

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON 1

U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2022

Thèse n°2022 LYON 1D 044

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 08/07/2022

Par

Maxime GISBERT

Né le 15/07/1997 à ST-ETIENNE (42)

**EFFETS DU BRUIT AU CABINET DENTAIRE SUR LA SANTE
DU CHIRURGIEN-DENTISTE ET MOYENS DE PREVENTION :
ENQUETE AUPRES DE 734 CHIRURGIENS-DENTISTES**

JURY

Monsieur le Professeur JEAN-CHRISTOPHE MAURIN

Président

Madame la Professeur KERSTIN GRITSCH

Assesseur

Monsieur le Professeur OLIVIER ROBIN

Assesseur

Monsieur le Professeur CYRIL VILLAT

Assesseur



UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

Président de l'Université	M. le Professeur F. FLEURY
Président du Conseil Académique et de la commission Recherche	M. le Professeur H. BEN HADID
Vice-Président du Conseil d'Administration	M. le Professeur D. REVEL
Vice-Président de la Commission Recherche du Conseil Académique	M. le Professeur P. MIRONESCU
Vice-Présidente de la Commission Formation Vie Universitaire du Conseil Académique	Mme Céline BROCHIER
Vice-Président des Relations Hospitalo-Universitaires	M. le Professeur J.F MORNEX

SECTEUR SANTE

Faculté de Médecine Lyon Est	Directeur : M. le Professeur G. RODE
Faculté de Médecine et Maïeutique Lyon-Sud Charles Mérieux	Directeur : Mme la Professeure C. BURILLON
Faculté d'Odontologie	Directeur : M. le Professeur J.-C. MAURIN
Institut des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques	Directeur : M. Claude DUSSART
Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation	Directeur : M. X. PERROT
Département de Formation et Centre de Recherche en Biologie Humaine	Directrice : Mme la Professeure A.M. SCHOTT

SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIES

UFR des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives	Directeur : M. G. BODET
Institut Universitaire de Technologie Lyon 1	Directeur : M. le Professeur C. VITON
POLYTECH LYON	Directeur : M. E. PERRIN
Institut de Science Financière et d'Assurances	Directeur : M. N. LEBOISNE
INSPE	Directeur M. P. CHAREYRON
Observatoire de Lyon	Directrice : Mme la Professeure I. DANIEL
CPE	Directeur : M. G. PIGNAULT
GEP	Administratrice provisoire : Mme R. FERRIGNO
Informatique (Département composante)	Directeur : M. B. SHARIAT
Mécanique (Département composante)	Directeur : M. M. BUFFAT
UFR FS (Chimie, mathématique, physique)	Administrateur provisoire : M. B. ANDRIOLETTI
UFR Biosciences (Biologie, biochimie)	Directrice : Mme K. GIESELER



FACULTE D'ODONTOLOGIE DE LYON

Doyen : M. Jean-Christophe MAURIN, Professeur des Universités-Praticien hospitalier

Vices-Doyens : Mme Brigitte GROSGOGEAT-BALAYRE, Professeure des Universités - Praticien hospitalier
M Cyril VILLAT, Professeur des Universités - Praticien hospitalier
M Maxime DUCRET, Maître de Conférences - Praticien hospitalier

SOUS-SECTION 56-01 : **ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE ET ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE**

Professeurs des Universités-PH : M. Jean-Jacques MORRIER, Mme Béatrice THIVICHON-PRINCE
Maîtres de Conférences-PH : Mme Sarah GEBEILE-CHAUTY, Mme Claire PERNIER,
Maître de Conférences Associée Mme Christine KHOURY

SOUS-SECTION 56-02 : **PREVENTION - EPIDEMIOLOGIE
ECONOMIE DE LA SANTE - ODONTOLOGIE LEGALE**

Professeur des Universités-PH M. Denis BOURGEOIS
Maître de Conférences-PH M. Bruno COMTE
Maître de Conférences Associé M. Laurent LAFOREST

SOUS-SECTION 57-01 : **CHIRURGIE ORALE – PARODONTOLOGIE – BIOLOGIE ORALE**

Professeurs des Universités-PH : M. Jean-Christophe FARGES, Mme Kerstin GRITSCH
Maîtres de Conférences-PH : M. Thomas FORTIN, M. Arnaud LAFON, M. François VIRARD
Maîtres de Conférences Associé M. Mourad BEKHOUCHE, Mme Ina SALIASI

SOUS-SECTION 58-01 : **DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESE,
FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX**

Professeurs des Universités-PH : M. Pierre FARGE, Mme Brigitte GROSGOGEAT,
M. Jean-Christophe MAURIN, Mme Catherine MILLET,
M. Olivier ROBIN, Mme Dominique SEUX, M. Cyril VILLAT

Maîtres de Conférences-PH : M. Maxime DUCRET, M. Patrick EXBRAYAT, M. Christophe JEANNIN,
Mme Marion LUCCHINI, M. Renaud NOHARET, M. Thierry SELL, M. Thierry SELL,
Mme Sophie VEYRE, M. Stéphane VIENNOT

Maître de Conférences Associé M. Hazem ABOUELLEIL-SAYED

SECTION 87 : **SCIENCES BIOLOGIQUES FONDAMENTALES ET CLINIQUES**
Maître de Conférences Mme Florence CARROUEL

A notre Président du Jury,

Monsieur le Professeur Jean-Christophe MAURIN,

Professeur des Universités à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maîtrise en Sciences Biologiques et Médicales

Diplôme d'Etudes Approfondies

Docteur de l'Université Claude Bernard Lyon 1

Habilité à Diriger des Recherches

Doyen de l'UFR d'Odontologie de Lyon

*Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant la présidence
de ce jury de thèse.*

*Bénéficier de votre enseignement a été d'une grande richesse. Vous avez initié nos débuts
d'études odontologiques à la faculté de Saint-Etienne, et vous les clôturez en présidant ce
jury de thèse. Nous sommes infiniment reconnaissants de votre implication tout au long de
notre cursus.*

Vous avez contribué à nous faire aimer notre future profession.

À travers ce travail, veuillez recevoir l'expression de notre profond respect.

A notre Directeur de thèse,

Monsieur le Professeur Olivier ROBIN

Professeur des Universités à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur d'Etat en Odontologie

Doyen Honoraire de l'UFR d'Odontologie de Lyon

Habilité à Diriger des Recherches

*Vous nous avez fait l'honneur de diriger ce travail. Un grand merci pour votre rigueur,
votre bonne humeur et votre participation à cette thèse.
Ce fut un immense plaisir de travailler à vos côtés.*

Veuillez recevoir ici l'expression de notre sincère gratitude et de notre profond respect.

A nos juges,

Monsieur le Professeur Cyril VILLAT

Professeur des Universités à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Docteur en Chirurgie Dentaire

Praticien-Hospitalier

Ancien Interne en Odontologie

Docteur de l'Ecole Centrale Paris

Habilité à Diriger des Recherches

Vice-Doyen à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Responsable du département pédagogique de Dentisterie Restauratrice-Endodontie

*Nous vous remercions très sincèrement d'avoir accepté spontanément de siéger au sein
de ce jury.*

*Merci pour votre pédagogie, votre encadrement et votre expertise qui nous ont été
précieux.*

Que ce travail témoigne de nos remerciements les plus sincères et de notre respect.

