



**HAL**  
open science

# Évaluation de la fatigue auditive périphérique et de ses déterminants dans les centres d'appels téléphoniques par le dispositif EchoScan®

Cédric Aubert

► **To cite this version:**

Cédric Aubert. Évaluation de la fatigue auditive périphérique et de ses déterminants dans les centres d'appels téléphoniques par le dispositif EchoScan®. Médecine humaine et pathologie. 2017. dumas-01516132

**HAL Id: dumas-01516132**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01516132>**

Submitted on 28 Apr 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il n'a pas été réévalué depuis la date de soutenance.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact au SID de Grenoble :  
[bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4  
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

<http://www.cfcopies.com/juridique/droit-auteur>

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITE GRENOBLE ALPES  
FACULTE DE MEDECINE DE GRENOBLE

Année : 2017

N°

**Evaluation de la fatigue auditive périphérique et de ses déterminants dans  
les centres d'appels téléphoniques par le dispositif EchoScan®**

THESE  
PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE  
SPECIALITE MEDECINE DU TRAVAIL  
DIPLOME D'ETAT

Cédric AUBERT

*[Données à caractère personnel]*

THESE SOUTENUE PUBLIQUEMENT A LA FACULTE DE MEDECINE DE GRENOBLE\*

Le 27 avril 2017

DEVANT LE JURY COMPOSE DE

Président du jury : Professeur Sébastien SCHMERBER

Membres :

Professeur Vincent BONNETERRE

Professeur Anne MAÎTRE

Docteur Sophie PIRONNEAU

*\*La Faculté de Médecine de Grenoble n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions sont considérées comme propres à leurs auteurs.*

Doyen de la Faculté : M. le Pr. Jean Paul ROMANET

Année 2016-2017

ENSEIGNANTS A L'UFR DE MEDECINE

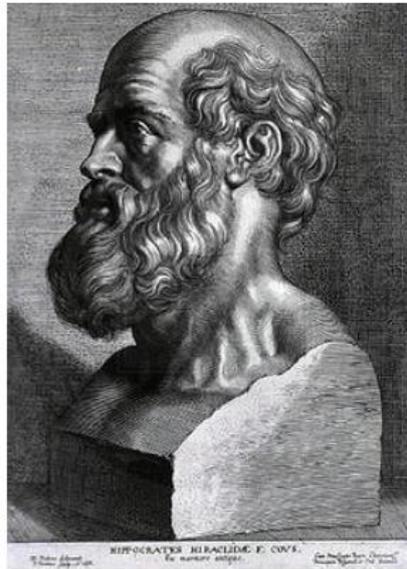
CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	ALBALADEJO Pierre	Anesthésiologie réanimation
PU-PH	APEL Florent	Ophthalmologie
PU-PH	ARVIEUX-BARTHELEMY Catherine	Chirurgie générale
PU-PH	BALOSSO Jacques	Radiothérapie
PU-PH	BARONE-ROCHETTE Gilles	Cardiologie
PU-PH	BARRET Luc	Médecine légale et droit de la santé
PU-PH	BAYAT Sam	Physiologie
PU-PH	BENHAMOU Pierre Yves	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	BERGER François	Biologie cellulaire
MCU-PH	BIDART-COUTTON Marie	Biologie cellulaire
MCU-PH	BOISSET Sandrine	Agents infectieux
PU-PH	BONAZ Bruno	Gastro-entérologie, hépatologie, addictologie
PU-PH	BONNETERRE Vincent	Médecine et santé au travail
PU-PH	BOREL Anne-Laure	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	BOSSON Jean-Luc	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	BOTTARI Serge	Biologie cellulaire
PU-PH	BOUGEROL Thierry	Psychiatrie d'adultes
PU-PH	BOUILLET Laurence	Médecine interne
PU-PH	BOUZAT Pierre	Réanimation
PU-PH	BRAMBILLA Christian	Pneumologie
MCU-PH	BRENIER-PINCHART Marie Pierre	Parasitologie et mycologie
PU-PH	BRICAULT Ivan	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	BRICHON Pierre-Yves	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
MCU-PH	BRIOT Raphaël	Thérapeutique, médecine d'urgence
MCU-PH	BROUILLET Sophie	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
PU-PH	CAHN Jean-Yves	Hématologie
MCU-PH	CALLANAN-WILSON Mary	Hématologie, transfusion
PU-PH	CARPENTIER Françoise	Thérapeutique, médecine d'urgence
PU-PH	CARPENTIER Patrick	Chirurgie vasculaire, médecine vasculaire
PU-PH	CESBRON Jean-Yves	Immunologie
PU-PH	CHABARDES Stephan	Neurochirurgie
PU-PH	CHABRE Olivier	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	CHAFFANJON Philippe	Anatomie

PU-PH	CHARLES Julie	Dermatologie
PU-PH	CHAVANON Olivier	Chirurgie thoracique et cardio- vasculaire
PU-PH	CHIQUET Christophe	Ophthalmologie
PU-PH	CINQUIN Philippe	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	COHEN Olivier	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	COUTURIER Pascal	Gériatrie et biologie du vieillissement
PU-PH	CRACOWSKI Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
PU-PH	CURE Hervé	Oncologie
PU-PH	DEBILLON Thierry	Pédiatrie
PU-PH	DECAENS Thomas	Gastro-entérologie, Hépatologie
PU-PH	DEMATTEIS Maurice	Addictologie
MCU-PH	DERANSART Colin	Physiologie
PU-PH	DESCOTES Jean-Luc	Urologie
MCU-PH	DETANTE Olivier	Neurologie
MCU-PH	DIETERICH Klaus	Génétique et procréation
MCU-PH	DOUTRELEAU Stéphane	Physiologie
MCU-PH	DUMESTRE-PERARD Chantal	Immunologie
PU-PH	EPAULARD Olivier	Maladies Infectieuses et Tropicales
PU-PH	ESTEVE François	Biophysique et médecine nucléaire
MCU-PH	EYSSERIC Hélène	Médecine légale et droit de la santé
PU-PH	FAGRET Daniel	Biophysique et médecine nucléaire
PU-PH	FAUCHERON Jean-Luc	Chirurgie générale
MCU-PH	FAURE Julien	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	FERRETTI Gilbert	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	FEUERSTEIN Claude	Physiologie
PU-PH	FONTAINE Éric	Nutrition
PU-PH	FRANCOIS Patrice	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-MG	GABOREAU Yoann	Médecine Générale
PU-PH	GARBAN Frédéric	Hématologie, transfusion
PU-PH	GAUDIN Philippe	Rhumatologie
PU-PH	GAVAZZI Gaétan	Gériatrie et biologie du vieillissement
PU-PH	GAY Emmanuel	Neurochirurgie
MCU-PH	GILLOIS Pierre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	GRAND Sylvie	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	GRIFFET Jacques	Chirurgie infantile
PU-PH	GUEBRE-EGZIABHER Fitsum	Néphrologie
MCU-PH	GUZUN Rita	Endocrinologie, diabétologie, nutrition, éducation thérapeutique
PU-PH	HAINAUT Pierre	Biochimie, biologie moléculaire
PU-PH	HENNEBICQ Sylviane	Génétique et procréation
PU-PH	HOFFMANN Pascale	Gynécologie obstétrique
PU-PH	HOMMEL Marc	Neurologie
PU-MG	IMBERT Patrick	Médecine Générale
PU-PH	JOUK Pierre-Simon	Génétique
PU-PH	JUVIN Robert	Rhumatologie

PU-PH	<b>KAHANE Philippe</b>	Physiologie
PU-PH	<b>KRACK Paul</b>	Neurologie
PU-PH	<b>KRAINIK Alexandre</b>	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	<b>LABARERE José</b>	Epidémiologie ; Eco. de la Santé
MCU-PH	<b>LANDELLE Caroline</b>	Bactériologie - virologie
MCU-PH	<b>LAPORTE François</b>	Biochimie et biologie moléculaire
MCU-PH	<b>LARDY Bernard</b>	Biochimie et biologie moléculaire
MCU-PH	<b>LARRAT Sylvie</b>	Bactériologie, virologie
MCU - PH	<b>LE GOUËLLEC Audrey</b>	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	<b>LECCIA Marie-Thérèse</b>	Dermato-vénéréologie
PU-PH	<b>LEROUX Dominique</b>	Génétique
PU-PH	<b>LEROY Vincent</b>	Gastro-entérologie, hépatologie, addictologie
PU-PH	<b>LEVY Patrick</b>	Physiologie
MCU-PH	<b>LONG Jean-Alexandre</b>	Urologie
PU-PH	<b>MAGNE Jean-Luc</b>	Chirurgie vasculaire
MCU-PH	<b>MAIGNAN Maxime</b>	Thérapeutique, médecine d'urgence
PU-PH	<b>MAITRE Anne</b>	Médecine et santé au travail
MCU-PH	<b>MALLARET Marie-Reine</b>	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-PH	<b>MARLU Raphaël</b>	Hématologie, transfusion
MCU-PH	<b>MAUBON Danièle</b>	Parasitologie et mycologie
PU-PH	<b>MAURIN Max</b>	Bactériologie - virologie
MCU-PH	<b>MC LEER Anne</b>	Cytologie et histologie
PU-PH	<b>MERLOZ Philippe</b>	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	<b>MORAND Patrice</b>	Bactériologie - virologie
PU-PH	<b>MOREAU-GAUDRY Alexandre</b>	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	<b>MORO Elena</b>	Neurologie
PU-PH	<b>MORO-SIBILOT Denis</b>	Pneumologie
PU-PH	<b>MOUSSEAU Mireille</b>	Cancérologie
PU-PH	<b>MOUTET François</b>	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie
MCU-PH	<b>PACLET Marie-Hélène</b>	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	<b>PALOMBI Olivier</b>	Anatomie
PU-PH	<b>PARK Sophie</b>	Hémato - transfusion
PU-PH	<b>PASSAGGIA Jean-Guy</b>	Anatomie
PU-PH	<b>PAYEN DE LA GARANDERIE Jean-François</b>	Anesthésiologie réanimation
MCU-PH	<b>PAYSANT François</b>	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	<b>PELLETIER Laurent</b>	Biologie cellulaire
PU-PH	<b>PELLOUX Hervé</b>	Parasitologie et mycologie
PU-PH	<b>PEPIN Jean-Louis</b>	Physiologie
PU-PH	<b>PERENNOU Dominique</b>	Médecine physique et de réadaptation
PU-PH	<b>PERNOD Gilles</b>	Médecine vasculaire
PU-PH	<b>PIOLAT Christian</b>	Chirurgie infantile
PU-PH	<b>PISON Christophe</b>	Pneumologie
PU-PH	<b>PLANTAZ Dominique</b>	Pédiatrie
PU-PH	<b>POIGNARD Pascal</b>	Virologie

PU-PH	POLACK Benoît	Hématologie
PU-PH	POLOSAN Mircea	Psychiatrie d'adultes
PU-PH	PONS Jean-Claude	Gynécologie obstétrique
PU-PH	RAMBEAUD Jacques	Urologie
PU-PH	RAY Pierre	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
PU-PH	REYT Émile	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH	RIGHINI Christian	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH	ROMANET Jean Paul	Ophthalmologie
PU-PH	ROSTAING Lionel	Néphrologie
MCU-PH	ROUSTIT Matthieu	Pharmacologie fondamentale, pharmaco clinique, addictologie
MCU-PH	ROUX-BUISSON Nathalie	Biochimie, toxicologie et pharmacologie
MCU-PH	RUBIO Amandine	Pédiatrie
PU-PH	SARAGAGLIA Dominique	Chirurgie orthopédique et traumatologie
MCU-PH	SATRE Véronique	Génétique
PU-PH	SAUDOU Frédéric	Biologie Cellulaire
PU-PH	SCHMERBER Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH	SCHWEBEL-CANALI Carole	Réanimation médicale
PU-PH	SCOLAN Virginie	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	SEIGNEURIN Arnaud	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	STAHL Jean-Paul	Maladies infectieuses, maladies tropicales
PU-PH	STANKE Françoise	Pharmacologie fondamentale
MCU-PH	STASIA Marie-José	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	STURM Nathalie	Anatomie et cytologie pathologiques
PU-PH	TAMISIER Renaud	Physiologie
PU-PH	TERZI Nicolas	Réanimation
MCU-PH	TOFFART Anne-Claire	Pneumologie
PU-PH	TONETTI Jérôme	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	TOUSSAINT Bertrand	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	VANZETTO Gérald	Cardiologie
PU-PH	VUILLEZ Jean-Philippe	Biophysique et médecine nucléaire
PU-PH	WEIL Georges	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	ZAOUI Philippe	Néphrologie
PU-PH	ZARSKI Jean-Pierre	Gastro-entérologie, hépatologie, addictologie

**PU-PH** : Professeur des Universités et Praticiens Hospitaliers  
**MCU-PH** : Maître de Conférences des Universités et Praticiens Hospitaliers  
**PU-MG** : Professeur des Universités de Médecine Générale  
**MCU-MG** : Maître de Conférences des Universités de Médecine Générale



## **SERMENT D'HIPPOCRATE**

*En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'HIPPOCRATE,*

*Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.*

*Je donnerais mes soins gratuitement à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au dessus de mon travail. Je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.*

*Admis dans l'intimité des maisons, mes yeux n'y verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.*

*Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.*

*Je garderai le respect absolu de la vie humaine.*

*Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.*

*Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*

*Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.*

*Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.*

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout particulièrement le Professeur Vincent BONNETERRE, mon directeur de thèse, pour tout ce qu'il m'a apporté durant mes années de formation, en particulier pour ses nombreuses idées et sa curiosité médicale illimitée.

Un grand merci au Professeur Anne MAITRE pour son rôle majeur dans mon apprentissage de la toxicologie professionnelle et environnementale.

Je remercie sincèrement le Professeur SCHMERBER qui a accepté de présider le jury de cette thèse en apportant un éclairage indispensable en audiologie.

Je remercie également le Dr PIRONNEAU qui a été l'un de mes tuteurs de stage et qui fait aujourd'hui partie de mon jury.

Un immense merci à Frédéric ASSELIN et Grégory GERENTON qui m'ont prêté l'EchoScan® et accompagné tout au long de son utilisation durant plus d'un an.

Un clin d'œil spécial à Sylvette LIAUDY, documentaliste formidable, et à Franck BALDUCCI, biostatisticien hors pair, pour leur aide indispensable dans la réalisation de ce travail de recherche. Egalement un grand merci à Christine BUISSON pour son soutien tout au long de mon internat.

Toute ma gratitude va aux médecins du travail qui m'ont encadré dans leurs services respectifs, en particulier les Docteurs MORO, CHALTIEL, JALBERT, GRUNAUER, TCHABAN, HUBOUD-PERON et DEZALAY. Vous m'avez transmis votre humanisme et votre savoir qui feront de moi un médecin compétent.

Mes remerciements vont également aux Services de Santé au Travail qui m'ont accueilli durant mon Internat et à l'ensemble des infirmières et assistantes avec lesquelles j'ai travaillé. Merci tout spécialement à Isabelle, Marie, Kelly, Valérie, Sabine, Céline, Yamina, Marie-Thérèse, Marie-Pierre et Sandra. Votre bonne humeur a marqué très positivement les mois passés avec vous.

Je remercie chaleureusement mes co-internes avec lesquels j'ai partagé mes dernières années de formation dans une ambiance très agréable.

Je ne peux oublier mes chers parents et ma sœur adorée qui m'ont soutenu durant ces longues années d'études que je n'aurais probablement pas réussies sans eux.

Enfin, un immense merci à ma chérie, Aleksandra. Tu es la personne la plus formidable que je connaisse et tu as su me rassurer dans les moments de doute.

## RESUME

Introduction : L'exposition au bruit en milieu professionnel est fréquente et ses effets sur la santé sont bien connus, le principal risque étant la surdité. Des plaintes liées au bruit, comme une fatigue auditive, sont régulièrement exprimées par les salariés qui travaillent dans les centres d'appels téléphoniques, alors que les niveaux de bruit habituellement constatés restent modérés et inférieurs aux seuils réglementaires. La notion de fatigue auditive correspond à un phénomène de saturation de la cochlée en lien avec une exposition prolongée à des bruits lésionnels augmentant le risque de survenue d'une surdité de perception. Un dispositif validé par l'INRS, l'EchoScan®, permet d'identifier de façon objective la survenue d'une fatigue auditive en mesurant la variation du seuil de déclenchement du réflexe de l'oreille moyenne, ou réflexe efférent, entre le début et la fin du poste de travail.

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer la prévalence de la fatigue auditive en fin de poste de travail en utilisant l'EchoScan® dans une population de téléopérateurs au sein de plusieurs plateformes téléphoniques. L'objectif secondaire était d'identifier des facteurs personnels et professionnels associés à l'apparition d'une fatigue auditive en fin de poste.

