 99
  - Groupes d'exposition: Contrôle fin ligne, Type PICB: Bouchons d'oreille adaptable
  - Identifiant de la mesure de bruit: Sortie ligne 1 - 2005 - 1, Fréquence du port PICB: Environ 90 % du temps
- Carrière professionnelle antérieure et exposition au bruit:**

Date de début	Date de fin	Durée	Entreprise	Poste	Classe de bruit	Atelier	Qualification	Métier
05/1976	12/1998	272	WUBE	Soudage	[90 à 95]	Fabrication de boîtes		
01/1975	04/1976	16		Décolletage	[85 à 90]	Produits longs		
- Exposition au bruit dans toute la carrière professionnelle:** Niveau de bruit: 91,6, Durée d'exposition (en mois): 387

**Fig. 5 : Caractéristiques de la carrière professionnelle d'une personne, vue sous l'angle de son exposition au bruit. Le lien entre un travailleur et son exposition au bruit s'effectue en définissant son travail actuel et son appartenance à un groupe d'exposition.**

sonne dispose de plusieurs audiogrammes, AudioGT permet de sélectionner les dates de deux audiogrammes et affiche les courbes correspondantes, avec les valeurs numériques quantifiant l'aggravation des pertes auditives constatées entre les deux dates de visite médicale.

Ces résultats concernent l'audiométrie en conduction aérienne. Toutefois si des tests audiométriques complémentaires sont effectués (test en conduction osseuse, recherche du réflexe stapédien, audiométrie vocale), AudioGT permet leur saisie et leur consultation avec les mêmes fonctionnalités que pour l'audiogramme en conduction aérienne.

ciées sur l'exposition au bruit sont disponibles, elles peuvent être saisies dans AudioGT via l'appartenance à un groupe d'exposition. AudioGT dresse un bilan du déroulement de la carrière professionnelle, vue sous l'angle de l'exposition au bruit, tel que le montre la *figure 5*. Ce bilan fournit deux estimations du niveau de bruit et de la durée de l'exposition : pour le travail actuel et pour l'ensemble de la carrière professionnelle. Ces estimations restent indicatives, mais il peut être judicieux de les comparer aux pertes auditives de la personne.

## Gestion de l'exposition au bruit

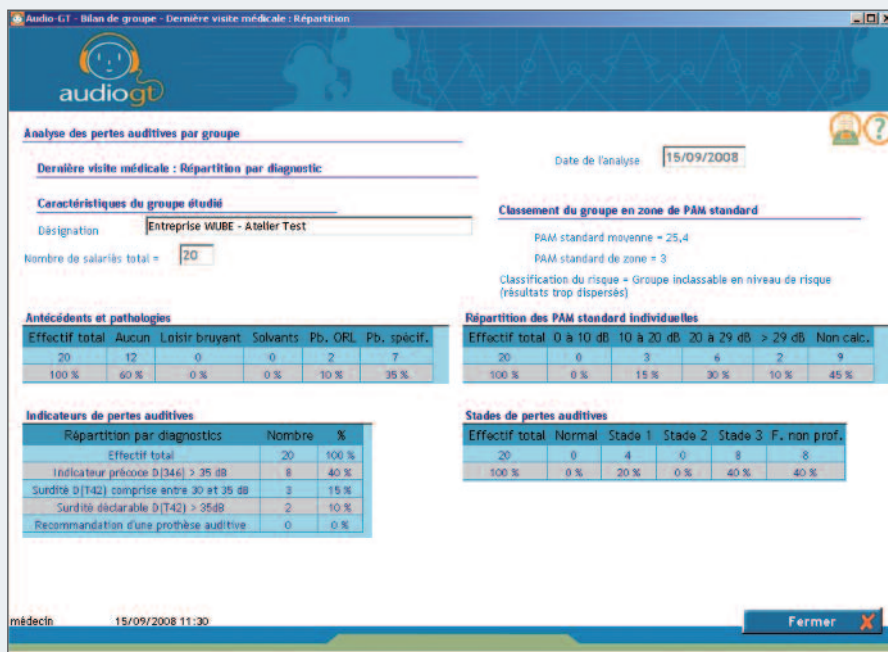
AudioGT permet de gérer les résultats de l'évaluation ou du mesurage du bruit auquel les travailleurs sont exposés. Les données relatives aux entreprises, aux ateliers, aux postes de travail sont accessibles depuis l'écran principal du logiciel (*figure 2*). Les informations relatives à l'évaluation du bruit doivent être reliées à des groupes d'exposition.