Madame la Docteur Kerstin GRITSCH

Professeure des Universités à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Lyon I

Responsable de la sous-section Parodontologie

Habilitée à Diriger des Recherches

Nous vous remercions d'avoir spontanément accepté de siéger au sein de ce jury, c'est pour nous un honneur. Vous avez su nous transmettre, tout au long de notre cursus, vos connaissances en parodontologie ainsi que votre savoir-faire.

Pour votre enseignement et votre pédagogie bienveillante, veuillez trouver dans ce travail l'expression de notre profond respect.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
I. RAPPELS GENERAUX : LE BRUIT ET L'AUDITION.....	2
I.1. Acoustique et psychoacoustique	2
I.1.1. Définition d'un son	2
I.1.2. Caractéristiques physiques d'un son	2
1.1.2.1. Fréquence	2
1.1.2.2. Intensité	3
1.1.2.3. Niveau sonore	3
I.1.3. Sensibilité auditive (psychoacoustique).....	4
1.1.3.1. Champ	4
1.1.3.2. Courbes isosoniques	5
1.1.3.3. Courbes de pondération	6
I.2. Anatomie et Physiologie de l'oreille.....	7
I.2.1. L'oreille externe	8
1.2.1.1. Le pavillon.....	8
1.2.1.2. Le méat acoustique externe	8
I.2.2. L'oreille moyenne	9
1.2.2.1. Rôle de transmission et d'amplification du son.....	9
1.2.2.2. Rôle de protection de l'oreille interne : le réflexe stapédien	10
I.2.3. L'oreille interne.....	10
1.2.3.1. Tonotopie passive	11
1.2.3.2. Tonotopie active	12
II. EFFETS DU BRUIT SUR LA SANTE DU CHIRURGIEN-DENTISTE ET MOYENS DE PREVENTION.....	14
II.1. Définition du bruit	14
II.2. Effets auditifs du bruit	14
II.2.1. Surdité traumatique aigüe	16
II.2.2. Surdité traumatique chronique	17
2.2.2.1. Stade de fatigue auditive.....	17
2.2.2.2. Stade de latence totale	17
2.2.2.3. Stade de latence subtotale	17
2.2.2.4. Stade de surdité manifeste	18

II.3.	Effets extra-auditifs du bruit	19
II.3.1.	Effets subjectifs ou comportementaux	19
II.3.2.	Effets objectifs ou biologiques	19
II.4.	Facteurs influençant la nocivité du bruit.....	20
II.4.1.	Facteurs directement associés au bruit.....	20
II.4.2.	Facteurs individuels	21
II.4.3.	Facteurs environnementaux	22
II.4.4.	Spécificité du chirurgien-dentiste	25
II.5.	Moyens de prévention contre le bruit	27
II.5.1.	Protecteurs individuels « sur-mesure »	28
2.5.1.1.	Protecteurs dits « passifs ».....	28
2.5.1.1.1.	Sans filtre acoustique	28
2.5.1.1.2.	Avec filtre acoustique	28
2.5.1.2.	Protecteurs dits « actifs »	30
II.5.2.	Protecteurs individuels « standards ».....	31
2.5.2.1.	Protecteurs dits « passifs ».....	31
2.5.2.1.1.	Sans filtre acoustique	31
2.5.2.1.2.	Avec filtre acoustique	31
2.5.2.2.	Protecteurs dits « actifs »	32
II.6.	Etude sonométrique au sein de deux cabinets dentaires	33
II.6.1.	Paramètres de l'étude	33
II.6.2.	Prises de mesures	34
II.6.3.	Discussion	35
III.	LEGISLATION SUR LE BRUIT AU TRAVAIL.....	37
III.1.	Législation	37
III.2.	Législation au cabinet dentaire	40
IV.	ENQUETE AUPRES DE 734 CHIRURGIENS-DENTISTES	41
IV.1.	Objectifs.....	41
IV.2.	Matériels et méthodes	41
IV.3.	Résultats.....	41
IV.3.1.	Première partie du questionnaire.....	41
IV.3.2.	Deuxième partie du questionnaire.....	45
4.3.2.1.	Chirurgiens-dentistes équipés de protecteurs individuels contre le bruit.....	45
4.3.2.2.	Chirurgiens-dentistes non équipés de protecteurs individuels contre le bruit.....	47
IV.4.	Discussion.....	48
IV.5.	Conclusion	49

CONCLUSION	50
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	51
ANNEXES	55

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : La propagation du son (4)	2
Figure 2 : Propagation d'une onde sonore dans l'espace.....	3
Figure 3 : Champ dynamique de l'audition (6).....	4
Figure 4 : Courbes isosoniques tirées des expériences de Fletcher et Munson en 1933 (10)....	5
Figure 5 : Courbes de pondération (11)	6
Figure 6 : Schéma anatomique de l'oreille (13).....	7
Figure 7 : Amplification due au conduit auditif (bleu), au pavillon (vert), amplification totale due à l'oreille externe (15).....	8
Figure 8 : Tympan et chaîne ossiculaire (16).....	9
Figure 9 : Cochlée (19)	11
Figure 10 : Schéma de la cochlée déroulée, divisée par la membrane basilaire (20)	11
Figure 11 : Tonotopie passive (distribution des fréquences le long de la membrane basilaire) (6).....	12
Figure 12 : Schéma d'une coupe d'un tour de spire de la cochlée et de l'organe de Corti (21)	12
Figure 13 : Coupe au MEB d'une rangée de cellules ciliées internes et de trois rangées de cellules ciliées externes (18)	13

Figure 14 : Echelle du bruit (24).....	15
Figure 15 : Niveaux d'exposition au bruit admissibles en milieu de travail (17).....	16
Figure 16 : Audiogramme illustrant la perte auditive selon les 4 stades de la surdité traumatique chronique (25).....	18
Figure 17 : Effets extra-auditifs à court et à long terme selon l'OMS (27).....	20
Figure 18 : Synthèse des effets sanitaires du bruit (26)	20
Figure 19 : Diminution du niveau sonore en fonction de la distance de la source (1).....	21
Figure 20 : Représentation de l'isolation acoustique entre deux pièces (49)	26
Figure 21 : Courbes d'atténuation des PASSTOP® O.S en fonction du choix des filtres selon la norme NF EN 352-2 (52)	29
Figure 22 : Exemple d'un protecteur individuel contre le bruit sur-mesure avec filtre acoustique (52).....	29
Figure 23 : Exemple d'appareils auditifs (54)	30
Figure 24 : Exemple d'un protecteur individuel contre le bruit avec arceau.....	31
Figure 25 : Embouts standards QUIES®	31
Figure 26 : Exemples de protecteurs individuels contre le bruit standards avec filtre acoustique (52).....	32
Figure 27 : Exemple du TILDE AIR®	32