Matériels et Méthode : Seize entreprises ont été contactées dans le département de l'Isère entre mars 2016 et février 2017. Les salariés des entreprises participant à l'étude étaient recrutés sur la base du volontariat au cours de leur suivi médical en Médecine du Travail. Une intervention au sein de chaque centre d'appels permettait d'évaluer l'intensité du bruit de fond et la surface par téléopérateur sur le plateau téléphonique. Un questionnaire évaluant les conditions de travail, l'exposition au bruit dans la vie privée, les plaintes auditives survenant préférentiellement en fin de poste de travail et le niveau de stress au travail par EVA était complété par chaque salarié. Une otoscopie bilatérale et une audiométrie tonale liminaire étaient réalisées en début de poste de travail, afin de rechercher une pathologie de l'oreille externe ou de l'oreille moyenne et de dépister une hypoacousie. Une mesure du réflexe efférent était effectuée avec l'EchoScan® au cours de la première heure de travail et en fin de poste pour chaque salarié. D'après l'INRS, une augmentation du seuil de déclenchement du réflexe efférent de +6 dB est associée à une fatigue auditive probable et une augmentation de +9 dB correspond à une fatigue auditive périphérique certaine.

Résultats : Sept centres d'appels ont été inclus dans cette étude, avec 49 salariés recrutés parmi ces entreprises. L'effectif était majoritairement constitué de femmes d'âge moyen, passant en moyenne 6,5 heures par jour en communication téléphonique. Plus de 80 % de l'effectif exprimait au moins une plainte fonctionnelle en fin de poste de travail, comme des céphalées ou un trouble de la compréhension verbale en milieu bruyant. Environ 16 % de l'effectif présentait un audiogramme anormal, sans tracé caractéristique d'une hypoacousie liée au bruit. La prévalence d'une fatigue auditive probable était de 13 % et la prévalence d'une fatigue auditive certaine de 21 % parmi les 38 téléopérateurs pour lesquels le résultat était interprétable. Les salariés dont l'EVA stress au travail était supérieure à 5 présentaient plus fréquemment une fatigue auditive en fin de poste de travail ( $p < 0,05$ ). La prévalence de la fatigue auditive était plus importante parmi les salariés évoquant des intensités de télécommunications trop élevées ( $p = 0,075$ ).

Conclusion : Il s'agit de la première étude multicentrique mettant en évidence une fatigue auditive en fin de poste de travail chez des téléopérateurs. Les résultats obtenus doivent être confirmés par une autre étude sur un effectif plus large, avec la nouvelle version de l'EchoScan® améliorant la sensibilité de détection et la reproductibilité de la mesure. L'impact du bruit dans les centres d'appels téléphoniques reste difficile à évaluer et les recommandations de prévention doivent donc être appliquées dans ces entreprises.

## **ABREVIATIONS et DEFINITIONS**

CNAM : Caisse Nationale d'Assurance Maladie

RPS : Risques Psycho-Sociaux

TMS : Troubles Musculo-Squelettiques

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

RH : Ressources Humaines

ISO : International Organization for Standardization

CCE et CCI : Cellules Ciliées Externes et Internes

Open space : littéralement espace ouvert, désigne un environnement de travail ouvert, sans cloisonnement des bureaux.

EVA : Echelle Visuelle Analogique ; indicateur validé pour évaluer un paramètre comme la douleur ou le stress en plaçant un trait sur un segment de 10 cm, permettant ainsi de quantifier l'importance d'une plainte ou d'un symptôme de 1 à 10.

dB(A) : intensité sonore en décibels pondérée selon les spécificités de la courbe audiométrique humaine, pour chaque fréquence d'émission, afin de mieux caractériser l'exposition au bruit sur une journée.

dB HL : intensité sonore en décibels « Hearing Level » correspondant à la perception normale de l'oreille humaine, unité utilisée pour les audiogrammes normalisés.

PDA : Produits de Distorsion Acoustique émis par la cochlée en réaction à une stimulation sonore composée de deux fréquences primaires  $f_1$  et  $f_2$ .

# Table des Matières

<b>1) INTRODUCTION.....</b>	<b>p.12</b>
1.1 Emergence de la problématique de la fatigue auditive en centre d'appels.....	p.12
1.2 Risques professionnels et exposition au bruit dans les centres d'appels téléphoniques.....	p.14
1.2.1 Problématiques de santé au travail identifiées dans les centres d'appels.....	p.14
1.2.2 Exposition au bruit sur les plateformes d'appels téléphoniques.....	p.17
1.3 Notion de fatigue auditive.....	p.18
1.4 Un outil validé pour la mesure de la fatigue auditive périphérique : l'EchoScan®.....	p.19
1.5 Objectifs de l'étude.....	p.21
<b>2) MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>p.22</b>
2.1 Entreprises concernées par l'étude.....	p.22
2.2 Population de l'étude.....	p.23
2.3 Déroulement du recueil de données et des mesures en entreprise.....	p.23
2.3.1 Analyse de l'environnement sonore dans les centres d'appels participant à l'étude....	p.24
2.3.2 Entretien médical individuel avec les salariés volontaires.....	p.25
2.3.2.1 <i>Questionnaire</i> .....	p.25
2.3.2.2 <i>Bilan clinique et paraclinique initial</i> .....	p.26
2.3.3 Evaluation de la fatigue auditive.....	p.27
2.3.3.1 <i>Produits de Distorsion Acoustiques (PDA) et réflexe acoustique efférent</i> .....	p.28
2.3.3.2 <i>Mesure du déclenchement du réflexe acoustique par le dispositif EchoScan®</i> .....	p.30
2.3.3.3 <i>Evaluation de la fatigue auditive en fin de poste de travail</i> .....	p.31
2.4 Analyses statistiques.....	p.33

<b>3) RESULTATS.....</b>	<b>p.34</b>
3.1 Caractéristiques des entreprises.....	p.34
3.2 Caractéristiques de l'effectif.....	p.36
3.2.1 Données socio-démographiques.....	p.36
3.2.2 Facteurs ototoxiques potentiels.....	p.37
3.2.3 Exposition au bruit dans la vie privée ou sur un poste antérieur.....	p.37
3.2.4 Temps passé en communication téléphonique et confort d'écoute.....	p.38
3.3 Plaintes fonctionnelles rapportées par les téléopérateurs.....	p.39
3.3.1 Prévalence des signes fonctionnels ORL.....	p.40
3.3.2 Troubles du sommeil et consommation de psychotropes.....	p.40
3.4 EVA stress au travail et EVA « fatigue auditive perçue » en fin de poste.....	p.41
3.5 Données cliniques.....	p.42
3.5.1 Otoscopie.....	p.42
3.5.2 Audiométrie tonale de dépistage.....	p.42
3.6 Evaluation de la fatigue auditive en fin de poste de travail.....	p.43
3.7 Facteurs possiblement associés à une fatigue auditive en fin de poste.....	p.46
3.7.1 Facteurs individuels.....	p.46
3.7.2 Facteurs professionnels.....	p.47
<b>4) DISCUSSION.....</b>	<b>p.49</b>
<b>5) CONCLUSION.....</b>	<b>p.58</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>p.60</b>
<b>ANNEXE I - Schéma du fonctionnement de l'EchoScan®.....</b>	<b>p.66</b>
<b>ANNEXE II - Questionnaire.....</b>	<b>p.67</b>
<b>ANNEXE III - Tableau comparatif entre une étude de l'INRS et mon étude.....</b>	<b>p.70</b>

# 1) INTRODUCTION

## 1.1 Emergence de la problématique de la fatigue auditive en centre d'appels

Le bruit représente probablement la première nuisance physique dans notre environnement et en milieu professionnel. On estime que 10 % de la population mondiale est régulièrement exposée à des niveaux de bruit pouvant entraîner des lésions auditives [1-4]. Les effets auditifs du bruit sur l'Homme sont bien connus. La principale pathologie causée par une exposition prolongée ou répétée à des bruits lésionnels est la surdité. La surdité liée au bruit en milieu professionnel représente jusqu'à 16 % des surdités de l'adulte dans le monde et la Maladie Professionnelle dont l'incidence est la plus élevée aux Etats-Unis, en Autriche et en Norvège [1, 2, 4]. Le rapport sinistralité de la CNAM dénombre 799 surdités professionnelles en 2015, représentant la 3<sup>ème</sup> cause de Maladie Professionnelle en France.

De nos jours se développent de nouvelles organisations des espaces de travail comme « l'open space », qui correspond à un vaste espace bureautique ouvert permettant aux salariés, travaillant bureau contre bureau, d'échanger plus facilement. Un inconvénient que rapportent les salariés travaillant dans ces espaces de travail est le bruit responsable d'une gêne auditive qu'ils ressentent surtout en fin de journée de travail [5, 6]. Les niveaux de bruit constatés dans les entreprises organisées en « open space » restent la plupart du temps inférieurs aux seuils réglementaires, le premier palier déclenchant l'action étant fixé à 80 dB(A) [7, 8]. Cependant, il est possible qu'une exposition prolongée à un bruit continu de plus faible intensité puisse être nocive pour l'appareil auditif. Les effets auditifs et extra-auditifs d'un bruit d'intensité intermédiaire émis de façon continu, à une fréquence donnée, restent malheureusement peu connus [9]. En revanche, il est aujourd'hui recommandé de maintenir un bruit de fond inférieur à 55 dB(A) pour le confort de travail dans les entreprises du secteur tertiaire [7, 10].

Un métier est particulièrement concerné par ces plaintes auditives, celui de téléopérateur en centre d'appels téléphoniques. En effet, dans ces entreprises, le bruit de fond de l'espace de travail s'ajoute à celui des télécommunications qui s'effectuent au casque [11, 12].

Le métier de téléopérateur est répandu en France et représente un mode de travail en pleine expansion depuis les années 1990. Il s'agit d'un poste essentiel dans de nombreux secteurs d'activités, comme le secrétariat, la prospection commerciale ou les services (banques et assurances). En France, on estime à 250 000 le nombre de téléopérateurs travaillant dans 3500 « call centers » [11, 13]. Dans ce secteur d'activité, de nombreux salariés rapportent une fatigabilité auditive en lien avec leur travail, mais cette notion subjective n'a été que rarement évaluée dans la littérature.

Entre novembre 2014 et mars 2015, au sein du Service de Santé au Travail interentreprises MT2i, j'ai participé au suivi médical de 30 salariés répartis dans deux centres d'appels téléphoniques. Environ un salarié sur deux rapportait des signes fonctionnels auditifs, comme des acouphènes ou des troubles de la compréhension verbale, et évoquait un lien direct entre ces symptômes et le bruit sur le plateau téléphonique, avec une certaine chronologie professionnelle dans l'apparition de la gêne fonctionnelle. L'audiométrie tonale de dépistage proposée à ces salariés a permis de diagnostiquer trois cas d'hypoacousie, avec une perte auditive significative pouvant atteindre -60 dB à 4000 Hz pour le salarié dont l'ancienneté était la plus importante. A l'interrogatoire, je ne retrouvais aucune exposition notable au bruit en dehors du poste de travail. Le plus souvent, aucun audiogramme de référence n'était présent dans le dossier médical de ces salariés.

Les explorations de l'oreille interne, comme les otoémissions acoustiques, permettent de mieux comprendre le fonctionnement de la cochlée et les variations physiopathologiques de l'audition, comme la fatigue auditive. La fatigue auditive est un phénomène de saturation réversible du récepteur auditif correspondant à une diminution de la sensibilité cochléaire après une exposition prolongée au bruit [14]. L'apparition itérative d'une fatigue auditive importante constitue un facteur de risque de survenue d'une hypoacousie de perception [14]. Un nouvel outil validé par l'INRS, l'EchoScan<sup>®</sup>, permet d'évaluer objectivement et de façon non invasive cette fatigue auditive en analysant les produits de distorsion acoustique [15]. Il s'agit donc d'un appareil innovant pour le suivi médical en Santé au Travail des salariés exposés au bruit, en complément de l'audiométrie, afin de dépister précocement une fatigue auditive importante pouvant majorer le risque de développer, à terme, une surdité.

Ce travail de recherche est le fruit d'un long processus de réflexion et regroupe tous les aspects du métier de Médecin du Travail : démarche scientifique, réalisation d'examens cliniques et paracliniques, évaluation qualitative et quantitative des risques professionnels dans les entreprises et collaboration avec des acteurs de plusieurs disciplines regroupant des médecins du travail, des médecins spécialisés en ORL, des préventeurs, des ingénieurs et des acousticiens.

## **1.2 Risques professionnels et exposition au bruit dans les centres d'appels téléphoniques**

### 1.2.1 Problématiques de santé au travail identifiées dans les centres d'appels

Le poste de téléopérateur présente plusieurs risques bien identifiés dans la littérature [16, 17]. Il s'agit d'un travail administratif sédentaire au sein d'un espace de travail ouvert, avec une implantation des postes bureautiques en lignes ou en « marguerites » (photos A et B p.15).

L'activité de travail comprend des appels téléphoniques entrants et sortants s'effectuant principalement au casque, du travail sur écran, avec plusieurs écrans en simultané la plupart du temps, et des tâches administratives et informatiques, comme de la saisie de données ou des comptes rendus de télécommunications, pouvant concerner tous les domaines d'activité du secteur tertiaire [11, 16].



*Photo A : organisation de l'espace de travail en lignes*



*Photo B : organisation de l'espace de travail en « marguerites »*

Le travail prolongé sur écran peut être responsable d'une fatigue visuelle avec un syndrome sec oculaire pouvant évoluer, à terme, vers une myopie. Ce type d'entreprise doit donc disposer d'un éclairage suffisant et d'équipements informatiques performants, avec des écrans bénéficiant d'une bonne résolution et d'un contraste paramétrable, afin de lutter contre cette fatigue visuelle [16-19].

L'autre conséquence du travail bureautique peut être l'apparition de TMS du membre supérieur, comme un syndrome du canal carpien, une épicondylite, ou une tendinopathie de la coiffe des rotateurs [16-19]. Ces TMS sont favorisés par les gestes répétitifs, les appuis prolongés et les contraintes posturales au poste informatique [20]. Les entreprises doivent être régulièrement sensibilisées à l'ergonomie et à la problématique des TMS. Les téléopérateurs doivent pouvoir bénéficier d'un fauteuil bureautique adapté, avec des accoudoirs, d'un ensemble clavier et souris de bonne qualité. Ces matériels sont malheureusement rarement présents dans les domaines du secrétariat et du télémarketing. L'ergonomie doit donc prendre une place importante dans ces structures.

De nombreux articles mentionnent la problématique de la souffrance au travail et des RPS au sein des plateformes téléphoniques [16-19, 21].

Ce type de structure présente plusieurs éléments favorisant les RPS, comme le manque d'autonomie de certains téléopérateurs, dans les domaines du secrétariat et de la prospection commerciale par exemple, les contraintes temporelles, le rythme soutenu des appels qui peut être imposé et contrôlé, mais aussi la nature des conversations téléphoniques et le contact parfois difficile avec la clientèle (agressivité, irrespect, situations complexes) [16-19, 21].

Ces entreprises présentent également des aspects organisationnels spécifiques, avec des objectifs commerciaux et un encadrement rigoureux des superviseurs, parfois associés à des horaires décalés et des astreintes [21].

### 1.2.2 Exposition au bruit sur les plateformes d'appels téléphoniques

La recherche bibliographique concernant le bruit dans les centres d'appels met en évidence quelques articles et documents techniques de l'INRS mentionnant le risque de **chocs acoustiques** et le rôle du bruit comme **facteur de stress et d'inconfort** pour les téléopérateurs [16-19, 22]. Les précédents travaux réalisés à ce sujet ont montré que les conversations téléphoniques représentent la principale source d'exposition au bruit sur une journée de travail pour un téléopérateur [23-25]. Les niveaux de bruit mesurés sous casque restaient en revanche inférieur à 80 dB(A) pour 88 % des téléopérateurs et le bruit ambiant variait entre 50 et 62 dB(A) en fonction des centres d'appels [25].

Ces mesures montrent donc que l'exposition professionnelle au bruit dans ces entreprises reste le plus souvent inférieure aux seuils réglementaires fixés par le décret n° 2006-892 du 19 juillet 2006 relatif aux prescriptions de sécurité et de santé applicables en cas d'exposition des travailleurs aux risques dus au bruit et modifiant le Code du Travail, dont le premier palier est fixé à 80 dB(A).

Les effets auditifs d'une exposition prolongée à ces bruits d'intensité modérée sont peu connus. Il est néanmoins recommandé de limiter le bruit de fond des espaces bureautiques à 55 dB(A), afin d'assurer un confort suffisant pour le travail intellectuel [10, 24, 25].

Le contrôle du bruit ambiant nécessite une bonne isolation phonique avec l'utilisation de matériaux absorbants dans les locaux de travail des plateformes téléphoniques, afin de limiter le phénomène de réverbération du bruit [26].

La surveillance médicale se focalise sur la recherche de signes fonctionnels auditifs et la réalisation d'une audiométrie tonale liminaire de dépistage proposée tous les deux ans aux téléopérateurs [12].

On ne trouve que peu d'articles s'intéressant à la fatigue auditive ou à la problématique des surdités en centre d'appels dans la littérature scientifique internationale.

Une étude à paraître, menée par l'équipe de l'INRS à l'origine de l'EchoScan<sup>®</sup>, conclut à l'absence de fatigue auditive significative dans un effectif de 39 téléopérateurs répartis dans 3 centres d'appels [27]. Un article récent d'une équipe turque mentionne l'apparition d'une surdité bilatérale débutante chez un téléopérateur après 50 mois d'ancienneté [28].