Pour les travailleurs exposés, il convient de renseigner en premier lieu leur travail actuel (entreprise, atelier ou poste de travail). Ces données sont indispensables et conditionnent l'étude sur les atteintes auditives d'un groupe. Si des informations circonstan-

## Résultats collectifs détaillés

AudioGT propose plusieurs critères de sélection afin de constituer le groupe dont on souhaite analyser les pertes d'audition : appartenance à une entreprise, à un ou plusieurs ateliers, à un métier, etc. La sélection du groupe est la seule opération à effectuer avec AudioGT pour obtenir les résultats collectifs.

La *figure 6* présente un des quatre écrans fournissant les résultats d'un groupe. Cet écran indique le classement du groupe parmi les zones de PAM standard et comprend plusieurs tableaux. Si leur lecture peut paraître compliquée, il faut rappeler qu'aucune méthode d'analyse ne peut être la clé de « la bonne interprétation ». C'est bien en comparant et en analysant différents types de résultats qu'il devient possible d'élaborer un diagnostic sur le risque collectif qui soit suffisamment précis et nuancé. À signaler, enfin, la possibilité pour le médecin de consulter la liste des



**Fig. 6 : Résultats relatifs aux pertes d'audition dans un groupe de travailleurs. AudioGT analyse des pertes auditives du groupe selon plusieurs méthodes : dénombrement simple (pourcentages d'atteintes selon le critère légal D(T42) > 35 dB et selon l'indicateur précoce d'alerte), analyse sous contrôle de l'effet de l'âge par classement en zone de PAM standard, identification des facteurs extraprofessionnels susceptibles d'altérer l'audition et répartition entre stades de pertes auditives significativement liées au bruit professionnel.**

personnes concernées par chaque diagnostic : il suffit de cliquer sur la case d'un tableau de l'écran de la figure 6.

## Conclusion

Conçues par des médecins du travail, les fonctions spécifiques de AudioGT rendent possible l'analyse au plan collectif des examens audiométriques des travailleurs exposés au bruit. Elles fournissent aux médecins du travail des résultats variés, quantifiant l'ampleur du risque auditif, et susceptibles d'inciter à la mise en place d'actions de prévention afin de réduire le risque lié au bruit professionnel.

### Données techniques sur AudioGT

**En version 1, le logiciel AudioGT n'est pas compatible réseau. Il est configuré pour ne travailler que dans deux configurations :**

- monoposte,
- PC du médecin et de l'infirmière connectés.

**Les configurations requises sont les suivantes :** PC avec lecteur CD, 256 Mo de RAM, Windows 2000 (SP4) ou XP (SP2), Pentium 4 ou équivalent, 400 Mo d'espace disponible sur le disque dur (50 Mo pour AudioGT, 350 Mo pour SQL Server Express).

**Vidéo d'autoformation :** le logiciel est accompagné d'une vidéo permettant de s'autoformer sur le logiciel AudioGT (durée 25 min).

**Importation de données :** Un fichier informatisé sur l'identité du personnel et spécifiant éventuellement son travail actuel peut être importé dans AudioGT.

**Distribution :** contacter l'INRS service. [diffusion@inrs.fr](mailto:diffusion@inrs.fr)

### Bibliographie

[1] Arrêté du 31 janvier 1989 pris pour l'application de l'article R.232-8-4 du Code du travail portant recommandations et instructions techniques que doivent respecter les médecins du travail assurant la surveillance médicale des travailleurs exposés au bruit. *Off. Répub. Fr.* 1989 ; 8 février 1989 : 1807-09.