Figure 28 : Sonomètre.....	33
Figure 29 : Valeurs limites d'exposition et valeurs d'exposition déclenchant l'action – Article R.4431-2 du Code du Travail (17).....	38
Figure 30 : Exigences requises selon le niveau d'exposition (17).....	38
Figure 31 : Répartition des âges des chirurgiens-dentistes par tranches de 5 ans	42
Figure 32 : Taux d'aggravation des différents symptômes.....	43
Figure 33 : Sources sonores considérées comme « gênantes ».....	44
Figure 34 : Utilisez-vous des protections auditives anti-bruit ?	44
Figure 35 : Depuis combien de temps utilisez-vous des protections auditives anti-bruit ?.....	45
Figure 36 : Eprenez-vous une gêne dans la communication avec vos patients et votre personnel, lorsque vous portez ces bouchons ?	46
Figure 37 : Parmi les symptômes cités précédemment, certains ont-ils tendance à diminuer du fait du port de ces bouchons ?.....	47
Figure 38 : Pour quelle(s) raison(s) avez-vous délaissé vos protections auditives ?.....	48

Tableau 1 : Synthèse des résultats de la revue de littérature sur les effets combinés du bruit et des différents facteurs de risque (44)	24
Tableau 2 : Mesures effectuées en dehors du patient	34
Tableau 3 : Mesures effectuées sur le patient	35
Tableau 4 : Mesures effectuées hors de la salle de soins	35
Tableau 5 : Moyenne de l'intensité ressentie pour chaque symptôme (par ordre décroissant)	42
Tableau 6 : Symptômes provoqués par le port de bouchons anti-bruit.....	46

TABLE DES ABREVIATIONS

CCE	Cellules Ciliées Externes
CCI	Cellules Ciliées Internes
CD	Chirurgien-Dentiste
L_{EX,8h}	Niveau d'exposition sonore quotidienne normalisé à une journée de travail de 8 heures
L_{P,C}	Niveau de pression acoustique de crête
MAE	Méat Acoustique Externe
PICB	Protecteurs Individuels Contre le Bruit
SMR	Surveillance Médicale Renforcée

INTRODUCTION

La perte auditive causée par le bruit au travail est la maladie professionnelle la plus fréquente en Europe (environ un tiers d'entre elles) (1) et reconnue en France depuis 1963. Le code du travail détermine les règles de prévention des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs exposés au bruit, ainsi que les exigences requises contre l'employeur selon le niveau d'exposition sonore atteint.

Le métier de Chirurgien-Dentiste (CD) est en grande partie libéral, et n'est donc pas soumis à la médecine du travail. Il ne figure pas sur la liste limitative désignant les travaux susceptibles de provoquer un déficit audiométrique (cf tableau n°42 du régime général des maladies professionnelles (annexe 4)). Aucune mesure de prévention, de contrôle ou de suivi de l'état de santé du CD n'est réalisée. Le dépistage, ainsi que la déclaration des maladies professionnelles sont inexistantes, alors que les niveaux sonores au cabinet dentaire dépassent les 80 dB(A), voire 85 dB(A). Or, selon l'OMS, l'ambiance sonore en milieu de travail, respectueuse du bien-être, se situerait à 45 dB(A) (2).

Nous effectuerons tout d'abord des rappels généraux sur les notions d'acoustique, de psychoacoustique, d'anatomie de l'oreille et de physiologie de l'audition.

Puis, après avoir détaillé les effets auditifs et extra-auditifs du bruit sur la santé, nous nous pencherons sur les facteurs influençant sa nocivité, et les moyens de s'en protéger. Des mesures acoustiques réalisées dans deux cabinets dentaires fourniront un aperçu du niveau sonore ambiant, ainsi que des sources sonores les plus nocives.

Notre travail évoquera ensuite la législation en matière de bruit au travail, et plus particulièrement au cabinet dentaire, ainsi que les normes en vigueur.

Enfin, nous rapporterons les résultats d'une enquête réalisée auprès de 734 chirurgiens-dentistes sur l'impact du bruit au sein du cabinet dentaire.

I. RAPPELS GENERAUX : LE BRUIT ET L'AUDITION

I.1. Acoustique et psychoacoustique

I.1.1. Définition d'un son

Le son est un ensemble de variations de pression causées par l'agitation d'un corps mettant le milieu environnant en vibration. L'ampleur de ces variations de pression est appelée «niveau de pression acoustique», et les variations sont perçues par l'oreille comme étant un son (3).

La propagation des ondes sonores se fait impérativement par l'intermédiaire d'un milieu élastique, comme l'air, d'un liquide ou par le tissu osseux. Ce sont les molécules du milieu environnant qui vont se pousser les unes les autres, permettant ainsi de transmettre l'énergie des ondes. Le son ne peut donc pas exister dans le vide.

I.1.2. Caractéristiques physiques d'un son

Une onde acoustique est dite longitudinale car la déformation du milieu s'effectue dans la même direction que la propagation (Figure 1). Ainsi, le déplacement des molécules d'air autour de leurs positions d'équilibre (de la source sonore jusqu'à l'oreille), se fait dans la même direction que la propagation de l'onde.

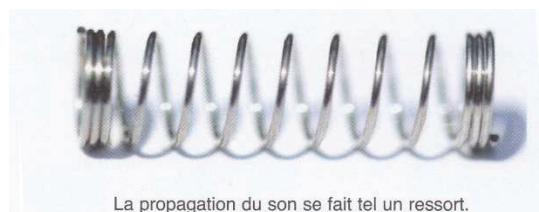


Figure 1 : La propagation du son (4)

Le son est caractérisé par sa fréquence et son intensité.

1.1.2.1. Fréquence

La fréquence est le nombre de répétitions de la perturbation par seconde. Elle s'exprime en Hertz.

Plus la fréquence augmente, plus le son devient aigu. A l'inverse, plus la fréquence diminue, plus le son devient grave. L'oreille humaine est capable de percevoir des sons ayant une fréquence comprise entre 20 Hz et 20 000 Hz (5). En deçà, se situent les infrasons et au-delà les ultrasons (6).

1.1.2.2. Intensité

Une onde sonore est également définie par son intensité, c'est-à-dire l'ampleur des variations de pression que subissent les molécules du milieu environnant autour de leur état d'équilibre. L'intensité sonore I permet de mesurer la puissance d'une onde sonore. Le son se répand sur une sphère dont la surface augmente lorsqu'on s'éloigne de la source (Figure 2).

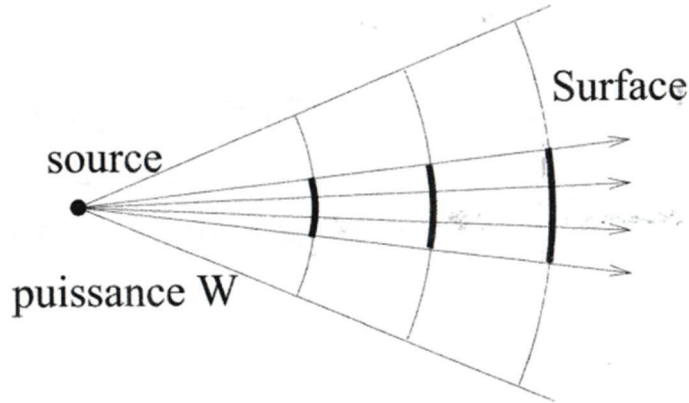


Figure 2 : Propagation d'une onde sonore dans l'espace

$$I = \frac{\text{Energie acoustique (J)}}{\text{Surface (m}^2\text{)} \times \text{temps (s)}}$$

L'intensité sonore s'exprime en W.m^{-2} (7).

L'oreille humaine est capable de percevoir des sons ayant une intensité comprise dans un intervalle extrêmement large, allant de $10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ (seuil d'audibilité) à 1 W.m^{-2} (seuil de douleur), rendant ainsi difficile l'utilisation de cette unité (4).