### **1.3 Notion de fatigue auditive**

La fatigue auditive, ou vulnérabilité auditive pour les militaires [14, 29], correspond à une souffrance cochléaire temporaire et donc réversible. Le mécanisme physiopathologique est une saturation des cellules ciliées externes et internes qui se chargent en cations, principalement des ions potassium (K<sup>+</sup>), lors d'une exposition prolongée au bruit. Histologiquement, il existe un raccourcissement des stéréocils et une vacuolisation des connexions synaptiques au niveau des cellules ciliées internes en lien avec une libération importante de glutamate, neurotransmetteur excitateur « toxique » [27, 30].

La conséquence mesurable de ce phénomène est l'élévation du seuil de déclenchement du réflexe de l'oreille moyenne ou réflexe acoustique [27, 30, 31]. Le réflexe acoustique, association du réflexe stapédien et du réflexe olivo-cochléaire, est responsable d'une rigidification de la membrane tympanique et de la chaîne ossiculaire en réponse à un bruit intense, permettant de limiter la transmission d'un bruit lésionnel à l'oreille interne. Ce réflexe est principalement régulé par le nerf facial (VII<sup>ème</sup> paire de nerfs crâniens) [31].

Tous les paramètres conditionnant l'apparition d'une fatigue auditive ne sont pas connus. Il n'y a pas de durée prévisible d'exposition au bruit à partir de laquelle une fatigue auditive peut survenir [14, 15]. Une exposition prolongée au bruit ou à des vibrations peut engendrer une fatigue auditive, sans qu'il soit possible d'identifier des seuils d'exposition ou des caractéristiques physiques d'émission plus dangereux que d'autres. Il n'existe pas non plus de critères de récupération de cette fatigue auditive. En revanche, il semble qu'une nuit de sommeil puisse faire récupérer intégralement une fatigue auditive « physiologique » survenant naturellement après une journée de travail. Enfin, il existe une forte variabilité interindividuelle pour ce paramètre, sans qu'il ne soit possible à l'heure actuelle d'identifier des caractéristiques de prédisposition. Il est en revanche démontré que la vulnérabilité cochléaire est plus importante chez les sujets dont l'audition est bonne [27, 29, 30].

Le cumul d'une fatigue auditive importante, de récupération lente ou incomplète, est un facteur de risque de survenue d'une surdité de perception [27, 29, 30]. Il s'agit donc d'une donnée intéressante à évaluer dans le cadre du suivi médical des salariés exposés au bruit et à des substances ototoxiques sur leur lieu de travail, en complément de l'audiométrie tonale de dépistage proposée habituellement [32, 33].

#### **1.4 Un outil validé pour la mesure de la fatigue auditive périphérique : l'EchoScan®**

L'EchoScan® est un appareil de diagnostic préventif non invasif, breveté par l'INRS en 2012, permettant d'évaluer le niveau de fatigue auditive d'un salarié exposé au bruit. La mesure de cette fatigue auditive est basée sur l'utilisation des produits de distorsion acoustique, déjà utilisés pour les otoémissions acoustiques provoquées, pour évaluer le fonctionnement de l'oreille interne (sans stimulation controlatérale) et de l'oreille moyenne (avec stimulation controlatérale) [15, 34]. Un schéma du dispositif est présenté en annexe I.

L'étude de la réponse de l'oreille moyenne en début et en fin de poste de travail permet de connaître la variation du seuil de déclenchement du réflexe acoustique qui est directement corrélé à la vulnérabilité de l'oreille interne, donc au niveau de fatigue auditive [31, 34].

L'examen de référence pour le dépistage des surdités professionnelles reste l'audiométrie tonale liminaire, mais cette méthode diagnostique présente plusieurs limites [27, 34, 35] :

- Mesure subjective basée sur la compréhension et la collaboration active du sujet,
- Durée de l'examen potentiellement longue,
- Nécessité de disposer d'une cabine insonorisée,
- Sensibilité de détection limitée : dépistage des surdités à partir d'une perte auditive moyenne de 35 dB HL pour la meilleure oreille, en partie à cause des phénomènes de compensation rétro-cochléaires qui peuvent masquer une surdité modérée.

L'EchoScan® ne se substitue pas à l'audiométrie tonale, mais est utilisable en complément pour dépister une atteinte fonctionnelle du récepteur auditif avant qu'il ne soit définitivement lésé, car la fatigue auditive représente un facteur de risque de survenue d'une surdité de perception [27, 34].

L'EchoScan® peut également être utilisé pour évaluer précocement l'ototoxicité liée à l'exposition aux solvants aromatiques comme le toluène [33, 36].

## 1.5 Objectifs de l'étude

L'objectif principal de cette étude était de déterminer la **prévalence de la fatigue auditive en fin de poste de travail**, mesurée par le dispositif EchoScan<sup>®</sup>, dans une population de téléopérateurs de plusieurs centres d'appels téléphoniques.

L'objectif secondaire était de rechercher des **facteurs individuels et professionnels associés à l'apparition d'une fatigue auditive en fin de poste de travail dans les centres d'appels téléphoniques**, comme par exemple le niveau de stress au travail ou la surface de l'open space, sur lesquels une action préventive pourrait être menée par les Médecins du Travail.

## 2) MATERIELS ET METHODE

### 2.1 Entreprises concernées par l'étude

Seize centres d'appels téléphoniques basés dans le département de l'Isère ont été contactés par l'intermédiaire de leurs médecins du travail et des Services de Santé au Travail concernés entre mars 2016 et février 2017. Ces entreprises emploient des téléopérateurs dans de nombreux domaines d'activité : secrétariat médical, vente par correspondance, service après-vente, prospection commerciale, banque et assurance.

Les critères d'inclusion dans l'étude étaient la présence d'un plateau téléphonique avec un « **open space** » **d'au moins 5 salariés** exerçant une activité téléphonique **durant plus de la moitié de leur temps de travail**.

Trois rencontres successives ont été proposées pour chaque entreprise contactée, avec l'organisation suivante :

- Réunion dans les locaux de l'entreprise avec le médecin du travail du centre d'appels, le chef d'entreprise, un représentant du service RH et un référent hygiène et sécurité de travail, permettant de présenter la thématique et le déroulement de l'étude ;
- Visite de la plateforme téléphonique et recueil de paramètres concernant l'organisation du travail, la surface des locaux, le nombre de téléopérateurs en poste et l'aménagement de l'isolation acoustique ;
- Réunion de restitution avec le chef d'entreprise ou son représentant, un représentant du service RH, un référent hygiène et sécurité de travail et un représentant du personnel, afin de valider la possibilité de mener l'étude dans l'entreprise et de recueillir l'accord du chef d'entreprise pour ce travail.

Au terme de ces 3 étapes, les dates et modalités pratiques de ma venue dans l'entreprise étaient déterminées avec les représentants présents.

## **2.2 Population de l'étude**

Les téléopérateurs ont été recrutés au cours de leur suivi médical en Santé au Travail entre mars 2016 et février 2017, sur la base du volontariat, parmi les entreprises donnant leur accord pour participer à l'étude.

Les critères d'exclusion étaient l'existence d'une **surdité appareillée** et une **exposition extra-professionnelle importante au bruit**.

L'objectif fixé initialement était de disposer d'un effectif de 100 salariés, afin d'obtenir une représentativité et une puissance statistique suffisantes.

## **2.3 Déroulement du recueil de données et des mesures en entreprise**

Les interventions en entreprise se sont déroulées entre mars 2016 et février 2017, dans le cadre de l'amélioration du suivi médical en Santé au Travail des téléopérateurs travaillant au sein des centres d'appels téléphoniques du département de l'Isère.

Le recueil des données s'effectuait en entreprise selon 3 étapes distinctes :

- Analyse de l'environnement sonore de la plateforme téléphonique,
- Entretien médical individuel avec les salariés volontaires,
- Réalisation de la mesure de fatigue auditive en début de poste et en fin de poste.

### 2.3.1 Analyse de l'environnement sonore dans les centres d'appels participant à l'étude

L'analyse de l'environnement sonore au sein des plateformes téléphoniques volontaires pour cette étude s'est focalisée sur plusieurs éléments :

- Surface totale du plateau téléphonique en m<sup>2</sup> ;
- Nombre de salariés présent sur le plateau téléphonique ;
- Surface disponible par salarié en m<sup>2</sup>/salarié, estimée en rapportant la surface totale du plateau téléphonique au nombre de téléopérateurs présents sur l'espace de travail ;
- Isolation acoustique des locaux, évaluée en 4 classes : aucune, faible, moyenne et élevée ;
- Mesure du bruit de fond.

L'évaluation de l'exposition au bruit ambiant a été faite par sonométrie, avec deux enregistrements d'une durée de 15 minutes en deux lieux distincts du plateau téléphonique, en début et en fin de poste de travail. Un sonomètre de marque Brüel & Kjaer® 2238 Mediator, correctement étalonné, a été utilisé pour ces mesures. Les résultats, exprimés en dB(A), correspondent à la moyenne des enregistrements et reflètent donc l'exposition au bruit au cours d'une journée normale de travail.

L'évaluation de l'exposition au bruit en sortie de casque n'a pas été possible pour cette étude, car je ne disposais pas d'un simulateur de tête et torse (HATS) avec simulateur d'oreille occluse, au moment où les casques auraient pu être testés dans les entreprises [25, 27].

### 2.3.2 Entretien médical individuel avec les salariés volontaires

Les salariés volontaires pour participer à la mesure de fatigue auditive avec l'EchoScan® ont été reçus en consultation individuelle.

Le recueil des données de cette étude a eu lieu dans le cadre de leur suivi médical en Santé au Travail. Des informations claires, loyales et appropriées ont été délivrées aux téléopérateurs concernés à propos de l'enregistrement des données issues de la visite médicale, de la confidentialité de ces données conformément au secret médical et des modalités d'utilisation des informations cliniques recueillies. Le consentement éclairé des salariés était nécessaire à la poursuite de l'entretien médical.

La consultation se déroulait en début de poste, au plus tard après une heure de travail, dans une pièce calme, avec un bruit de fond inférieur à 30 dB(A).

#### 2.3.2.1 *Questionnaire*

Un questionnaire, détaillé en annexe II, était distribué et complété par le salarié au cours de sa journée de travail, afin de recueillir les données suivantes :

- Caractéristiques démographiques : âge, sexe ;
- Ancienneté sur le poste et temps de travail hebdomadaire ;
- Quantification en heure du temps passé quotidiennement en communication ;
- Type de casque utilisé : monaural droit ou gauche, binaural, aucun ;
- Existence d'un suivi ORL et/ou d'une pathologie auditive connue ;
- Facteurs d'ototoxicité potentiels : tabac, alcool, diabète, médicaments ototoxiques ;
- Habitudes de vie par rapport au bruit = temps passé devant la TV, musique avec écouteurs, concerts, discothèque, loisirs de tir, outils bruyants ;
- Exposition professionnelle au bruit sur un poste antérieur ;

- Plaintes fonctionnelles ORL en fin de poste de travail : hypoacousie, trouble de la compréhension orale en milieu bruyant, acouphènes, sensation de plénitude de l'oreille, otalgie, céphalées, syndrome vertigineux, pathologie de la voix [37] ;
- Nécessité d'augmenter le volume de la radio ou de la TV en fin de poste pour entendre confortablement ;
- Troubles du sommeil et prise de psychotropes ;
- Autoévaluation par EVA du niveau de stress au travail ;
- Autoévaluation par EVA du niveau de « fatigue auditive perçue » en fin de poste.

Ce questionnaire a été conçu spécialement pour cette étude, en l'absence d'un questionnaire standardisé pour cette population. Certains items ont été élaborés à partir de questionnaires utilisés dans de précédentes études chez les téléopérateurs [6, 17-19, 38].

L'EVA stress est un indicateur validé pour le suivi du niveau de stress professionnel [39, 40]. L'EVA « fatigue auditive perçue » a été créée sur le même modèle que l'EVA du stress au travail, mais il ne s'agit pas d'une échelle d'évaluation validée dans la littérature scientifique. Cette seconde EVA était introduite, afin de rechercher une corrélation entre la fatigue auditive perçue, évaluée de façon subjective par le salarié lui-même, et la fatigue auditive mesurée objectivement par le dispositif EchoScan®.

Le questionnaire a été rendu anonyme par l'attribution d'un numéro de suivi unique.

#### *2.3.2.2 Bilan clinique et paraclinique initial*

Au terme de l'entretien médical, l'examen clinique audiolinguistique consistait en la réalisation d'une **otoscopie bilatérale et comparative** avec un otoscope de marque KAWE® Piccolight.

L'analyse morphologique concernait le conduit auditif externe, le tympan et la bonne visualisation du triangle lumineux et du marteau. L'otoscopie était considérée comme anormale lorsqu'il existait une obstruction du conduit auditif par un bouchon de cérumen ou une anomalie tympanique identifiable, comme un tympan cicatriciel ou sclérotique.

L'existence d'une perforation tympanique constituait un critère d'exclusion pour la réalisation de la mesure de fatigue auditive à l'EchoScan®. Une obstruction du conduit auditif externe par du cérumen n'était pas obligatoirement un critère d'exclusion, si le conduit pouvait être nettoyé facilement et sans risque à la poire ou à la curette lors de l'examen.

Une **audiométrie tonale liminaire en conduction aérienne** était ensuite demandée. Cet examen de référence devait dater de moins de 6 mois. Dans le cas contraire, une audiométrie était réalisée en début de poste.

L'audiométrie est un examen de dépistage des hypoacousies. Il s'agit d'un test subjectif basé sur la coopération du sujet, mesurant les seuils auditifs de perception d'un son émis en conduction aérienne à plusieurs niveaux de fréquence. L'audiogramme obtenu était comparé avec les courbes de référence standardisées en fonction de l'âge et du sexe du sujet, afin de déterminer la normalité de l'audition [35].

L'existence d'une **perte auditive supérieure ou égale à 40 dB HL à 4000 Hz** constituait un critère d'exclusion pour la réalisation de la mesure de fatigue auditive à l'EchoScan® [27, 34].

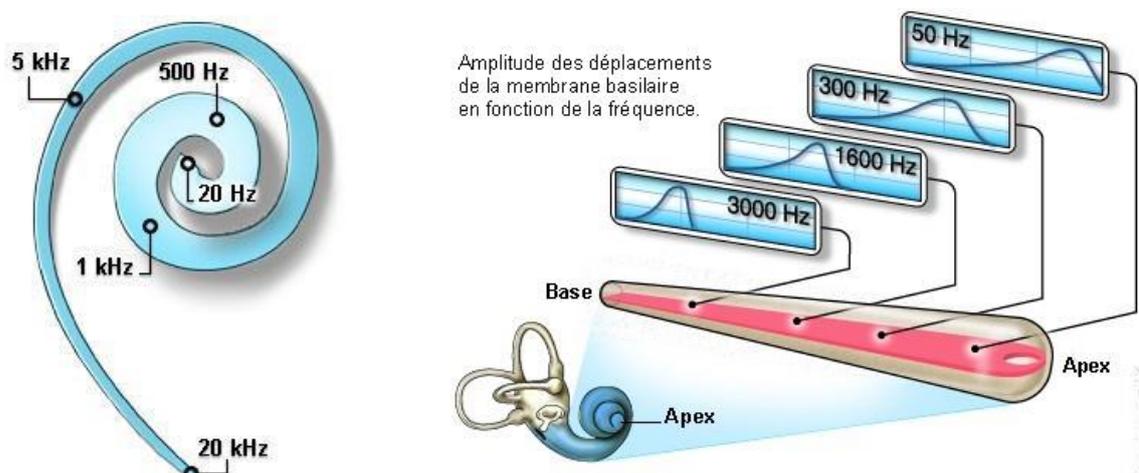
### 2.3.3 Evaluation de la fatigue auditive

Le dépistage de la fatigue auditive a été réalisé en début et en fin de poste de travail avec le système EchoScan®. Ce dispositif breveté en 2011 par une équipe de l'INRS permet de mesurer la variation du seuil de déclenchement du réflexe acoustique qui est bien corrélée à l'importance de la fatigue auditive [15, 34].

### 2.3.3.1 Produits de Distorsion Acoustiques (PDA) et réflexe acoustique efférent

La cochlée est l'organe neurosensoriel de l'audition situé dans l'oreille interne. Cet organe en forme d'escargot se compose de cellules portant des rangées de stéréocils au niveau apical, nommées cellules ciliées. On distingue les cellules ciliées externes (CCE), dont le rôle est d'amplifier le signal sonore grâce aux mouvements des stéréocils, et les cellules ciliées internes (CCI) qui transmettent le signal sonore sous la forme d'une différence de potentiel électrique transmembranaire, le potentiel d'action, dans les neurones qui composent le nerf auditif (VIII<sup>ème</sup> paire de nerfs crâniens). La terminaison des cellules ciliées internes compose d'ailleurs les dendrites des neurones du nerf auditif.