[2] CANETTO P - Une nouvelle réglementation sur le bruit au travail. *TC 110. Doc Méd. Trav.* 2006 ; 107 : 297-307;

[3] NORMAND J.C., ABOUKHALIL E., LUZY A., PIGNAT J.C. ET AL. - Audio-B.R.P. An audio-sonometric software package meeting the French regulation on occupational noise exposure. In: VALLET M. (Ed) - Noise and

man'93. Noise as a public health problem. Proceedings of the 6th International Congress. Volume 2. Actes INRETS 34 bis. Arcueil : INRETS ; 1993 : 625-28, 686 p.

[4] NORMAND J.C., DUCLOS J.C., ABOUKHALIL E., THIÉRY L. - Symposium organisé par l'INRS et l'Institut universitaire de médecine du travail de l'université Claude Bernard, Lyon 1 : bruit et audition, un nouveau logiciel audio-sonométrique. *Arch. Mal. Prof. Env.* 2006 ; 67 (2) : 256-60.

[5] GANEM Y - Bruit et audition, un nouveau logiciel audio-sonométrique audiogt®. Symposium INRS - Institut universitaire de médecine du travail (IUMT) de Lyon. Lyon, 31 mai 2006. Note de congrès TD. 149. *Doc Méd. Trav.* 2006 ; 107 : 353-57.

[6] LAFON J.C., DUCLOS J.C. - La surdité professionnelle : méthode pratique d'estimation de la nocivité acoustique d'un atelier et proposition d'un barème d'invalidité. Besançon, Faculté de médecine et de pharmacie (Ed), *Bull. Audiophonol.* 1978 ; 9 (8), 28 p.

[7] HÉTU R., BOUDREAU V., FORTIER P., LEMOINE O. ET AL. - Protocole d'enquête audiométrique en usine bruyante. Note documentaire ND 1640. *Hyg. Sécur. Trav. Cah. Notes Doc.* 1987 ; 128 : 407-15.

[8] Acoustique. Distribution statistique des seuils d'audition en fonction de l'âge. Norme française homologuée NF EN ISO 7029. Août 2000. Indice de classement S 31-082. Paris-La Défense : AFNOR ; 2000 : 14 p.

## ANNEXE

### LES STADES DE PERTES AUDITIVES SIGNIFICATIVES (PAS)

**A**udioGT qualifie la perte auditive d'une personne de « *significativement liée au bruit professionnel* » en appliquant une méthode validée [7] de contrôle de l'effet de l'âge qui comporte trois étapes. On vérifie en premier lieu l'absence de facteurs non professionnels reconnus comme susceptibles de dégrader l'audition (exposition à du bruit extra professionnel, antécédents ORL majeurs ou atteinte auditive localisée sur l'oreille moyenne, etc.). Si un de ces facteurs est présent, la personne est comptée dans la catégorie « *facteur non professionnel* » et la suite de l'analyse n'est pas appliquée aux pertes auditives de cette personne afin de limiter les facteurs de confusion. L'étape suivante examine les pertes auditives aux fréquences audiométriques comprises entre 500 Hz et 6000 Hz de la personne (en moyenne sur les deux oreilles) : une perte est qualifiée de significative si on peut valider qu'il est improbable qu'elle soit liée à son âge. Cette validation s'effectue par référence à une population témoin, de même âge et de même sexe (celle que décrit la norme ISO 7029 [8]) : si la perte auditive de la personne est supérieure au niveau d'audition des 10 % de personnes les plus atteintes parmi la population témoin, sa perte auditive est considérée significativement liée au bruit professionnel. La dernière étape consiste à dénombrer les fréquences audiométriques pour lesquelles une perte auditive significative (PAS) a été notée, puis à en déduire un diagnostic personnel portant sur la gravité de l'atteinte auditive selon les spécifications du tableau ci-dessous. L'ensemble de cette analyse ne préjuge bien sûr pas des possibilités de réparation qui existent dès lors que le salarié est exposé à des bruits professionnels même s'il existe d'autres facteurs extra-professionnels d'atteinte auditive.

Stade d'atteinte auditive	Nombre de fréquences audiométriques où a été notée une « atteinte significative »
Audition normale, compte tenu de l'âge	Aucune
PAS de stade 1	1 ou 2 fréquences
PAS de stade 2	3 fréquences
PAS de stade 3	4 fréquences ou plus