1.1.2.3. Niveau sonore

Pour des raisons pratiques, a été introduit le niveau sonore L , qui se mesure en décibels :
 $L = 10 \cdot \log(I/I_0)$ avec :

$$I = I_0 \times 10^{\frac{L}{10}} \text{ (intensité sonore en } \text{W.m}^{-2}\text{) et } I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2} \text{ (intensité sonore de référence).}$$

I_0 est le niveau de référence correspondant au seuil minimal perceptible de l'oreille humaine à 1000 Hz (8).

Cette échelle logarithmique est beaucoup plus lisible puisque l'intervalle entre seuil d'audition et seuil de douleur est ainsi réduit de 0 à 120 dB (9).

Les intensités sonores peuvent s'additionner mais pas les niveaux sonores. Pour connaître le niveau total, il faut d'abord sommer les intensités des différents sons, puis calculer le niveau correspondant. Pour n sources sonores présentes simultanément :

$$L_{tot} = 10 \cdot \log \left(\frac{I_{tot}}{10^{-12}} \right) = 10 \cdot \log \frac{(I_1 + \dots + I_n)}{10^{-12}} = 10 \cdot \log(10^{\frac{L_1}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}})$$

Ainsi, lorsque deux sources sonores de même niveau sonore se manifestent simultanément, le niveau sonore est augmenté de 3 dB (10).

I.1.3. Sensibilité auditive (psychoacoustique)

1.1.3.1. Champ

Notre oreille a la particularité d'être plus sensible à certaines fréquences qu'à d'autres. En mesurant pour chaque fréquence le niveau d'intensité minimale déclenchant une sensation auditive, ainsi que le niveau d'intensité maximale provoquant une douleur, il est possible de déterminer l'étendue du champ auditif chez un sujet (9). Pour établir ce champ auditif « normal », la moyenne des réponses données par un grand nombre de sujets considérés comme normo-entendants a été établie (Figure 3).

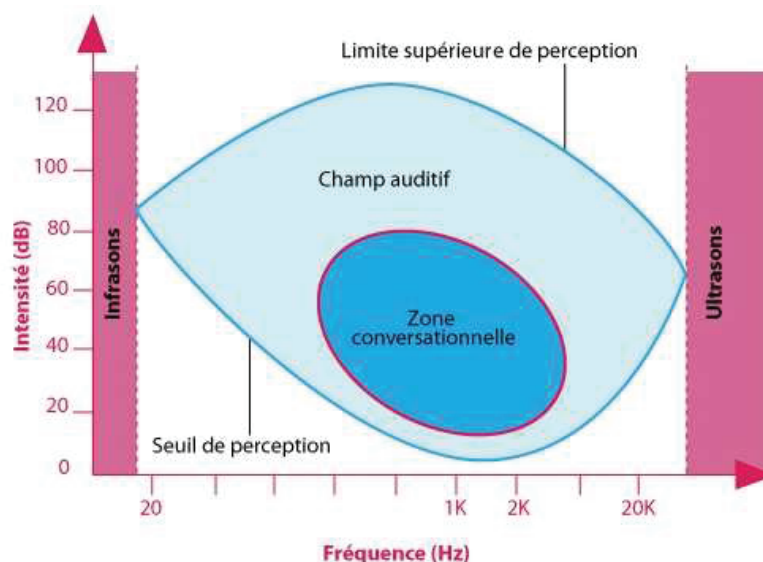


Figure 3 : Champ dynamique de l'audition (6)

1.1.3.2. Courbes isosoniques

Elles mettent en évidence les différences de perception du son en fonction de la fréquence. Ces courbes indiquent, pour chacune des fréquences du spectre audible, le niveau de pression acoustique nécessaire pour percevoir la même sensation d'intensité sonore (Figure 4). Ce niveau de pression acoustique s'exprime en dB SPL (Sound Pressure Level). Les courbes sont paramétrées en Phone (unité physiologique sans dimension, traduisant le niveau d'isotonie). Par définition, les phones sont les intensités subjectivement égales aux valeurs en décibel uniquement sur la fréquence 1024 (8).

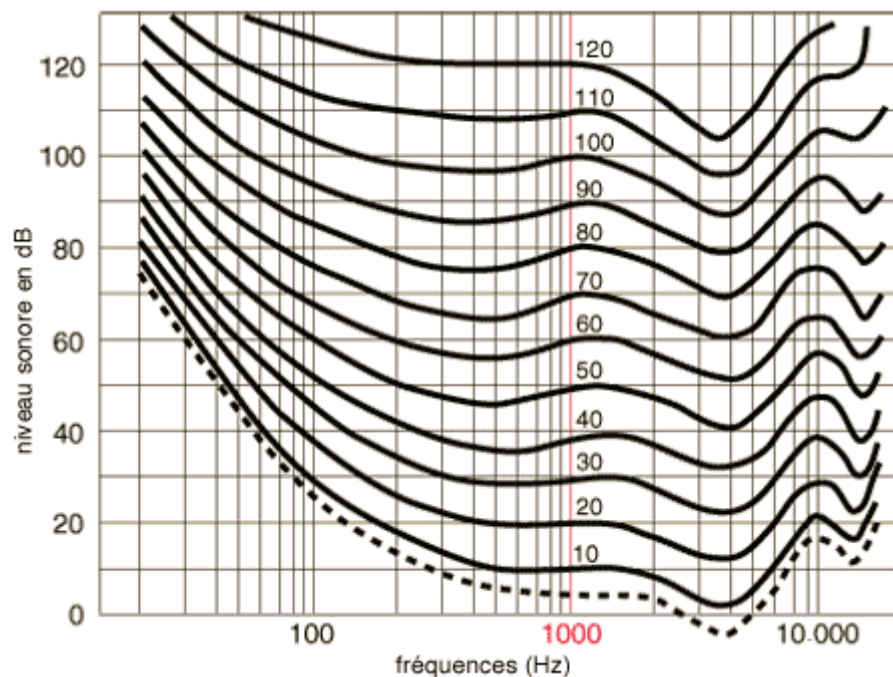


Figure 4 : Courbes isosoniques tirées des expériences de Fletcher et Munson en 1933 (10)

Ainsi, pour un même niveau de pression acoustique en dB SPL, la sensation de l'intensité sonore diffère selon la fréquence du son émis. Par exemple, un signal émis à un niveau de 60 dB SPL et à une fréquence de 40 Hz sera perçu au même niveau d'intensité qu'un signal de 20 dB SPL à une fréquence de 1000 Hz.

Communément, l'oreille humaine présente une sensibilité accrue entre 3000 et 5000 Hz, principalement à cause de la résonnance naturelle du Méat Acoustique Externe (MAE) et du transfert d'ondes sonores via la chaîne tympano-ossiculaire. Les sons aigus sont plus traumatisants que les graves. On remarque aussi que les courbes isosoniques s'aplatissent pour

des phones élevés. Autrement dit, plus l'intensité augmente, plus l'oreille humaine perçoit les sons de basses et hautes fréquences avec une sensation sonore quasi identique (9).