Les rangées de CCE sont réparties dans la cochlée le long de la membrane basilaire qui se déforme passivement en fonction de la fréquence sonore. Les fréquences graves sont codées au sommet de la cochlée (apex) et les fréquences aiguës à la base, comme le montrent les deux schémas ci-dessous. Cette organisation spécifique se nomme **tonotopie cochléaire**. Un son émis à une fréquence fixe viendra déformer la membrane basilaire et donc stimuler les CCE amplifiant spécifiquement cette fréquence. Ce phénomène membranaire passif et cellulaire actif entraîne une activation de la CCE qui entre alors en résonance.



*Tonotopie cochléaire et sélectivité fréquentielle de la membrane basilaire*

Source : [www.cochlea.eu](http://www.cochlea.eu)

L'émission de deux sons purs à des fréquences fixes distinctes, nommées  $f_1$  et  $f_2$ , entraînera la résonance des CCE spécifiques de  $f_1$  et  $f_2$  avec un phénomène de distorsion causé par la zone cochléaire codant la fréquence la plus aigüe. Cette distorsion se traduit par l'activation de CCE dans une zone de fréquence spécifique à la combinaison des deux fréquences primaires  $f_1$  et  $f_2$ , à l'origine de l'émission d'un son par la cochlée elle-même appelé Produit de Distorsion Acoustique (PDA) ou Produit de Distorsion des OtoEmissions Acoustiques (DPOAE) [14, 15, 34]. Il est possible d'enregistrer la fréquence et l'intensité de ce PDA au niveau de la membrane tympanique qui entre en vibration lors du passage de l'onde sonore produite par la cochlée dans le sens inverse de la propagation naturelle d'un son dans l'oreille moyenne.

L'émission de PDA est caractéristique d'un fonctionnement cochléaire normal. L'enregistrement des PDA se base sur la vibration rétrograde du tympan et nécessite l'intégrité de la chaîne tympano-ossiculaire. Toute lésion des CCE ou de l'oreille moyenne par un bruit traumatique et/ou une substance ototoxique peut donc perturber la production et l'enregistrement de ces PDA [15, 30, 34].

Le mécanisme protecteur principal du système auditif est le réflexe acoustique ou réflexe efférent [31]. Il s'agit d'un mécanisme de défense activé en réponse à la perception d'un **bruit trop intense**, potentiellement traumatique, au niveau de l'oreille interne. Un influx nerveux émis par des neurones afférents en réaction à ce bruit traumatique est transmis au noyau du nerf facial (VIIème paire de nerfs crâniens) et au noyau olivo-cochléaire de façon **bilatérale**. Ainsi, un bruit intense capté par une seule oreille déclenchera l'activation du réflexe acoustique des deux oreilles [31].

La réponse à cette stimulation consiste en l'émission d'un influx nerveux transmis par des neurones efférents aux cellules musculaires de l'oreille moyenne, qui se contractent et rigidifient la chaîne tympano-ossiculaire, et à la cochlée qui atténue l'amplification sonore au niveau des CCE. La conséquence immédiate est une diminution de la transmission sonore au niveau de l'oreille interne. L'activation de cette boucle réflexe est donc également responsable d'une diminution de l'intensité des PDA émis par les CCE [15, 27, 34].

L'intensité sonore nécessaire pour déclencher le réflexe acoustique est variable en fonction du sujet, du niveau d'exposition au bruit et aux vibrations, mais aussi de l'exposition à des substances ototoxiques comme certains médicaments et solvants. Plus le récepteur auditif aura été sollicité dans la journée, plus l'intensité sonore devra être importante pour provoquer l'activation du réflexe acoustique. Son seuil de déclenchement en fin de journée est donc directement corrélé à la fatigue auditive accumulée [27, 30, 34].

#### *2.3.3.2 Mesure du déclenchement du réflexe acoustique par le dispositif EchoScan®*

Le dispositif EchoScan® mesure les PDA spécifiquement émis à la fréquence  $2f_1-f_2$  dans une oreille et leur variation en réponse à l'activation du réflexe acoustique efférent par une stimulation sonore dans l'oreille controlatérale [15, 34]. Le réflexe acoustique est responsable d'une mise en tension de la membrane tympanique et d'une rigidification de la chaîne ossiculaire qui protègent l'oreille interne d'un bruit potentiellement traumatique. L'EchoScan® permet de connaître le seuil de déclenchement du réflexe acoustique, exprimé en dB, en détectant la variation d'amplitude des PDA dans une oreille en réponse à l'émission de sons d'intensité croissante, entre 60 et 96 dB, dans l'oreille controlatérale [15, 34].

L'EchoScan® ne détecte pas environ 8 % des réflexes de l'oreille moyenne pour une stimulation jusqu'à 96 dB, mais sa sensibilité de détection reste quand même supérieure à celle de l'impédancemétrie (25 % de non détection) [15, 34].

D'après l'INRS [34], une augmentation du seuil de déclenchement du réflexe acoustique supérieure ou égale à 9 dB en fin de poste de travail est en faveur de l'apparition d'une fatigue auditive pathologique. Il n'y a pas de fatigue auditive significative pour une augmentation du seuil d'activation entre 0 et 3 dB. Il existe en revanche une zone d'incertitude à +6 dB pouvant témoigner d'une fatigue auditive, de récupération lente mais complète, ou de l'absence de fatigue auditive [15, 27, 34].

**Une augmentation du seuil de déclenchement du réflexe acoustique de 6 dB était donc associée à une fatigue auditive probable et une augmentation supérieure ou égale à 9 dB correspondait à l'apparition d'une fatigue auditive certaine.**

#### *2.3.3.3 Evaluation de la fatigue auditive en fin de poste de travail*

L'évaluation de la fatigue auditive a été réalisée avec le dispositif EchoScan® en mesurant la variation du seuil de déclenchement du réflexe acoustique efférent chez les téléopérateurs volontaires entre le début de poste, au cours de la première heure de travail, et la fin de poste. Les critères d'exclusion pour cette mesure étaient l'existence d'une surdité connue, une otoscopie considérée comme anormale et une hypoacousie avec une perte supérieure ou égale à 40 dB HL sur l'audiométrie tonale liminaire.

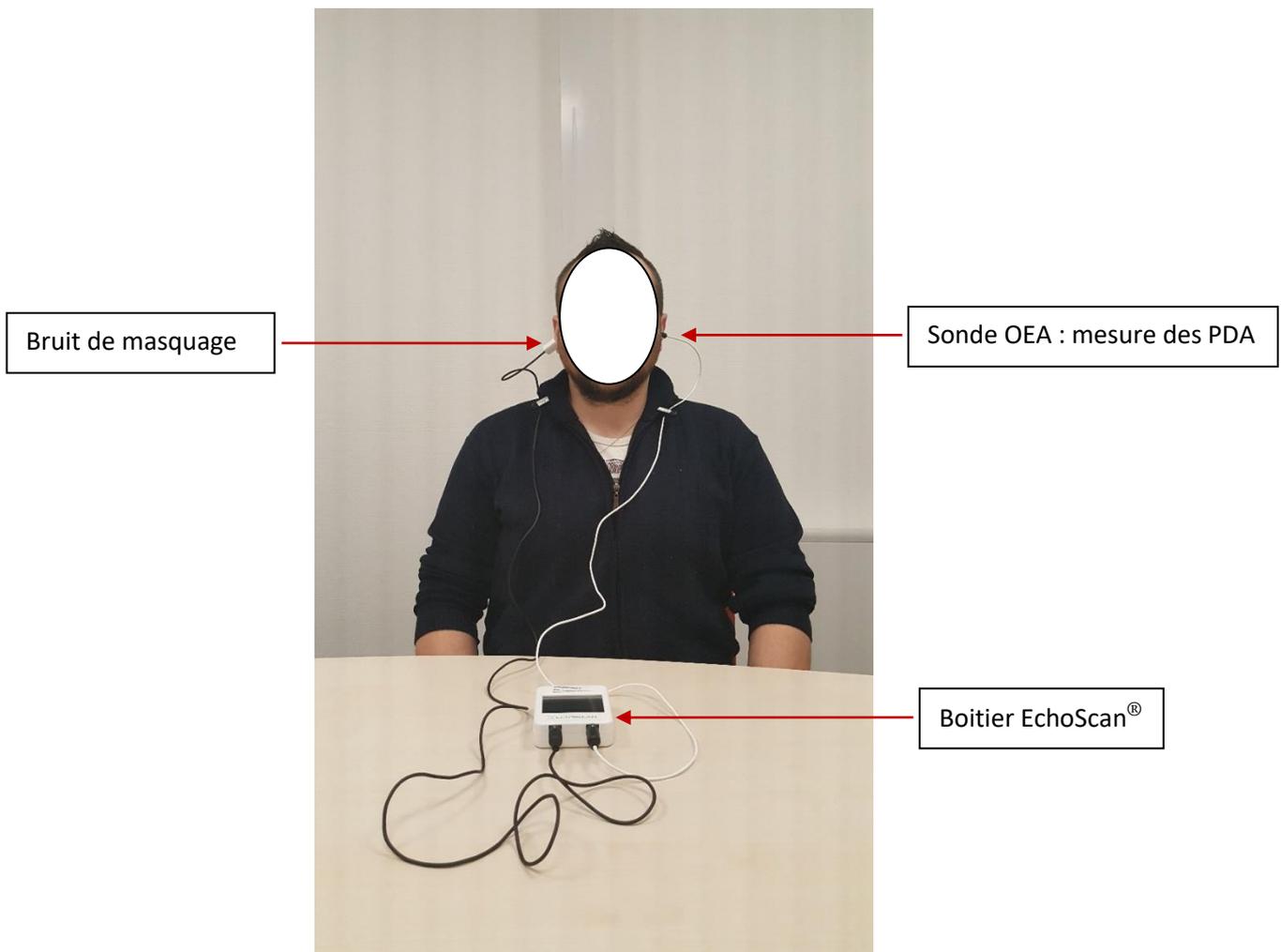
Le test est non invasif, facile à réaliser et rapide, moins de 10 minutes. Le résultat est objectif, c'est-à-dire indépendant de la coopération du sujet et de l'opérateur, contrairement à l'audiométrie tonale liminaire.

L'appareil était positionné comme le montre la photo C (p. 32). L'intensité sonore nécessaire pour déclencher le réflexe acoustique était déterminée en début de poste et en fin de poste de travail, chaque téléopérateur étant son propre témoin.

La mesure en début de poste débutait par un calibrage de l'EchoScan®. La première partie de ce calibrage, nommée DPGRAM, permet de sélectionner les fréquences de stimulation permettant d'obtenir les PDA les plus représentatifs pour le salarié.

La deuxième étape, nommée IODP, consiste en la sélection de l'intensité permettant de générer des PDA stables, avec un signal supérieur à 6 dB, et non saturés.

La mesure de fatigue auditive n'a pas pu être réalisée chez des témoins extérieurs, comme des salariés occupant un poste sans télécommunications dans les mêmes conditions de travail.



*Photo C : mise en place de l'EchoScan® sur un salarié*

## 2.4 Analyses statistiques

Les données ont été analysées avec le logiciel SPSS Statistics® version 17.0 (août 2008).

Les moyennes et les médianes ont été utilisées pour l'analyse descriptive des données.

Les variables qualitatives ont été comparées avec un test du Khi<sup>2</sup> ou un test de Fisher lorsqu'au moins un des effectifs théoriques était inférieur à 5.

Un test de comparaison de moyennes a été utilisé pour analyser les variables quantitatives. Le test non paramétrique de Mann-Whitney a été employé pour les variables quantitatives ne suivant pas une distribution gaussienne et les faibles effectifs.

Un résultat était considéré comme statistiquement significatif avec un risque d'erreur de première espèce inférieur ou égal à 5 % ( $p\text{-value} \leq 0,05$ ).

### 3) RESULTATS

#### 3.1 Caractéristiques des entreprises

Parmi les 16 entreprises contactées dans le département de l'Isère pour cette étude multicentrique, seulement 7 ont accepté de participer. Leur nom n'a pas été cité pour des raisons évidentes de confidentialité. Une lettre (A-G) leur a donc été attribuée.

Les données recueillies au sein de ces entreprises étaient le secteur d'activité, le nombre de téléopérateurs présents sur le plateau téléphonique, le nombre de téléopérateurs inclus dans le suivi médical pour cette étude, la surface totale du plateau téléphonique en m<sup>2</sup>, la surface par téléopérateur en m<sup>2</sup> et le bruit de fond mesuré en dB(A).

Les deux tableaux ci-dessous résument ces caractéristiques pour chaque entreprise.

Entreprises	Secteur d'activité	Téléopérateurs sur le plateau	Téléopérateurs inclus
A	Banque	16	3 (19 %)
B	Immobilier	10	6 (60 %)
C	Support biomédical	7	3 (43 %)
D	Secrétariat médical	18	9 (50 %)
E	Secrétariat médical	18	11 (61 %)
F	Urgences médicales	20	10 (50 %)
G	Support téléphonie	7	7 (100 %)

Entreprises	Surface du plateau en m <sup>2</sup>	Surface par téléopérateur en m <sup>2</sup>	Bruit de fond en dB(A)
A	200	12,5	53,3
B	60	6	55,6
C	76	11	50,1
D	80	4,5	56,5
E	100	5,5	58
F	196	10	69,2
G	42	6	50

Plusieurs domaines d'activité du secteur tertiaire étaient représentés parmi ces entreprises, avec une nette prédominance du domaine de la santé. La surface moyenne des plateaux téléphoniques était de 108 m<sup>2</sup>. La surface moyenne par salarié était de 8 m<sup>2</sup>, soit en-dessous de la surface recommandée pour le confort de travail en « open space » comprise entre 10 et 15 m<sup>2</sup> [11, 12]. Seules 3 entreprises sur les 7 (43 %) offraient un espace supérieur ou égal à 10 m<sup>2</sup> pour chaque téléopérateur.

Le bruit de fond mesuré était en moyenne à 56,1 dB(A), avec un minimum à 50 dB(A) et un maximum à 69,2 dB(A). L'intensité du bruit ambiant était supérieure à 55 dB(A) dans 4 entreprises (57 %) et dépassait donc fréquemment la valeur maximale recommandée pour le confort du travail intellectuel sur écran dans les espaces bureautiques [11, 12]. Les 3 entreprises qui avaient les niveaux sonores les plus élevés disposaient des plus gros effectifs.

L'isolation acoustique des locaux de chaque entreprise était cotée de « aucune » à « élevée » en fonction de son importance :

- « Aucune » pour l'entreprise D ;
- « Faible » pour les centres d'appels C, E et G (panneaux isolants seuls) ;
- « Moyenne » pour les centres d'appels A et B (revêtement absorbant sur les murs ou le plafond associé aux panneaux isolants) ;
- « Elevée » pour l'entreprise F (revêtement isolant sur les murs et le plafond associé aux panneaux isolants)

Les plateaux téléphoniques disposant d'une mauvaise isolation acoustique ne présentaient pas obligatoirement les niveaux sonores les plus élevés, l'intensité du bruit ambiant étant principalement liée au nombre de téléopérateurs en activité.

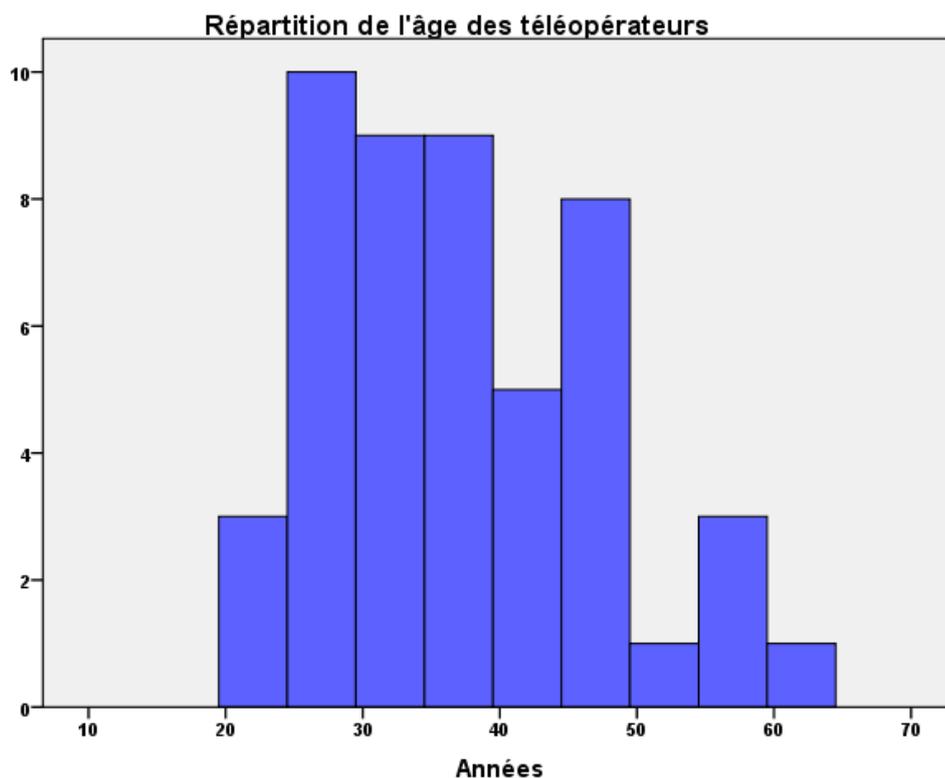
### 3.2 Caractéristiques de l'effectif

Un effectif de 49 téléopérateurs a été recruté entre mars 2016 et février 2017 au sein des 7 plateformes téléphoniques participant à l'étude dans le département de l'Isère. Tous les salariés de l'effectif ont accepté de compléter l'auto-questionnaire durant leur journée de travail et ont donné leur consentement éclairé pour l'utilisation de leurs données.

#### 3.2.1 Données socio-démographiques

Sur ces 49 salariés, 37 étaient des femmes, représentant la majorité de l'effectif (75,5 %). L'âge moyen était de 37,5 ans, avec un minimum à 22 ans et un maximum à 62 ans. Le temps de travail hebdomadaire moyen était de 33 heures. L'ancienneté moyenne au poste de travail était de 79 mois, soit 6,5 ans.

**L'effectif représentait donc majoritairement des femmes d'âge moyen, travaillant à temps plein sur un poste stable occupé depuis plusieurs années.**



### 3.2.2 Facteurs ototoxiques potentiels

Dix-huit salariés (36,5 % de l'effectif) déclaraient fumer au moins une cigarette par jour. Aucun téléopérateur ne déclarait consommer plus de 2 verres d'alcool quotidiennement. Une salariée a mentionné un antécédent de cancer du sein traité par chirurgie et radio-chimiothérapie. Il n'y avait pas d'antécédent de diabète ou de traitement antibiotique intraveineux au sein de l'effectif.

### 3.2.3 Exposition au bruit dans la vie privée ou sur un poste antérieur

Environ 90 % des téléopérateurs déclaraient regarder la télévision, avec une moyenne de 5 jours par semaine, après la journée de travail la plupart du temps. Moins d'un salarié sur trois écoutait de la musique au casque ou aux écouteurs dans la journée, avec une utilisation moyenne de 30 minutes par jour. Seulement 7 salariés expliquaient travailler avec des outils bruyants à leur domicile (bricolage et jardinage), en moyenne 3 heures par semaine, la plupart du temps en portant une protection auditive pour 4 salariés.

Environ 22,5 % de l'effectif (11 salariés) passait plus d'une heure dans les transports par jour, seuil théorique à partir duquel l'exposition aux vibrations transmises au corps entier peut favoriser la survenue d'une fatigue auditive.

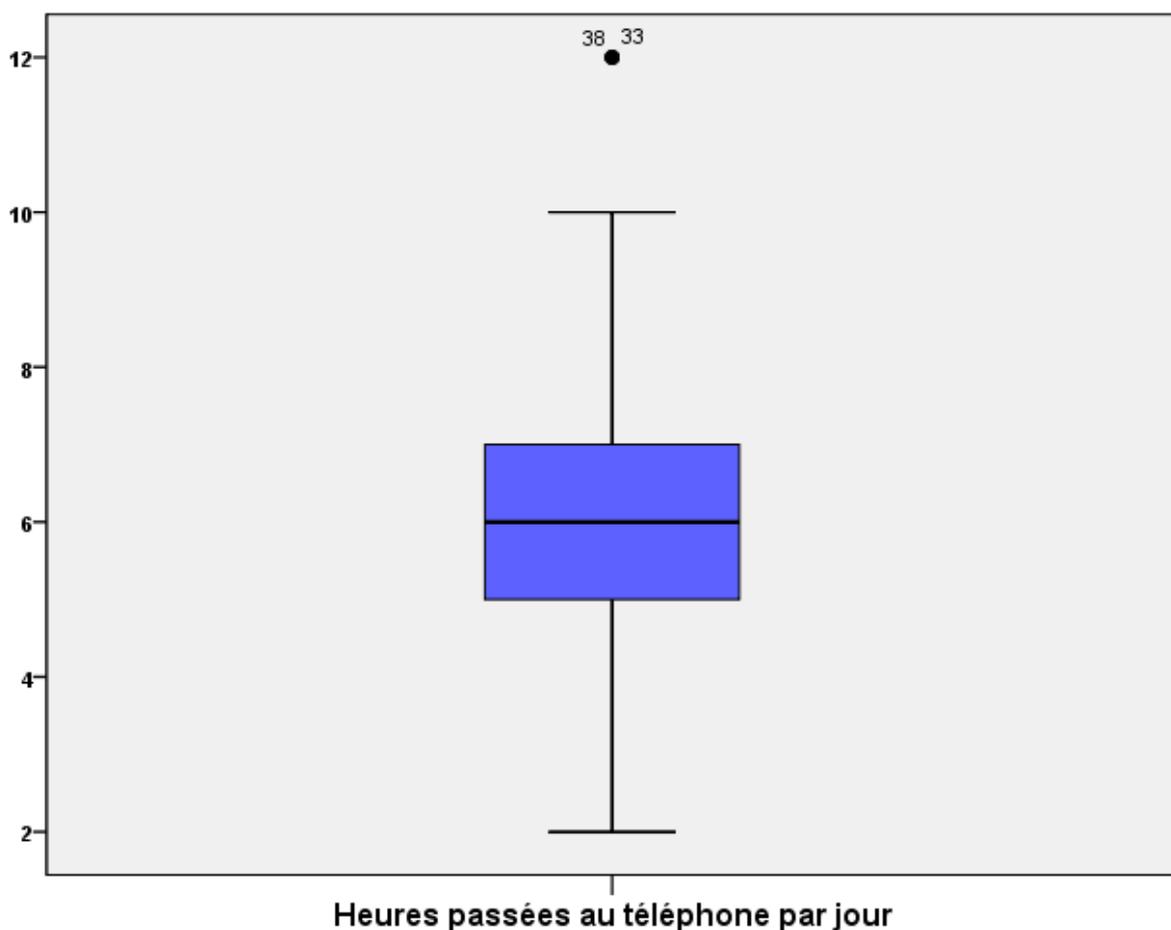
Sur les 49 téléopérateurs recrutés, 9 déclaraient avoir déjà été exposés au bruit sur un poste de travail antérieur (18,5 % de l'effectif) :

- 3 salariés dans un autre centre d'appels téléphoniques,
- 2 salariés dans le secteur automobile,
- 2 salariés dans l'industrie,
- 2 salariés dans le secteur du bâtiment et des travaux publics.

### 3.2.4 Temps passé en communication téléphonique et confort d'écoute

Le temps quotidien moyen passé en communication téléphonique était de 6,5 heures.

Vingt-huit salariés travaillaient avec un casque binaural, contre 18 avec un casque monaural droit ou gauche. Seuls 3 salariés de l'entreprise G n'utilisaient pas régulièrement un casque pour leurs communications et préféraient téléphoner avec un combiné classique. Parmi les 46 téléopérateurs travaillant au casque, 37 trouvaient leur casque confortable, soit plus de 80 % des utilisateurs.



Le volume du casque était réglable dans 87 % des cas ; les 6 casques répertoriés comme non réglables étaient soit cassés, soit d'anciens modèles. Pour 34 téléopérateurs travaillant au casque (69,5 %), l'intensité sonore de la conversation était considérée comme « adaptée ». Le volume de la conversation était « trop faible » pour 4 salariés et « trop forte » pour 8 salariés.

### 3.3 Plaintes fonctionnelles rapportées par les téléopérateurs

Au sein de l'effectif, environ 84 % des salariés évoquaient ressentir au moins un des symptômes suivants préférentiellement en fin de poste ou en fin de semaine de travail :

- Impression de surdité,
- Trouble de la compréhension verbale en milieu bruyant,
- Acouphènes,
- Plénitude de l'oreille (sensation d'obstruction du conduit auditif)
- Ootalgie,
- Céphalées,
- Vertiges,
- Atteinte de la voix.

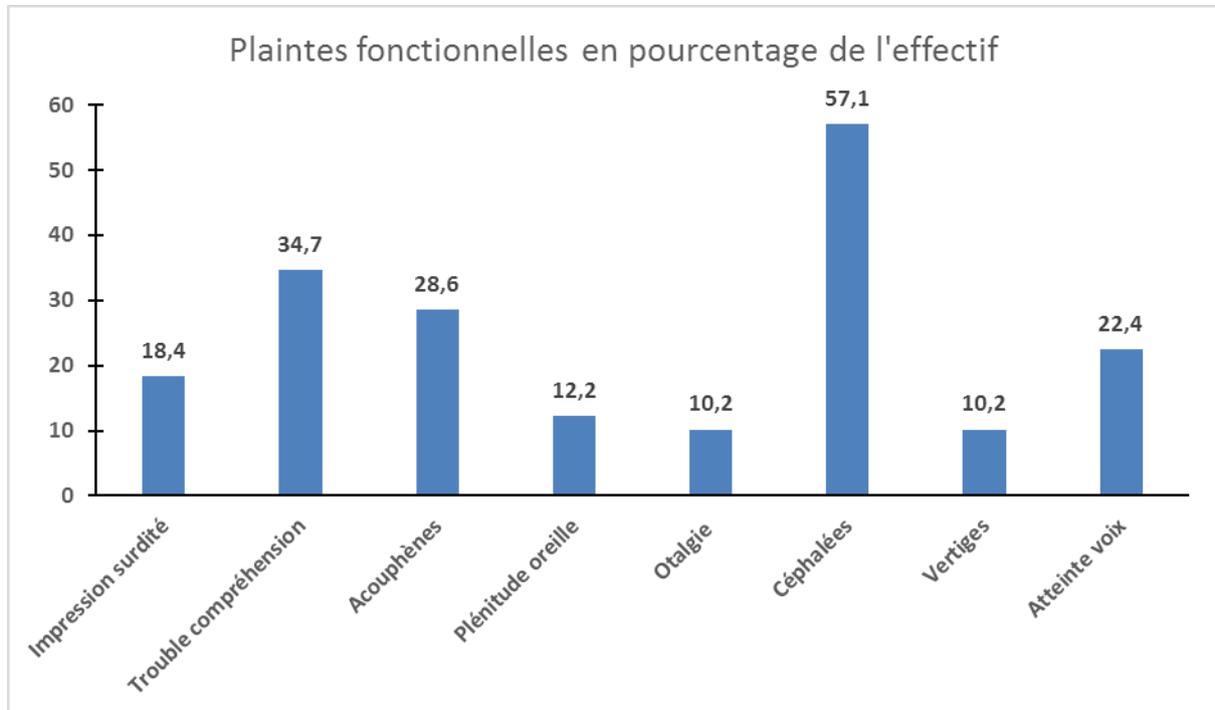
Parmi les 49 téléopérateurs, 22 salariés (45 %) déclaraient devoir augmenter le son de la radio ou de la télévision pour entendre confortablement après une journée de travail. L'action la plus souvent rapportée est la nécessité de monter le volume de la radio dans la voiture sur le trajet du retour, afin d'entendre le programme de la même façon que sur le trajet aller.

Seuls 3 téléopérateurs déclaraient bénéficier d'un suivi médical pour une pathologie auditive :

- Une salariée de 37 ans pour un antécédent de choc acoustique à droite dans le cadre d'un Accident du Travail sur le poste actuel, avec une hypoacousie droite séquellaire de – 30 dB HL à 1000-2000 Hz ;
- Une salariée de 57 ans pour une hypoacousie bilatérale peu évolutive, d'étiologie inconnue, avec une perte de 40 dB HL à 1000-2000 Hz ;
- Une salariée de 49 ans pour une hypoacousie gauche brutale transitoire survenue en 2013, avec récupération *ad integrum*.

### 3.3.1 Prévalence des signes fonctionnels ORL

L'histogramme ci-dessous illustre la prévalence de la symptomatologie ORL ressentie préférentiellement en fin de poste de travail au sein de la population de cette étude.



Les céphalées représentent la principale symptomatologie et concernent plus d'une personne sur deux. Les troubles de la compréhension verbale en milieu bruyant sont rapportés par environ 1 salarié sur 3. Les acouphènes sont évoqués par plus d'un quart de l'effectif.

### 3.3.2 Troubles du sommeil et consommation de psychotropes

Douze salariés se plaignaient de troubles du sommeil depuis leur prise de fonction comme téléopérateur ou téléconseiller, représentant 24,5 % de la population de l'étude. Ces troubles du sommeil sont des réveils nocturnes dans 75 % des cas.

Seulement 2 téléopérateurs avouaient consommer des psychotropes, qui étaient un anxiolytique pour une personne et un hypnotique pour l'autre.

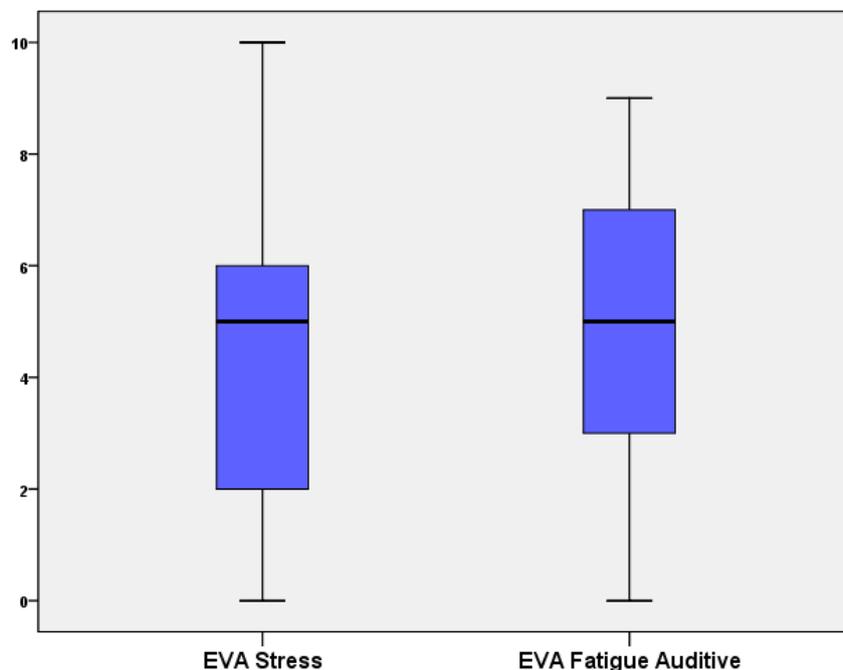
### 3.4 EVA stress au travail et EVA « fatigue auditive perçue » en fin de poste

Le niveau de stress au travail était évalué par une EVA dans le questionnaire. Il s'agit d'un indicateur validé permettant de quantifier l'importance du stress professionnel dans une population sur une échelle de 1 à 10 [40].

Contrairement à l'EVA stress au travail, l'EVA « fatigue auditive perçue » en fin de poste n'est pas un indicateur scientifiquement validé. Il s'agit d'une échelle d'évaluation spécialement créée pour cette étude dans le but de rechercher une corrélation entre le niveau de fatigue auditive ressentie et la mesure objective de cette fatigue auditive par l'EchoScan®.

La moyenne des réponses à l'EVA de stress au travail dans cette population était de 4,5. La moyenne des réponses à l'EVA « fatigue auditive perçue » en fin de poste était de 5,1.

Les deux diagrammes en boîte ci-dessous illustrent la répartition des réponses à ces deux EVA au sein de la population.



Ces deux variables sont similaires graphiquement et il existe une corrélation statistiquement significative entre elles, avec un coefficient  $r$  faible à 0,37 ( $p=0,01$ ).

### **3.5 Données cliniques**

Le bilan clinique regroupait un examen bilatéral et comparatif à l'otoscope en début de poste et une audiométrie tonale de dépistage datant de moins de 6 mois.

#### **3.5.1 Otoscopie**

L'examen à l'otoscope a concerné 48 salariés, car une téléopératrice ne s'est pas présentée à la consultation en début de poste et en fin de poste de travail.

Treize salariés (27 %) présentaient une otoscopie qualifiée d'anormale :

- 7 cas de tympons cicatriciels dont un cas de tympanosclérose droite,
- 4 cas d'obstruction du conduit auditif externe par du cérumen,
- 2 cas d'otite externe.

Une salariée présentant une obstruction bilatérale du conduit auditif externe par un bouchon de cérumen impossible à retirer pendant la consultation a été ensuite exclue de la mesure de fatigue auditive.

#### **3.5.2 Audiométrie tonale de dépistage**

Une audiométrie tonale liminaire de moins de 6 mois a été obtenue pour l'ensemble de l'effectif. Huit téléopérateurs (16,5 %) présentaient un audiogramme anormal par rapport à leur courbe de référence pour les personnes de même tranche d'âge et de même sexe :

- 6 cas d'hypoacousie unilatérale droite ou gauche,
- 2 cas d'hypoacousie bilatérale.

Les hypoacusies étaient essentiellement des pertes de -30 dB HL à 6000-8000 Hz évoquant une presbycusie débutante chez des sujets de plus de 50 ans. **Aucun salarié ne présentait un audiogramme pathologique caractéristique des surdités liées au bruit**, c'est-à-dire une perte audiométrique bilatérale et symétrique autour de 4000 Hz [1-4].