1.1.3.3. Courbes de pondération

Les niveaux de pression sonore physiques exprimés en dB SPL ne tiennent donc pas compte de la susceptibilité de l'oreille à percevoir des sons différemment selon la fréquence. Ce point est particulièrement critique quant à l'analyse des nuisances sonores. On utilise donc une méthode de correction du niveau, appelée pondération (Figure 5), basée sur les courbes isosoniques de Fletcher et Munson. La pondération à appliquer va donc dépendre de la fréquence. Il existe 3 courbes de pondération selon le niveau en dB SPL :

- Pondération A (dB_A), basée sur la courbe isosonique de 40 phones : utilisée pour les bruits faibles.
- Pondération B (dB_B), basée sur la courbe isosonique de 70 phones : utilisée pour les bruits moyens.
- Pondération C (dB_C), basée sur la courbe isosonique de 100 phones : utilisée pour les bruits forts.

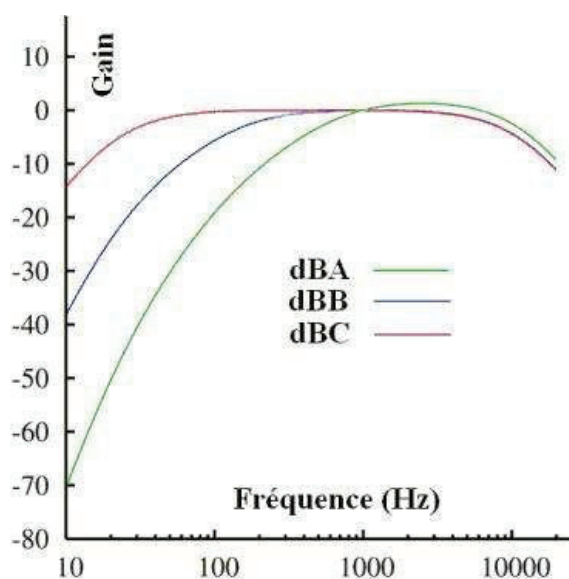


Figure 5 : Courbes de pondération (11)

En pratique, deux courbes sont utilisées : la courbe de pondération A pour les sons de niveau sonore compris entre 40 et 80 dB, et la courbe B pour les sons dépassant 80 dB.

Niveau sonore en dB_A = niveau sonore en dB_{SPL} + Pondération A (10)

I.2. Anatomie et Physiologie de l'oreille

« L'ouïe est le sens par lequel on perçoit les sons » (12).

L'oreille humaine est divisée en 3 parties : oreille externe, moyenne et interne (Figure 6).

Les ondes sonores stimulent mécaniquement le tympan via l'oreille externe, puis se propagent au travers de l'oreille moyenne. Enfin, l'oreille interne transforme l'énergie mécanique en influx nerveux jusqu'au cerveau.

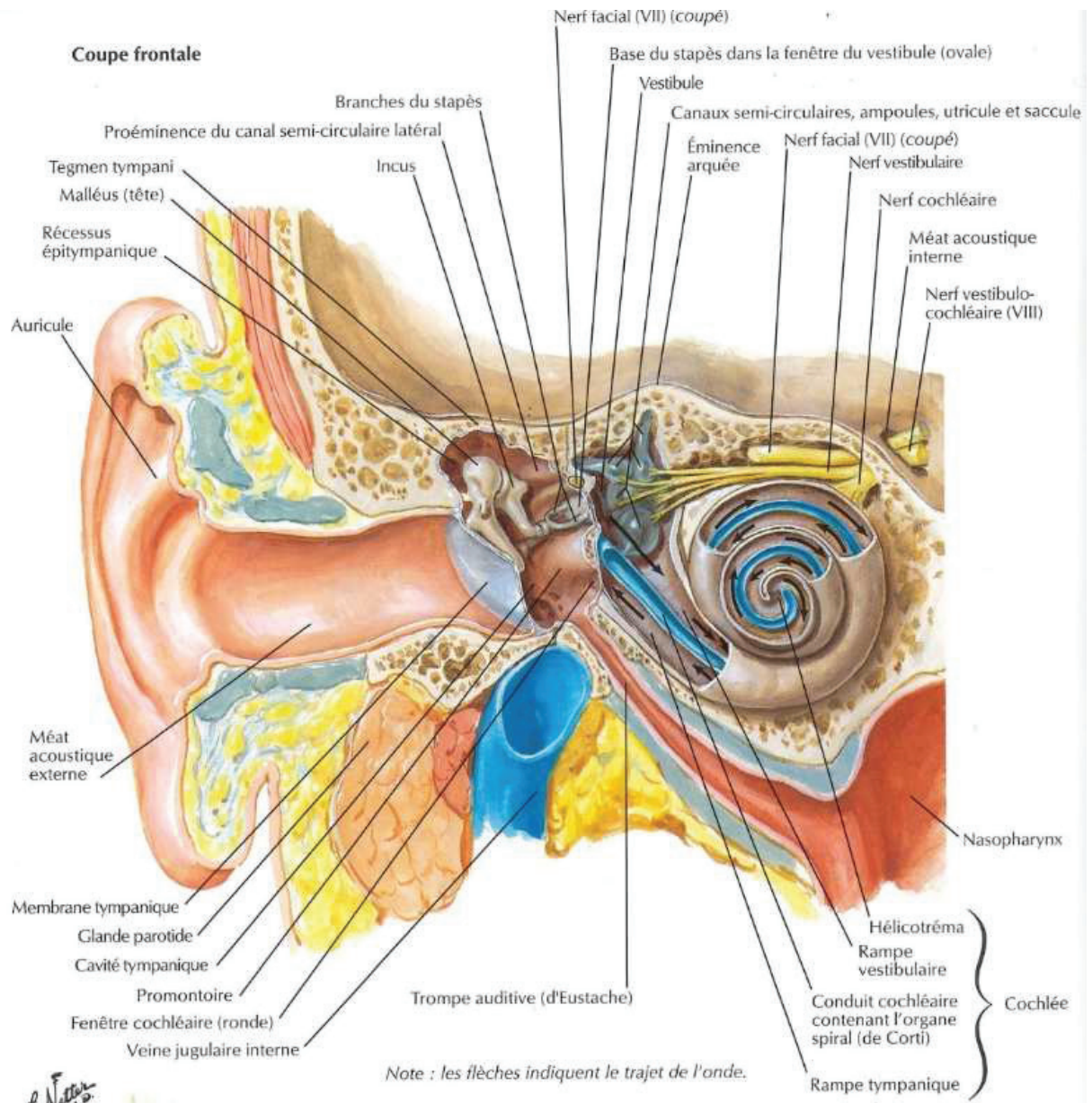


Figure 6 : Schéma anatomique de l'oreille (13)

1.2.1. L'oreille externe

Elle est constituée du pavillon et du MAE.

1.2.1.1. Le pavillon

Le pavillon ou auricule est constitué de cartilage recouvert de peau. Sa forme particulière en entonnoir lui permet de capter et d'amplifier les sons environnants, puis de les concentrer vers le MAE. Les sons antérieurs et latéraux sont mieux perçus tandis que les sons postérieurs parviennent assourdis. Le pavillon constitue un premier résonateur avec un pic d'amplification d'environ 10 dB sur la zone des 5000 Hz (Figure 7).