Deux cas d'hypoacousie étaient identifiés dès la première étape de l'entretien médical, car les deux salariées concernées bénéficiaient d'un suivi ORL régulier, comme mentionné page 39 :

- Une salariée de 37 ans pour un antécédent de choc acoustique à droite dans le cadre d'un Accident du Travail sur le poste actuel, avec une hypoacousie droite séquellaire de - 30 dB HL à 1000-2000 Hz ;
- Une salariée de 57 ans pour une hypoacousie bilatérale peu évolutive, d'étiologie inconnue, avec une perte de 40 dB HL à 1000-2000 Hz.

Cette dernière téléopératrice a été exclue de la mesure de fatigue auditive en raison de cette hypoacousie, probablement majorée par l'existence d'une obstruction bilatérale du conduit auditif par du cérumen (*cf.* 3.5.1 Otoscopie).

### **3.6 Evaluation de la fatigue auditive en fin de poste de travail**

Le seuil de déclenchement du réflexe de l'oreille moyenne a été mesuré par le dispositif EchoScan® en début de poste et en fin de poste chez 48 salariés de l'effectif, afin de déterminer la **prévalence de la fatigue auditive en fin de poste de travail** au sein de la population. Une téléopératrice n'a pas bénéficié de cette mesure, car elle ne s'est pas présentée à la visite médicale.

Aucune évaluation de la fatigue auditive n'a pu être réalisée pour 10 salariés :

- Une salariée a été exclue de la mesure car elle présentait une obstruction bilatérale du conduit auditif externe par du cérumen ;
- 2 salariés n'émettaient pas de produits de distorsion mesurables par l'EchoScan<sup>®</sup>, représentant 4 % de l'effectif ;
- 6 salariés ne déclenchaient pas de réflexe acoustique jusqu'à la stimulation maximale du bruit de masquage à 96 dB, ne permettant pas d'évaluer la variation du seuil de déclenchement de leur réflexe entre le début et la fin du poste ;
- La mesure n'a pu être correctement réalisée chez une salariée, en raison d'un bruit de fond trop important, principalement causé par des mouvements incoercibles de mastication, non compensable par le système de réjection de l'appareil.

Parmi les 38 téléopérateurs pour lesquels une mesure interprétable du déclenchement du réflexe acoustique a pu être réalisée par le dispositif EchoScan<sup>®</sup> en début et en fin de poste de travail, les résultats étaient les suivants :

- 25 salariés (66 % de l'effectif mesuré) présentaient une variation du seuil de déclenchement du réflexe acoustique comprise entre 0 et +3 dB, correspondant à l'absence de fatigue auditive en fin de poste de travail ;
- 5 salariés (13 % de l'effectif mesuré) présentaient une variation du seuil de déclenchement du réflexe acoustique de +6 dB, correspondant à une fatigue auditive probable ;
- 8 salariés (21 % de l'effectif mesuré) présentaient une variation du seuil de déclenchement du réflexe acoustique supérieure ou égale à +9 dB, correspondant à une fatigue auditive pathologique.

Parmi les 8 salariés identifiés comme présentant une fatigue auditive certaine au seuil de +9 dB actuellement fixé par l'INRS [15, 34], le seuil de déclenchement du réflexe de l'oreille moyenne était augmenté de 12 dB pour 3 d'entre eux.

Les résultats pour chaque centre d'appels sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Entreprises	Mesures exploitables	Variation du réflexe efférent Fin de Poste - Début de Poste		
		0 à +3 dB : absence de fatigue auditive	+6 dB : fatigue auditive possible	≥ +9 dB : fatigue auditive certaine
A	3	3 (100 %)	0	0
B	5	3 (60 %)	0	2 (40 %)
C	3	1 (33 %)	1 (33 %)	1 (33 %)
D	6	4 (66 %)	1 (17 %)	1 (17 %)
E	7	5 (72 %)	1 (14 %)	1 (14 %)
F	8	4 (50 %)	1 (12,5 %)	3 (37,5 %)
G	6	5 (83 %)	1 (17 %)	0

Les téléopérateurs de l'entreprise F présentaient plus fréquemment une fatigue auditive. Cette plateforme téléphonique était la plus bruyante, avec un bruit de fond supérieur à 69 dB(A). Les différences observables entre les entreprises peuvent également provenir de paramètres non évalués dans cette étude, comme la qualité du micro-casque.

**Au total, 5 téléopérateurs (13 %) étaient concernés par une fatigue auditive probable et 8 téléopérateurs (21 %) présentaient une fatigue auditive certaine mesurée par le dispositif EchoScan®.** La prévalence d'une fatigue auditive probable ou certaine en fin de poste de travail était donc de 34 % parmi les 38 salariés dont les résultats étaient interprétables.

### **3.7 Facteurs possiblement associés à une fatigue auditive en fin de poste**

L'objectif secondaire de cette étude était de rechercher d'éventuels facteurs individuels et professionnels statistiquement associés à une fatigue auditive en fin de poste de travail.

#### **3.7.1 Facteurs individuels**

Il n'y avait pas d'association statistiquement significative entre la fatigue auditive et le sexe masculin ou féminin ( $p=0,70$ ). Il n'y avait pas non plus de différence significative de fatigue auditive entre le groupe 22-35 ans et le groupe 36-62 ans ( $p=0,75$ ).

Le facteur tabac n'était pas associé à la fatigue auditive ( $p=0,30$ ).

Parmi les plaintes fonctionnelles exprimées par les téléopérateurs, l'impression de surdité en fin de poste de travail n'était pas significativement associée à la fatigue auditive ( $p=0,15$ ), tout comme le trouble de la compréhension en milieu bruyant ou les acouphènes ( $p=0,70$ ).

La sensation de plénitude de l'oreille, l'otalgie et les vertiges n'étaient pas statistiquement liés à la fatigue auditive ( $p=1,0$ ). Il n'y avait pas non plus d'association significative entre les céphalées et la variable fatigue auditive ( $p=0,40$ ).

Environ 45 % des salariés déclaraient devoir augmenter le son de la radio ou de la télévision pour entendre confortablement après une journée de travail, mais cette plainte n'apparaissait pas liée à la fatigue auditive ( $p=0,40$ ).

Il n'y avait pas plus de troubles du sommeil dans le groupe fatigue auditive ( $p=0,65$ ).

### 3.7.2 Facteurs professionnels

Parmi les 7 centres d'appels de cette étude, la fatigue auditive n'était pas significativement associée au nombre de téléopérateurs dans l'entreprise ( $p=0,55$ ), au bruit de fond ( $p=0,35$ ), à la surface du plateau téléphonique ( $p=0,90$ ) ou à la surface par téléopérateur ( $p=0,70$ ).

L'ancienneté au poste de travail n'était pas statistiquement associée au facteur fatigue auditive. Il n'y avait pas plus de salariés présentant une fatigue auditive pour une ancienneté supérieure à 4 ans ( $p=0,30$ ).

Le temps quotidien passé en communication téléphonique n'impactait pas significativement la fatigue auditive. Il n'y avait pas plus de fatigue auditive parmi les téléopérateurs téléphonant 7 heures et plus par jour ( $p=0,20$ ).

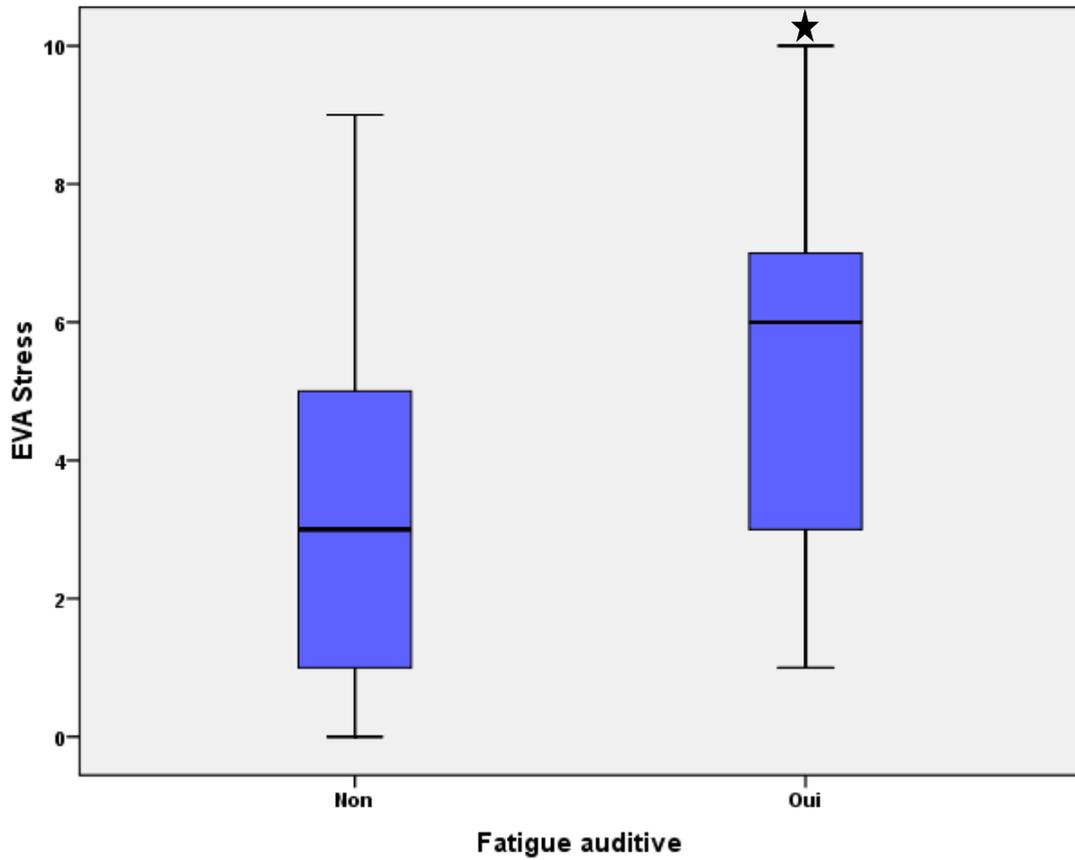
Aucun des 3 salariés travaillant principalement avec un combiné téléphonique ne présentait une fatigue auditive en fin de poste de travail. Le type de casque, monaural ou binaural, n'apparaissait pas associé à la fatigue auditive ( $p=0,50$ ), tout comme le caractère réglable ou non du volume des communications ( $p=0,35$ ).

Concernant la perception des échanges téléphoniques, environ 71 % des salariés rapportant des **intensités de communication trop élevées** présentaient une fatigue auditive ( $p=0,075$ ).

Aucun lien statistique n'était retrouvé entre la fatigue auditive et l'EVA « fatigue auditive perçue » en fin de poste de travail ( $p=0,09$ ).

En revanche, il y avait **significativement plus de fatigue auditive dans le groupe de salariés dont le résultat à l'EVA stress au travail était élevé**, supérieur à 5 ( $p=0,05$ ).

Cette association est bien identifiable sur le diagramme en boîte ci-dessous.



#### 4) DISCUSSION

L'impact du bruit sur le confort et la santé des salariés dans les espaces ouverts de travail est un sujet d'actualité pour lequel les médecins du travail et les Services de Santé au Travail sont régulièrement sollicités. Les centres d'appels téléphoniques sont des entreprises particulièrement concernées par cette problématique, car le bruit des conversations téléphoniques au casque s'ajoute au bruit de fond de l'environnement de travail, créant ainsi deux sources d'exposition au bruit pour les téléopérateurs.

Plusieurs études se sont intéressées aux conditions de travail et aux problématiques de santé dans les centres d'appels téléphoniques, mais peu de travaux ont concerné le sujet du bruit et de la fatigue auditive dans ces entreprises, probablement à cause de la difficulté d'évaluer objectivement le retentissement d'un bruit modéré sur le système auditif. L'audiométrie tonale liminaire, fréquemment réalisée en Santé au Travail, est un examen insuffisamment sensible pour détecter des variations précoces de la perception auditive.

Ce travail pluridisciplinaire, mené entre mars 2016 et février 2017, m'a permis d'évaluer l'impact du bruit sur la fatigue auditive dans un effectif représentatif de 49 téléopérateurs répartis au sein de 7 plateaux téléphoniques du département de l'Isère. La mesure de la fatigue auditive était basée sur la recherche d'une augmentation du seuil de déclenchement du réflexe de l'oreille moyenne à l'aide d'un dispositif validé par l'INRS, l'EchoScan<sup>®</sup>, permettant une évaluation objective et non invasive de ce paramètre.

Il s'agit de la **première étude multicentrique mettant en évidence une fatigue auditive en fin de poste de travail chez des téléopérateurs**, dans des conditions de travail et d'exposition au bruit habituellement retrouvées dans les centres d'appels téléphoniques.

La prévalence d'une fatigue auditive probable était de 13 % et la prévalence d'une fatigue auditive certaine de 21 % parmi les 38 téléopérateurs pour lesquels le résultat était interprétable, représentant plus de 30 % de fatigue auditive au sein de la population étudiée.

L'effectif était majoritairement constitué de femmes d'âge moyen, travaillant essentiellement à temps plein sur un poste occupé depuis plusieurs années. Il s'agit de caractéristiques classiques pour les centres d'appels dans les domaines d'activité des entreprises recrutées. Il aurait été intéressant de disposer d'une plateforme téléphonique de prospection commerciale, représentant une activité pour laquelle le volume des appels est plus élevé et la rotation des salariés importante en raison de nombreux contrats de travail temporaires. Les salariés n'étaient pas fortement exposés au bruit en dehors de leur activité professionnelle, permettant une évaluation de la fatigue auditive principalement liée à la journée de travail.

Les plaintes auditives en fin de poste de travail étaient fréquemment mentionnées par les salariés. Plus de 8 salariés sur 10 exprimaient un signe fonctionnel ORL comme des céphalées ou des troubles de la compréhension verbale en milieu bruyant après une journée de travail. Près de la moitié de l'effectif rapportait devoir augmenter le son de la radio ou de la télévision en fin de journée pour entendre aussi confortablement que le matin. Enfin, il existait des troubles du sommeil pour un quart des téléopérateurs. Ces symptômes sont toujours mentionnés dans les études s'intéressant aux centres d'appels téléphoniques, avec des prévalences variables, concernant 50 à 80 % des effectifs [16-19, 22, 27].

Ces manifestations subjectives sont difficilement explicables. C'est le recueil de ces symptômes au cours de visites médicales concernant les téléopérateurs de deux entreprises qui a été l'élément déclenchant de ce travail, l'hypothèse étant que les plaintes fonctionnelles auditives exprimées par les salariés pouvaient témoigner de l'existence d'une fatigue auditive, phénomène quant à lui mesurable de façon objective par l'EchoScan®.

Cette étude n'a pas permis de retrouver de lien significatif entre les divers symptômes évoqués par les téléopérateurs et la fatigue auditive en fin de poste de travail. Les plaintes fonctionnelles auditives semblent également difficilement explicables par les résultats de l'otoscopie, qui montraient qu'un quart de l'effectif présentait un tympan cicatriciel ou une obstruction partielle du conduit auditif par du cérumen. Un peu plus d'un salarié sur 10 présentait un audiogramme anormal par rapport aux courbes de références standardisées, mais aucun tracé typique des surdités liées au bruit n'était retrouvé.

La fatigue auditive apparaissait indépendante de l'âge, du sexe ou du statut tabagique. Parmi les facteurs professionnels, l'ancienneté au poste de travail, la durée quotidienne des télécommunications ou le type de casque n'étaient pas liés à la fatigue auditive. En revanche, les salariés qui évoquaient des **intensités de communication trop élevées** présentaient plus fréquemment une fatigue auditive, avec un résultat presque statistiquement significatif.

**L'EVA stress au travail** était le seul indicateur significativement associé à la fatigue auditive. Les salariés dont le résultat à l'EVA stress au travail était supérieur à 5 présentaient plus fréquemment une fatigue auditive en fin de poste. Il est impossible de conclure à une relation de causalité entre ces deux facteurs, mais l'EVA stress au travail apparaît comme un élément à prendre en compte pour évaluer le retentissement du bruit dans les centres d'appels.

Il n'y avait pas de différence significative de fatigue auditive entre les entreprises de cette étude. On ne retrouvait pas de lien entre la fatigue auditive et les conditions de travail sur les plateformes téléphoniques, comme la surface par téléopérateur ou le bruit ambiant.

Néanmoins, seules 3 entreprises de l'effectif offraient une surface par salarié supérieure ou égale à 10 m<sup>2</sup>, conformément aux recommandations émises pour les centres d'appels [16, 41].

De même, plus de la moitié des centres d'appels présentait un bruit ambiant dépassant le seuil de 55 dB(A) recommandé dans ces espaces de travail par la norme ISO 116901, en lien avec une importante activité téléphonique sur le plateau (secrétariat, urgences médicales) ou un traitement acoustique des locaux insuffisant [12, 22, 27].

Il est donc nécessaire de maintenir des actions pluridisciplinaires de prévention dans les centres d'appels, en rappelant la nécessité d'offrir un espace de travail suffisant pour les téléopérateurs et de limiter l'exposition au bruit par l'isolation acoustique du plateau téléphonique et l'utilisation de limiteurs acoustiques sur les dispositifs téléphoniques [42]. De plus, la réalisation régulière d'une évaluation de l'exposition au bruit doit être proposée [41].

Les préconisations de prévention du risque bruit et de la fatigue auditive dans les centres d'appels issues des recommandations de l'INRS [12, 41] et de cette étude sont les suivantes :

- Renforcer l'information des chefs d'entreprise et des salariés sur le risque bruit et les contraintes organisationnelles du poste de téléopérateur [43] ;
- Evaluer l'exposition au bruit sur la plateforme téléphonique tous les 3 à 5 ans ;
- Prévenir la survenue d'une dégradation de l'état de santé et de l'audition des téléopérateurs en lien avec l'exposition au bruit en renforçant l'isolation acoustique des locaux, la protection contre les chocs acoustiques et l'ergonomie du poste de travail, en agissant par exemple sur la surface disponible par salarié et la qualité du micro-casque [26, 42] ;
- Réaliser une audiométrie tonale liminaire de dépistage des surdités à l'embauche, puis tous les 2 ans ;
- Organiser des campagnes de mesure de la fatigue auditive en fin de poste de travail avec le dispositif EchoScan® sur des groupes homogènes d'exposition.

Le décret d'application de la loi Travail du 27 décembre 2016, entré en application depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2017, réforme la médecine du travail et la surveillance médicale des salariés. Ainsi, les visites médicales périodiques, qui étaient réalisées tous les 2 ans pour les salariés des centres d'appels téléphoniques, sont remplacées par des Visites d'Information et de Prévention (VIP) pouvant être réalisées par des infirmiers en Santé au Travail, avec une périodicité de 5 ans maximum, sans audiométrie tonale. Le médecin du travail peut raccourcir le délai entre deux VIP et organiser un suivi audiométrique tous les 2 ans pour ces salariés, mais l'application de cette recommandation nécessite une harmonisation des pratiques au sein des Services de Santé au Travail.

Deux autres études s'intéressant spécifiquement à la fatigue auditive dans les centres d'appels téléphoniques ont été menées au cours des 5 dernières années, mais seulement un protocole utilisait l'EchoScan<sup>®</sup>.

Le premier travail recherchait une altération de la perception auditive en fin de semaine dans un effectif de 21 téléopérateurs d'une plateforme téléphonique [44]. L'évaluation de l'audition était basée sur l'audiométrie tonale liminaire et l'audiométrie vocale avec des tests d'intelligibilité dans le bruit. Plus de 50 % des salariés considéraient leur environnement professionnel comme bruyant et près d'un salarié sur 3 manifestait une symptomatologie auditive en lien avec le travail. Les tests réalisés ne permettaient pas de mettre en évidence une altération significative de la fonction auditive en fin de semaine, probablement à cause de la faible sensibilité de l'audiométrie pour détecter précocement une hypoacousie. Il s'agissait également d'une étude monocentrique sur un petit effectif ne permettant pas d'atteindre une puissance statistique suffisante. Il aurait été intéressant de réaliser un suivi quotidien plus qu'hebdomadaire, car la fatigue auditive semble récupérer en une nuit de sommeil et ne pas s'accumuler dans la semaine de travail.

L'autre étude est plus récente et non encore publiée [27]. Le travail mené par Venet *et al* avait pour objectif de rechercher l'apparition d'une fatigue auditive en fin de poste dans un effectif de 39 téléopérateurs travaillant dans 3 centres d'appels téléphoniques, en comparaison avec 16 témoins non exposés à des communications téléphoniques au casque. Une audiométrie tonale liminaire et une mesure du seuil de déclenchement du réflexe efférent par l'EchoScan<sup>®</sup> étaient réalisées en début et en fin de poste de travail, parallèlement à une évaluation de l'exposition au bruit ambiant et au bruit en sortie de casque. L'exposition quotidienne moyenne au bruit était de 65,7 dB(A), **principalement représentée par l'exposition individuelle aux communications téléphoniques en sortie de casque**. Aucune variation significative de la perception auditive n'était détectée par l'audiométrie tonale. Il n'y avait pas non plus d'augmentation du seuil de déclenchement du réflexe efférent en fin de poste de travail, en faveur de l'absence de fatigue auditive dans cette population.

La conclusion avancée par ces 2 études est que les plaintes fonctionnelles auditives rapportées par les téléopérateurs seraient liées à une fatigue attentionnelle et émotionnelle plus qu'à une véritable fatigue auditive périphérique, entraînant le plus souvent des troubles de la compréhension verbale et non des surdités.

Les résultats de mon travail sont différents, car près d'un salarié sur 3 présentait une fatigue auditive mesurée par le dispositif EchoScan<sup>®</sup> en fin de poste de travail.

En comparaison avec l'étude de Venet *et al* [27] qui utilisait la même méthodologie d'évaluation de la fatigue auditive, mon effectif présentait un âge moyen plus élevé et une ancienneté au poste de travail plus importante. Par ailleurs, le temps quotidien moyen passé en communication était deux fois plus élevé dans mon effectif et certains systèmes téléphoniques, anciens, ne disposaient pas d'un limiteur acoustique numérique.

Ces paramètres sont en faveur d'une exposition au bruit sous casque plus importante qui pourrait expliquer l'apparition d'une fatigue auditive objectivable en fin de poste de travail dans mon effectif. L'intensité sonore en sortie de casque n'a malheureusement pas été mesurée dans cette étude, car je ne disposais pas d'un simulateur d'oreille humaine occluse au moment où les casques auraient pu être testés dans les entreprises [24, 25, 27].

**Le tableau en annexe III présente les différences et les points communs entre mon travail et l'étude de Venet *et al* [27].**

L'évaluation de la fatigue auditive a pu être surestimée par le manque de reproductibilité de la mesure sur la première version de l'EchoScan<sup>®</sup> dont je disposais pour ce travail. De plus, une variation du seuil de déclenchement du réflexe efférent de +6 dB était associée à une fatigue auditive probable, prise en compte lors de l'analyse statistique, alors qu'un seuil de +9 dB est actuellement retenu par l'INRS pour affirmer l'apparition d'une fatigue auditive [34].

Inversement, la mesure de fatigue auditive a pu être sous-estimée dans cette étude, car aucun résultat n'a été obtenu pour 8 salariés. Deux téléopérateurs n'émettaient pas de produits de distorsion acoustique et 6 téléopérateurs ne déclenchaient pas leur réflexe efférent jusqu'à la stimulation maximale du bruit de masquage à 96 dB. Cette absence de déclenchement du réflexe de l'oreille moyenne peut venir d'une mauvaise sélection de la fréquence de stimulation sur le DPGRAM, car les produits de distorsion acoustique peuvent être émis à des fréquences différentes de 4000 Hz, zone de stimulation automatiquement sélectionnée sur la version boîtier de l'EchoScan<sup>®</sup>. Par ailleurs, il semble que le bruit de masquage pourrait être émis sur une bande de fréquence inadaptée, trop large, provoquant une exclusion des seuils de déclenchement bas environ 20 % du temps.

Ces paramètres ont été modifiés sur la nouvelle version de l'EchoScan® qui intègre un logiciel informatique permettant de sélectionner d'autres fréquences de stimulation et améliorant le spectre d'émission du bruit de masquage, afin d'augmenter la sensibilité de détection et la reproductibilité de la mesure.

Enfin, cette étude présente plusieurs limites. Un effectif trop faible, à l'origine d'un manque de puissance statistique, pourrait expliquer plusieurs résultats non statistiquement significatifs dans les analyses par sous-groupes. L'effectif était relativement faible, car plusieurs entreprises ont refusé mon intervention, par crainte de voir émerger de nouvelles problématiques de santé au travail dans un secteur déjà particulièrement concerné par les Risques Psycho-Sociaux et les Troubles Musculo-Squelettiques. De plus, le recrutement des salariés basé sur le volontariat ne permettait pas d'intégrer l'ensemble des téléopérateurs de chaque entreprise. L'absence d'un groupe contrôle non exposé aux télécommunications, dans le même environnement de travail, ne permet pas d'affirmer que la fatigue auditive constatée est liée à l'exposition au bruit en sortie de casque. Par ailleurs, la diversité des micro-casques utilisés dans les centres d'appels était un obstacle pour recueillir les données constructeur concernant les caractéristiques d'émission et le niveau bruit en sortie de casque n'a pas pu être mesuré en l'absence d'un simulateur d'oreille humaine occluse disponible.

Il serait donc nécessaire de confirmer les résultats obtenus par une nouvelle étude sur un effectif plus large, avec la dernière version de l'EchoScan®. L'intensité sonore et les bandes de fréquence en sortie de casque pourraient être mesurées dans le but d'identifier des caractéristiques associées à la survenue d'une fatigue auditive, permettant aux centres d'appels téléphoniques de se doter d'un matériel d'écoute adapté.

Par ailleurs, un protocole pourrait être imaginé pour rechercher un seuil d'exposition au bruit en sortie de casque à partir duquel surviendrait une fatigue auditive. Pour cela, un suivi longitudinal serait mis en place sur un effectif de téléopérateurs, avec une quantification journalière de la durée passée en communication téléphonique et de l'exposition au bruit sous le micro-casque, en augmentant par palier la durée des appels et donc l'intensité sonore durant la semaine. La mesure de la variation du déclenchement du réflexe efférent entre le début et la fin du poste de travail permettrait peut-être d'identifier une limite d'exposition au bruit à partir de laquelle apparaîtrait une fatigue auditive augmentant le risque de survenue d'une surdité de perception.

Ce travail m'a fait prendre conscience que la prévention des effets du bruit doit être un élément central du suivi médical des téléopérateurs et les Services de Santé au Travail doivent accompagner au mieux les centres d'appels téléphoniques sur cette problématique.

L'étude présentée ici pourrait faire l'objet d'un article scientifique soumis à publication dans une revue médicale spécialisée comme *Noise & Health*.

## 5) CONCLUSION

THESE SOUTENUE PAR : Cédric AUBERT

**TITRE : Evaluation de la fatigue auditive périphérique et de ses déterminants dans les centres d'appels téléphoniques par le dispositif EchoScan®**

### CONCLUSION

Introduction : L'exposition au bruit en milieu professionnel est fréquente et ses effets sur la santé sont bien connus, le principal risque étant la surdité. Les plaintes liées au bruit sont fréquemment exprimées par les salariés qui travaillent dans les centres d'appels téléphoniques, alors que les niveaux de bruit habituellement constatés restent modérés et inférieurs aux seuils réglementaires. La notion de fatigue auditive, souvent évoquée par les téléopérateurs, correspond à un phénomène de saturation de la cochlée en lien avec une exposition prolongée à des bruits lésionnels. Un nouveau dispositif validé par l'INRS, l'EchoScan®, permet d'identifier de façon objective la survenue d'une fatigue auditive en mesurant la variation du seuil de déclenchement du réflexe de l'oreille moyenne, ou réflexe efférent, en début et en fin de poste de travail, avec une meilleure sensibilité de détection que l'audiométrie tonale habituellement utilisée pour dépister les hypoacusies.

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer la prévalence de la fatigue auditive en fin de poste de travail en utilisant l'EchoScan® dans une population de téléopérateurs au sein de plusieurs plateformes téléphoniques. L'objectif secondaire était d'identifier des facteurs personnels et professionnels associés à l'apparition d'une fatigue auditive en fin de poste.

Matériels et Méthode : Seize entreprises ont été contactées dans le département de l'Isère entre mars 2016 et février 2017. Les salariés des entreprises participant à l'étude étaient recrutés sur la base du volontariat au cours de leur suivi médical en Médecine du Travail. Un questionnaire évaluant les conditions de travail, l'exposition au bruit dans la vie privée, les plaintes auditives survenant préférentiellement en fin de poste de travail et le niveau de stress au travail par EVA était complété par chaque salarié. Une otoscopie bilatérale et une audiométrie tonale liminaire étaient réalisées en début de poste de travail, afin de rechercher une pathologie de l'oreille externe ou de l'oreille moyenne et de dépister une hypoacousie. Une mesure du réflexe efférent était effectuée avec l'EchoScan® au cours de la première heure de travail et en fin de poste pour chaque salarié. Une variation du seuil de déclenchement du réflexe efférent supérieure ou égale à +6 dB était associée à une fatigue auditive. Une intervention au sein de chaque centre d'appels permettait d'évaluer l'intensité du bruit de fond et la surface par téléopérateur sur le plateau téléphonique.

Résultats : Sept centres d'appels ont été inclus dans cette étude, avec 49 salariés recrutés parmi ces entreprises. L'effectif était majoritairement constitué de femmes d'âge moyen, passant en moyenne 6,5 heures par jour en communication téléphonique. Plus de 80 % de l'effectif exprimait au moins une plainte fonctionnelle en fin de poste de travail, comme des céphalées ou un trouble de la compréhension verbale en milieu bruyant. Environ 16 % de l'effectif présentait un audiogramme anormal, sans tracé caractéristique d'une hypoacousie liée au bruit. La prévalence de la fatigue auditive mesurée par l'EchosScan® en fin de poste de travail était de 34 % parmi les 38 téléopérateurs pour lesquels le résultat était interprétable.

Les salariés présentant une EVA « stress au travail » supérieure à 5 étaient plus fréquemment concernés par une fatigue auditive en fin de poste ( $p < 0,05$ ). La prévalence de la fatigue auditive était plus importante parmi les salariés évoquant des intensités de télécommunications trop élevées ( $p = 0,075$ ).

Conclusion : Il s'agit de la première étude multicentrique mettant en évidence une fatigue auditive en fin de poste de travail chez des téléopérateurs. Les résultats obtenus doivent être confirmés par une autre étude sur un effectif plus large, avec la nouvelle version de l'EchoScan® améliorant la sensibilité de détection et la reproductibilité de la mesure. L'impact du bruit dans les centres d'appels téléphoniques reste difficile à évaluer et les recommandations de prévention doivent donc être appliquées dans ces entreprises.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Grenoble, le 04/04/2017

LE DOYEN

LE PRESIDENT DE LA THESE

J.P. ROMANET

PROFESSEUR S. SCHMERBER

Pour la Présidente  
et par délégation  
Le Doyen de Médecine  
Pr. Jean-Paul ROMANET



## Bibliographie

*Références présentées selon les recommandations de Vancouver*

1. Kirchner D.B, Evenson E, Dobie RA, Rabinowitz P, Crawford J, Kopke R, *et al.* Occupational noise-induced hearing loss: ACOEM Task Force on Occupational Hearing Loss. *J Occup Environ Med.* 2012;54(1):106-8.
2. Stucken EZ, Hong RS. Noise-induced hearing loss: an occupational medicine perspective. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2014 Oct;22(5):388-93.
3. Ivory R, Kane R, Diaz RC. Noise-induced hearing loss: a recreational noise perspective. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2014 Oct;22(5):394-8.
4. Moshammer H, Kundi M, Wallner P, Herbst A, Feuerstein A, Hutter HP. Early prognosis of noise-induced hearing loss. *Occup Environ Med.* 2015 Feb;72(2):85-9.
5. Zhang M, Kang J, Jiao F. A social survey on the noise impact in open-plan working environments in China. *Sci Total Environ.* 2012 Nov 1;438:517-26.
6. Pierrette M, Parizet E, Chevret P, Chatillon J. Noise effect on comfort in open-space offices: development of an assessment questionnaire. *Ergonomics.* 2015;58(1):96-106.
7. Brocolini L, Parizet E, Chevret P, Chatillon J. Influence du type de source sonore sur l'évaluation de la gêne et de la performance dans les bureaux ouverts. 12<sup>ème</sup> Congrès Français d'Acoustique, Poitiers, 22-25 avril 2014. Actes, p.2307-2313.  
<http://www.conforg.fr/cfa2014/cdrom/data/articles/000240.pdf>
8. Passero CR, Zannin PH. Acoustic evaluation and adjustment of an open-plan office through architectural design and noise control. *Appl Ergon.* 2012 Nov;43(6):1066-71.

9. Gannouni N, Mhamdi A, Tebourbi O, El May M, Sakly M, Rhouma KB. Qualitative and quantitative assessment of noise at moderate intensities on extra-auditory system in adult rats. *Noise Health*. 2013 Nov-Dec;15(67):406-11.
10. Chatillon J, Trompette N, Ottaviani P, Pelletier E. Observation de l'activité en centre d'appels téléphoniques et limites d'exposition au bruit. *Hygiène et sécurité du travail*. 2009;(216):33-39.
11. Institut National de Recherche et de Sécurité. Les centres d'appels téléphoniques. Fiche pratique de sécurité ED 108. Paris: INRS; 2009: 6 p.
12. Trompette N, Chatillon J. Evaluation des risques pour l'audition des opérateurs des centres d'appels téléphoniques et solutions de prévention. Note scientifique et technique INRS 289. Paris: INRS; Décembre 2012: 49 p.
13. Groupe de travail DARES – Direction Générale du Travail et Inspection du Travail. Enquête « Surveillance médicale des expositions aux risques professionnels » (Sumer) édition 2010. DARES. 2013.
14. M. Raynal, A. Jobb, A. Crambert, D. Prunet, P. Le Page, T. Briche, M. Kossowski. Intérêt des otoémissions acoustiques dans le dépistage de la fragilité cochléaire au stade infraclinique. *Médecine et Armées*. 2011;39(5):459-464.
15. Venet T, Campo P, Rumeau C, Eluecque H, Parietti-Winkler C. EchoScan: a new system to objectively assess peripheral hearing disorders. *Noise Health*. 2012 Sep-Oct;14(60):253-9.
16. Chouaniere D, Boini S, Colin R. Conditions de travail et santé dans les centres d'appels téléphoniques. *Doc Méd Travail*. 2011;(126):241-59.
17. Leydier-Croidieu S. Conditions de travail dans les centres d'appels téléphoniques et retentissement sur la santé des salariés. Thèse de médecine, Université Claude-Bernard Lyon 1; 2006: 113 p.