1.2.1.2. Le méat acoustique externe

Le MAE est un conduit ostéo-cartilagineux reliant le pavillon au tympan. Le tiers externe du conduit auditif est fait de cartilage recouvert de peau contenant de nombreux follicules pileux, de glandes sébacées et cérumineuses qui sécrètent le cérumen. Ce dernier a pour rôle de protéger le tympan d'éventuelles intrusions de corps étrangers, et d'expulser les cellules épithéliales desquamées. La partie profonde du conduit est constituée par du tissu osseux. Le MAE fonctionne comme un tube de résonance (d'après les travaux de Wiener et Ross, 1946) (14) et présente un pic d'amplification d'environ 10 dB autour des 2800 Hz (Figure 7).

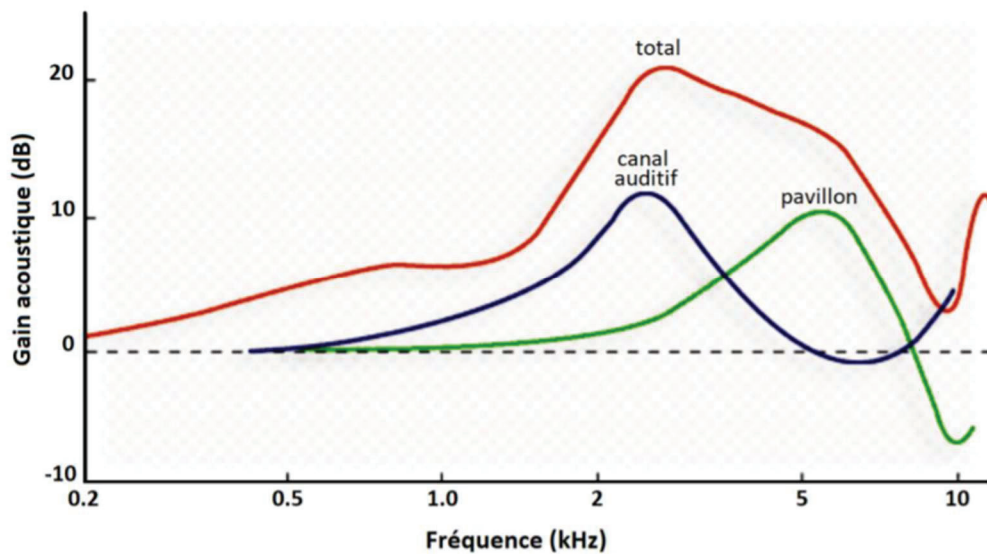


Figure 7 : Amplification due au conduit auditif (bleu), au pavillon (vert), amplification totale due à l'oreille externe (15).

L'oreille externe (pavillon plus conduit) génère une amplification d'environ 15 dB pour une fréquence de résonance aux alentours des 3000 Hz (spectre de la parole).

I.2.2. L'oreille moyenne

L'oreille moyenne est une cavité aérique appelée caisse du tympan, située dans l'os temporal, qui renferme la chaîne tympano-ossiculaire. Son rôle est d'assurer le transfert des ondes sonores du milieu aérien aux liquides de l'oreille interne. Elle communique avec les cavités mastoïdiennes et avec le rhinopharynx par l'intermédiaire de la trompe d'Eustache. Ce conduit ostéo-cartilagineux permet d'équilibrer la pression des deux côtés du tympan afin qu'il puisse vibrer de façon optimale.

1.2.2.1. Rôle de transmission et d'amplification du son

Les ondes sonores captées par l'oreille externe vont faire vibrer le tympan. Trois petits osselets articulés entre eux traversent la caisse du tympan : le marteau, l'enclume et l'étrier. Le marteau est rattaché au tympan (manche du marteau) et va transmettre ses vibrations à l'enclume et l'étrier (Figure 8). Ce dernier s'articule par sa base (platine) à l'oreille interne via la fenêtre ovale.

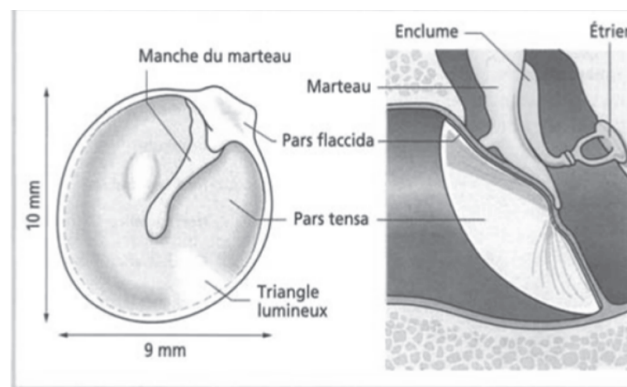


Figure 8 : Tympan et chaîne ossiculaire (16)

Cette chaîne tympano-ossiculaire transmet l'énergie mécanique des ondes sonores au liquide et aux structures de l'oreille interne en l'augmentant. C'est l'adaptation d'impédance, qui est réalisée grâce à deux moyens :

-le rapport des surfaces entre le tympan ($s_1 = 0,6 \text{ cm}^2$) et la platine de l'étrier ($s_2 = 0,03 \text{ cm}^2$) est de 20.

-le rapport des leviers, dû à la différence de longueur entre le bras du marteau (9 mm) et celui de l'enclume (7 mm), est de 1,3.

Par multiplication des rapports, l'amplification (ou l'adaptation d'impédance) de l'oreille moyenne est d'environ 28 dB (16).

1.2.2.2. Rôle de protection de l'oreille interne : le réflexe stapédien

Deux petits muscles sont reliés aux os de l'oreille moyenne : le muscle tenseur du marteau et le muscle stapédien. En cas de forte exposition sonore ($> 80 \text{ dB}$), une contraction réflexe simultanée de ces muscles va engendrer une rigidification de la chaîne tympano-ossiculaire, diminuant ainsi l'amplitude des vibrations. Ce mécanisme protecteur, appelé réflexe stapédien, permet d'atténuer les dommages que peuvent subir les cellules ciliées de l'oreille interne. Il présente néanmoins quelques limites. Il est fatigable et ne protège pas lors d'expositions de longue durée. Il présente un temps de latence de 30 ms et ne protège pas, non plus, des bruits impulsionnels caractérisés par un temps de montée très court et à des niveaux d'intensité élevés (17). La réduction du niveau de vibration au niveau de la cochlée n'est que de 10 à 20 dB. Enfin, il n'est efficace que pour des fréquences graves, ne dépassant guère 1000 Hz, laissant passer les sons aigus (16).

I.2.3. L'oreille interne

L'oreille interne se situe dans le rocher de l'os temporal, et se compose, d'une part, de l'organe de l'équilibre (comprenant le vestibule et les canaux semi-circulaires), et d'autre part de l'organe de l'audition. Ce dernier prend la forme d'un tube spiralé, enroulé sur deux tours et demi (Figure 9), constituant la cochlée. C'est au sein de la cochlée que l'énergie mécanique provenant des ondes sonores est convertie en influx nerveux.