18. Croidieu S, Charbotel B, Vohito M, Renaud L, Jaussaud J, Bourboul C, *et al.* Call-handlers' working conditions and their subjective experience of work: a transversal study. *Int Arch Occup Environ Health.* 2008 Oct;82(1):67-77.
19. Charbotel B, Croidieu S, Vohito M, Guerin AC, Renaud L, Jaussaud J, *et al.* Working conditions in call-centers, the impact on employee health: a transversal study Part II. *Int Arch Occup Environ Health.* 2009 May;82(6):747-56.
20. D'Errico A, Caputo P, Falcone U, Fubini L, Gilardi L, Mamo C, *et al.* Risk factors for upper extremity musculoskeletal symptoms among call center employees. *J Occup Health.* 2010;52(2):115-24.
21. Chevalier A, Dessery M, Boursier MF, Grizon MC, Jayet C, Reymond C, *et al.* Working conditions and psychological risk factors of employees in French electricity and gas company customer support departments. *Int Arch Occup Environ Health.* 2011;84(1):7-18.
22. Schaffhauser J. Evaluation de la nuisance sonore et de l'impact sur des téléopérateurs d'une plateforme téléphonique. Diaporama du Mémoire de DES, Université de Nancy, 2015. Diaporama 25 p. <http://www.acst-strasbourg.com>
23. Planeau V, Robinet D. Evaluation de l'exposition sonore quotidienne des opérateurs des centres d'appels téléphoniques. Note scientifique et technique 231. Paris: INRS; 2003: 23 p.
24. Chatillon J, Trompette N. Résultats d'une campagne de mesure du risque bruit dans les centres d'appels téléphoniques et solution de prévention. *Hygiène et sécurité du travail.* 2010;(221):51-60.
25. Trompette N, Chatillon J. Survey of noise exposure and background noise in call centers using headphones. *J Occup Environ Hyg.* 2012;9(6):381-6.

26. Guitton S. Diagnostic acoustique des centres d'appels : Des mesures, mais pas seulement ?! 10<sup>ème</sup> Congrès Français d'Acoustique, Lyon, 12-16 avril 2010. Actes, 5 p. <http://www.conforg.fr/cfa2010/cdrom/data/index.html>
27. Venet T, Bey A, Campo P, Ducourneau J, Mifsud Q, Hoffmann C, et al. Auditory fatigue among call dispatchers working with headsets. *Int J Occup Med Environ Health*. 2017. *Article sous presse*.
28. Beyan AC, Demiral Y, Cimrin AH, Ergor A. Call centers and noise-induced hearing loss. *Noise Health*. 2016 Mar-Apr;18(81):113-6.
29. Job A, Raynal M, Kossowski M, Studler M, Ghernaoui C, Baffioni-Venturi A, et al. Otoacoustic detection of risk of early hearing loss in ears with normal audiograms: a 3-year follow-up study. *Hear Res*. 2009 May;251(1-2):10-6.
30. Venet T, Campo P, Rumeau C, Thomas A, Parietti-Winkler C. One-day measurement to assess the auditory risks encountered by noise-exposed workers. *Int J Audiol*. 2014 Oct;53(10):737-44.
31. Venet T, Rumeau C, Campo P, Rieger B, Thomas A, Cour C. Neuronal circuits involved in the middle-ear acoustic reflex. *Toxicol Sci*. 2011 Jan;119(1):146-55.
32. Themann CL, Byrne DC, Davis RR, Morata TC, Murphy WJ, Stephenson MR. Early prognosis of noise-induced hearing loss: prioritising prevention over prediction. *Occup Environ Med*. 2015 Feb;72(2):83-4.
33. Schaffhauser J, Scarfone S, Munch S, Vasseur A. Intérêt des oto-émissions acoustiques (OEA) et produits de distorsion acoustique pour évaluer la fatigue auditive chez des agents exposés au bruit seul ou au bruit et à des solvants organiques aromatiques. *Arch Mal Prof Environ*. 2016;77(3):540.
34. Venet T, Campo P, Rumeau C, Thomas A, Parietti-Winkler C. La mesure de la fatigue auditive périphérique par EchoScan audio. *Ref Santé Travail*. 2014;(140):55-63.

35. Société Française d'Audiologie. Guide des bonnes pratiques en Audiométrie de l'Adulte. Paris:SFA; 2006. <http://sfaudiologie.fr>
36. Campo P, Venet T, Thomas A, Cour C, Castel B, Nunge H, Cosnier F. Inhaled toluene can modulate the effects of anesthetics on the middle-ear acoustic reflex. *Neurotoxicol Teratol.* 2013 Jan-Feb;35:1-6.
37. Rechenberg L, Goulart BN, Roithmann R. Impact of call center work in subjective voice symptoms and complaints-an analytic study. *J Soc Bras Fonoaudiol.* 2011 Dec;23(4):301-7.
38. D'Alcamo A, Omeri E, Urso P, Fossati S, Coggiola M, Levizzani G, *et al.* Assessment of comfort and health status of Call Center's workers. *G Ital Med Lav Ergon.* 2011 Jul-Sep;33(3 Suppl):348-50. *Lecture du résumé en anglais seulement.*
39. Langevin V, Boini S, François M, Riou A. Les questionnaires dans la démarche de prévention du stress au travail. *Doc Méd Travail.* 2011;(125):23-35.
40. Lesage FX, Chamoux A. Utilisation de l'échelle visuelle analogique (EVA) dans l'évaluation du stress au travail : limites et perspectives. *Revue de la littérature. Arch Mal Prof Environ.* 2008;69(5):667-71.
41. Assurance Maladie et Institut National de Recherche et de Sécurité. Définition des bonnes pratiques de prévention dans les centres d'appels téléphoniques. Recommandation R470, 1ère édition. Paris: CNAM, INRS; 2012: 7 p.
42. Boudier-Cussier A. Contrôle actif du bruit perçu par les opérateurs de centre d'appels téléphoniques. Thèse de doctorat, Spécialité : Mécanique énergétique acoustique, Université Provence Aix-Marseille 1; 2008: 153 p.
43. Perham N, Banbury S. The role of rehearsal in a novel call center-type task. *Noise Health.* 2012 Jan-Feb;14(56):1-5.

44. Massardier-Pilonchéry A, Bigioni M, Rauber E, Duclos JC. « Auditory stress disorder » et call center, mise au point d'un protocole d'évaluation. Poster présenté au Congrès des audioprothésistes français, Paris, 1-3 avril 2011. Paris: UNSAF; 2011. Actes, 55 pages: p.30. <http://www.unsaf.org>

## Annexe I - Schéma du fonctionnement de l'EchoScan®

### Echoscan : un nouvel outil de diagnostic

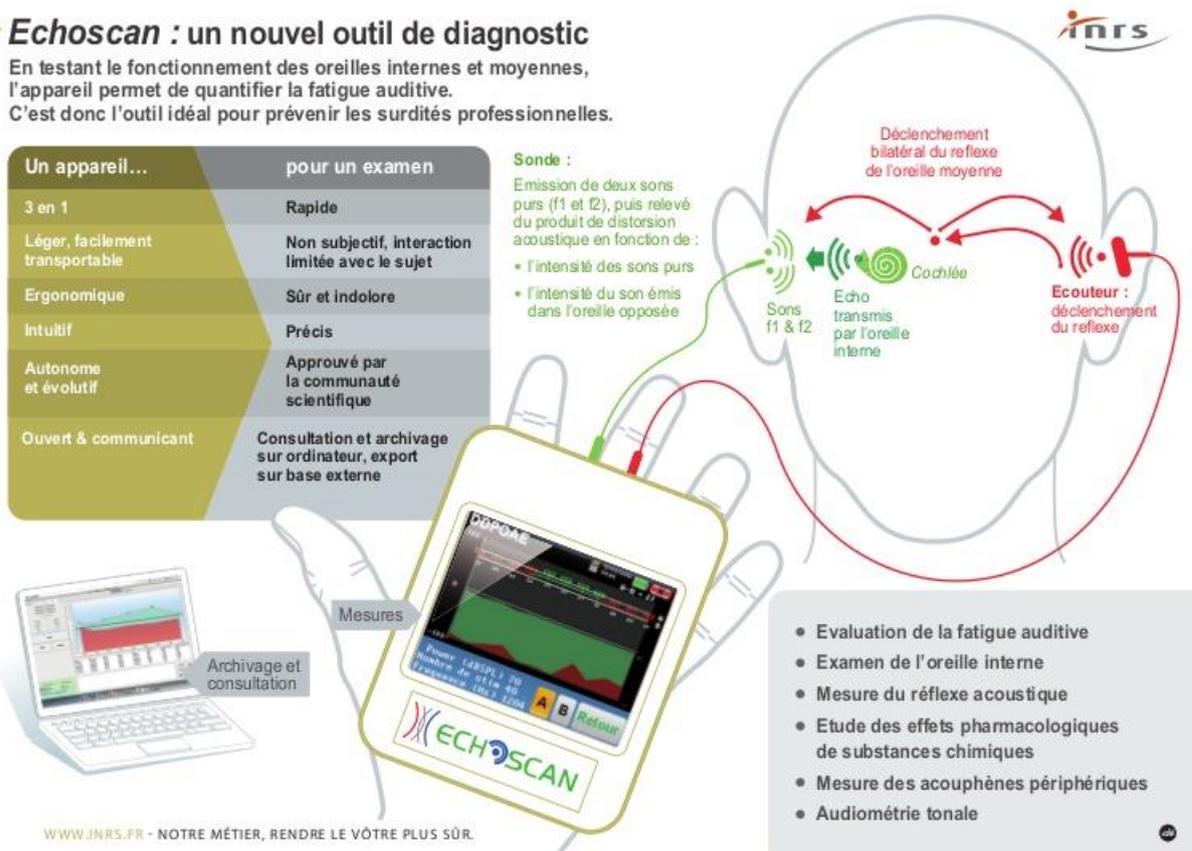
En testant le fonctionnement des oreilles internes et moyennes, l'appareil permet de quantifier la fatigue auditive. C'est donc l'outil idéal pour prévenir les surdités professionnelles.

Un appareil...	pour un examen
3 en 1	Rapide
Léger, facilement transportable	Non subjectif, interaction limitée avec le sujet
Ergonomique	Sûr et indolore
Intuitif	Précis
Autonome et évolutif	Approuvé par la communauté scientifique
Ouvert & communicant	Consultation et archivage sur ordinateur, export sur base externe

#### Sonde :

Emission de deux sons purs (f1 et f2), puis relevé du produit de distorsion acoustique en fonction de :

- l'intensité des sons purs
- l'intensité du son émis dans l'oreille opposée



Source : INRS



2) Etes-vous dans l'une des situations suivantes ?

- Tabagisme actif → *Nombre de cigarettes/jour* : ..... cigarettes
- Consommation d'alcool > 2 verres/jour
- Diabète
- Antécédent de traitement antibiotique intraveineux
- Antécédent de chimiothérapie

3) Etes-vous fréquemment concerné(e) par les activités suivantes ?

- TV/Cinéma → *Nombre de fois par semaine* : .....
- Musique au casque ou écouteurs → *Nombre d'heures par jour* : .....
- Concerts → *Nombre de fois par mois* : .....
- Discothèque → *Nombre de fois par mois* : .....
- Utilisation d'outils bruyants → *Nombre d'heures par semaine* : .....
- Loisirs de tir/Chasse → *Nombre d'heures par semaine* : .....
- Transport routier > 1 heure/jour

4) Portez-vous des protections auditives lorsque vous êtes exposé(e) au bruit ?

OUI

NON

5) Avez-vous déjà été exposé(e) de façon importante au bruit sur un poste de travail antérieur ?

OUI

NON

→ Si OUI, précisez les circonstances et la durée de présence sur ce poste en mois :

.....

6) Présentez-vous régulièrement l'un des symptômes suivants, préférentiellement en fin de journée ou en fin de semaine de travail ?

- Impression de surdité/perte d'audition
- Trouble de la compréhension verbale en milieu bruyant
- Acouphènes (sensation de « bourdonnement » dans l'oreille)
- Plénitude de l'oreille (sensation d'oreille pleine ou « obstruée »)
- Douleur d'une oreille
- Céphalées (mal de tête)
- Vertiges
- Atteinte de la voix (voix enrouée, douleur à la parole, etc....)

7) Avez-vous la sensation de devoir monter le son de la radio et/ou de la télévision pour entendre confortablement après une journée de travail ?

OUI

NON

8) Pensez-vous que votre sommeil soit de moins bonne qualité depuis que vous exercez le métier de téléconseiller/téléopérateur ?

OUI

NON

→ Si OUI, précisez les troubles du sommeil que vous présentez habituellement :

.....

9) Consommez-vous régulièrement des médicaments « psychotropes » comme les somnifères, les anxiolytiques ou les antidépresseurs ?

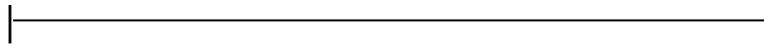
OUI

NON

10) Évaluez votre niveau de **stress au travail** en plaçant un trait sur la ligne ci-dessous :

*Aucun stress*

*Stress très important*



11) Évaluez votre niveau de **fatigue auditive perçue en fin de journée de travail** en plaçant un trait sur la ligne ci-dessous :

*Aucune fatigue auditive*

*Fatigue auditive très importante*



12) Accepteriez-vous d'être recontacté(e) dans le cadre de cette étude, si des informations supplémentaires sont nécessaires ?

OUI

NON

Je vous remercie chaleureusement pour votre participation à cette étude et reste bien entendu à votre disposition pour tout renseignement complémentaire.

**Cédric AUBERT**  
Interne en Médecine du Travail

### Annexe III - Tableau comparatif entre une étude de l'INRS et mon étude

	Etude de Venet <i>et al</i>	Mon étude
Population	<p><u>Deux groupes</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 39 téléopérateurs avec un âge moyen de 35,5 ans</li> <li>- 16 témoins non exposés au bruit du casque avec un âge moyen de 41,5 ans</li> </ul> <p><u>3 entreprises</u> : télécommunications, service médicale d'urgence et service support</p> <p>Temps moyen quotidien en communication = 3h12 ± 1h14</p>	<p>Effectif de 49 téléopérateurs avec un âge moyen un peu plus élevé à 37,5 ans</p> <p><b>Pas de groupe contrôle</b></p> <p>7 centres d'appels téléphoniques avec des activités similaires à celle de l'étude de <i>Venet et al</i></p> <p><b>Temps moyen en communication plus élevé = 6h30/jour</b></p>
Matériels et Méthode	<p>Dosimétrie de bruit pour les témoins, mesure du bruit sous casque et sonométrie pour les téléopérateurs</p> <p>Audiométrie tonale liminaire en début et en fin de poste de travail</p> <p>Mesure du réflexe efférent avec un <b>dispositif EchoScan® plus précis</b> en début et en fin de poste de travail</p> <p><i>Seuil de fatigue auditive non précisé</i></p> <p>Examen otoscopique préalable avec les mêmes critères d'exclusion</p>	<p>Mesure du bruit ambiant par sonométrie, <b>pas d'évaluation du bruit en sortie de casque</b></p> <p><b>Questionnaire individuel</b> évaluant l'exposition au bruit dans la vie privée, les plaintes fonctionnelles auditives et le niveau de stress au travail par EVA</p> <p>Audiométrie tonale liminaire <b>seulement en début de poste</b></p> <p>Mesure du réflexe efférent avec la <b>version boîtier du dispositif EchoScan®</b> en début et en fin de poste de travail <i>Seuil de fatigue auditive = probable à +6 dB et certaine à +9 dB</i></p>
Résultats	<p><b>Exposition moyenne au bruit = 65,7 dB(A) pour les téléopérateurs</b> et 65,3 dB(A) pour le groupe contrôle</p> <p>Pas de différence significative entre l'audiogramme de début et de fin de poste pour les 2 groupes</p> <p><b>Pas de différence significative entre le seuil de déclenchement du réflexe efférent de début et de fin de poste pour les 2 groupes</b>, avec une variation inférieure à 3 dB</p>	<p><b>Exposition moyenne au bruit moins importante = 56,1 dB(A)</b></p> <p>Prise en compte de facteurs de confusion potentiels : âge, sexe, tabac, activités bruyantes et ancienneté au poste</p> <p>Plus de 80 % de l'effectif rapportait au moins une plainte fonctionnelle ORL</p> <p><b>Prévalence de la fatigue auditive parmi 38 téléopérateurs pour lesquels le résultat était interprétable : 21 % de fatigue auditive certaine, 13 % de fatigue auditive probable</b></p> <p>Significativement plus de fatigue auditive dans le groupe de salariés dont le résultat à l'EVA stress au travail était supérieur à 5</p>