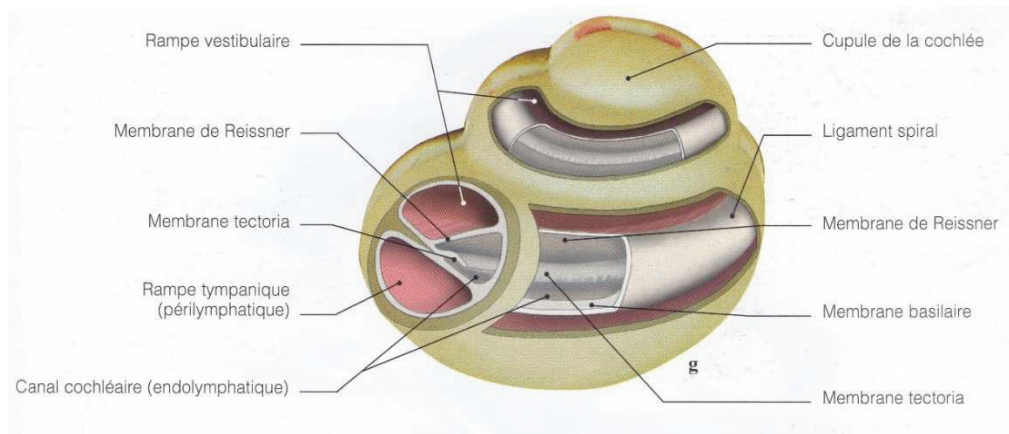


Figure 9 : Cochlée (19)

La cochlée contient 3 tubes : le canal cochléaire, la rampe vestibulaire et la rampe tympanique. Les vibrations sonores sont transmises par la platine de l'étrier via la fenêtre ovale à la rampe vestibulaire, puis à la rampe tympanique, entraînant un déplacement de la périlymphe jusqu'à la fenêtre ronde. La membrane basilaire séparant la rampe tympanique du canal cochléaire, se déforme suite à la différence de pression hydraulique entre les deux rampes (Figure 10) (4).

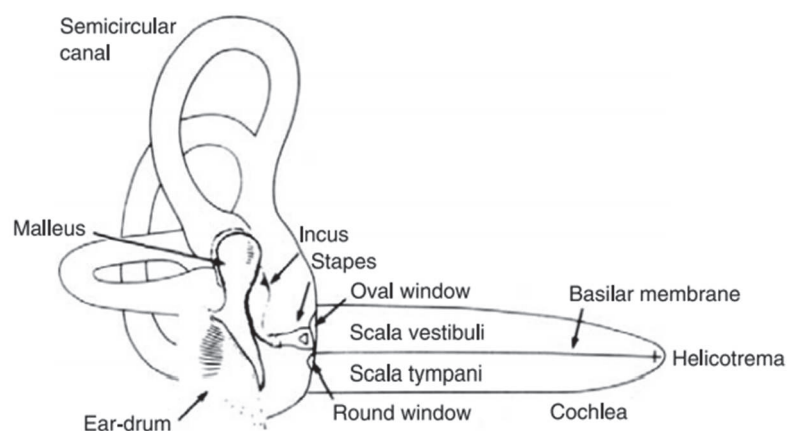


Figure 10 : Schéma de la cochlée déroulée, divisée par la membrane basilaire (20)

1.2.3.1. Tonotopie passive

En fonction de la fréquence de l'onde sonore, la membrane basilaire vibre à un endroit précis : plus le son est aigu, plus elle va vibrer proche de la base de la cochlée et inversement, plus le son est grave, plus elle va vibrer près de l'apex (Figure 11). Cette analyse fréquentielle se nomme la tonotopie passive (4).

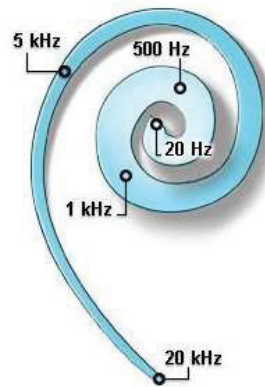


Figure 11 : Tonotopie passive (distribution des fréquences le long de la membrane basilaire) (6)

1.2.3.2. Tonotopie active

La tonotopie passive est couplée avec la tonotopie active, qui elle, se déroule au sein de l'organe de Corti, à l'intérieur du canal cochléaire (Figure 12). En effet, suite au mouvement de la membrane basilaire, les stéréocils des Cellules Ciliées Externes (CCE) qui sont implantés dans la membrane tectoriale vont s'incliner horizontalement (Figure 13). Ce mouvement crée une dépolarisation membranaire, provoquant l'ouverture des canaux ioniques et l'entrée de potassium dans les CCE qui vont ainsi se contracter. Cette contraction va amplifier le mouvement de la membrane basilaire: c'est la tonotopie active (4).

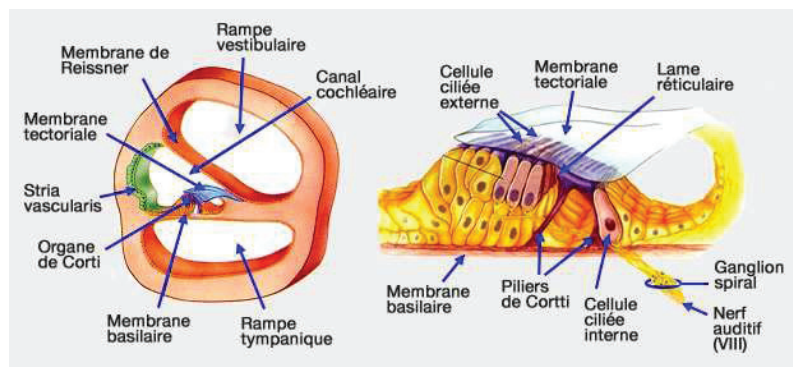


Figure 12 : Schéma d'une coupe d'un tour de spire de la cochlée et de l'organe de Corti (21)

Parallèlement, les stéréocils des Cellules Ciliées Internes (CCI) de la zone concernée vont également se mettre à bouger. Leur dépolarisation va libérer un neurotransmetteur, le glutamate (7), lequel provoque un influx nerveux au sein du nerf auditif. Les CCI assurent donc la transduction du message acoustique en un message électrique.

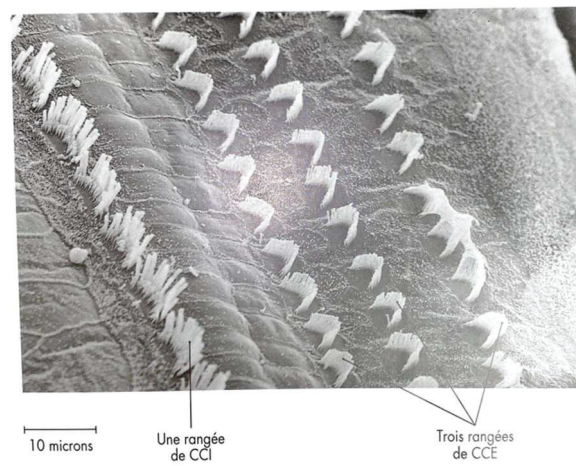


Figure 13 : Coupe au MEB d'une rangée de cellules ciliées internes et de trois rangées de cellules ciliées externes (18)

II. EFFETS DU BRUIT SUR LA SANTE DU CHIRURGIEN-DENTISTE ET MOYENS DE PREVENTION

II.1. Définition du bruit

D'après sa définition littérale, le bruit est un « amas de plusieurs sons confus et violents qui offensent l'oreille » (22). Il faut cependant distinguer deux aspects du bruit : le côté subjectif et le côté objectif. Dans le premier cas, tout son est considéré comme un bruit lorsqu'il provoque une sensation désagréable ou gênante. Le second cas traite du domaine de la physique en impliquant la nature et l'amplitude du son émis (11). Le terme « bruit » désigne les sons de forte intensité (Figure 14).

La médecine du travail a retenu quatre types de bruits différents (23) :

- le bruit continu : le niveau sonore est constant à plus ou moins 1 dB.
- le bruit stable : les variations du niveau sonore n'excèdent pas 5 dB pendant une période déterminée.
- le bruit fluctuant : il peut être intermittent, répétitif ou aléatoire, et présente des variations supérieures à 5 dB. Le CD est exposé quotidiennement à ce type de bruit qui est potentiellement nocif, car il peut entraîner des lésions de l'organe de l'audition en l'absence de douleur. L'atteinte se fait sous forme chronique.
- le bruit impulsionnel : le niveau sonore croît quasi instantanément. Il est défini par une ou plusieurs impulsions d'énergie acoustique intense, ayant chacune une durée inférieure à 1 seconde et séparée par un minimum de 0,2 seconde. Ce type de bruit est particulièrement nocif car le réflexe stapédien est inopérant. La répétition de ces traumatismes entraîne des lésions irréversibles au sein de l'oreille interne.

II.2. Effets auditifs du bruit

L'oreille est sollicitée en permanence par les sons environnants. Aucun mécanisme naturel ne permet de stopper le processus de transmission des vibrations jusqu'à l'oreille interne, à l'instar de la paupière qui protège l'œil. Une exposition incontrôlée aux sons peut donc entraîner des lésions au niveau de l'oreille interne. Le risque auditif est fonction du niveau sonore perçu, multiplié par la durée d'exposition. La limite de tolérance sonore de l'oreille se situe à 80 dB pendant 8 heures d'exposition, la législation du travail se base sur cette limite.

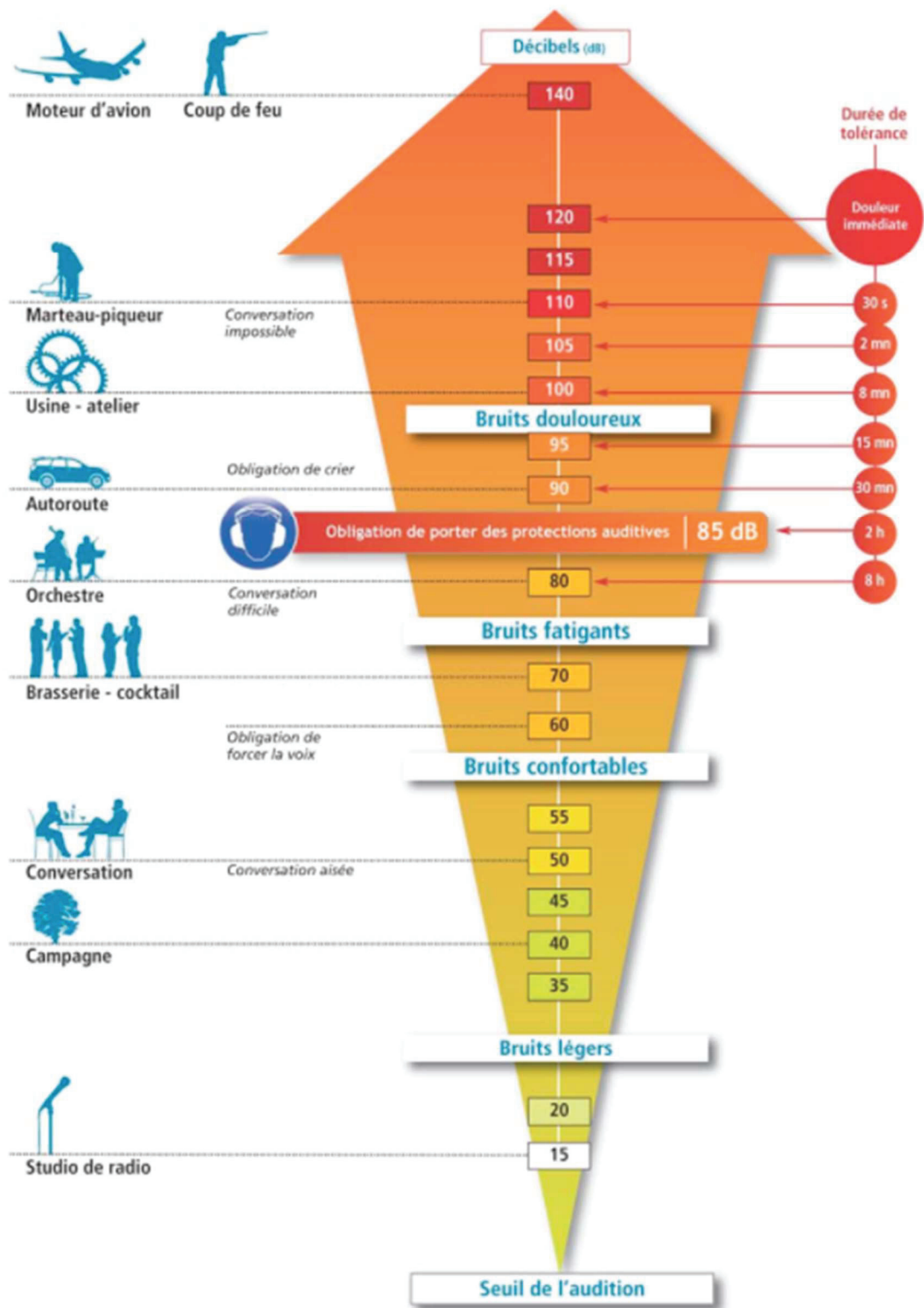


Figure 14 : Echelle du bruit (24)

Ainsi, les conséquences sur l'organe de l'audition seront équivalentes pour une exposition de 8 heures à une source sonore de 80 dB et pour une exposition de 15 minutes à une source sonore de 95 dB (Figure 15).

EXEMPLE DE DURÉES D'EXPOSITION QUOTIDIENNES ÉQUIVALENTES	
Niveau sonore en dB(A)	Durée d'exposition
80	8 h
83	4 h
86	2 h
89	1 h
92	30 min
95	15 min
98	7,5 min

Figure 15 : Niveaux d'exposition au bruit admissibles en milieu de travail (17)

Le bruit peut endommager l'audition selon deux modes bien distincts :

- soit de manière brève et brutale, après une exposition de forte intensité (bruit impulsionnel), avec un risque de surdité traumatique aigüe.
- soit de manière chronique, suite à une exposition longue et récurrente. La surdité s'installe alors de façon très progressive et à bas bruit.

II.2.1. Surdité traumatique aigüe

Ce type de surdité fait suite à une exposition à des bruits impulsionnels. Les conséquences sur l'ouïe sont immédiates et presque toujours irréversibles. Ces bruits soudains peuvent générer des blasts (lésions organiques provoquées par l'onde de choc d'une explosion (12)), ainsi que des désordres au niveau de l'oreille (comme des lésions du tympan ou de la chaîne ossiculaire), voire de l'oreille interne (7). L'onde de choc détruit les cellules ciliées entraînant une diminution aigüe de l'audition, généralement accompagnée d'acouphènes (bruit subjectif généré par l'organisme, perçu sous la forme d'un sifflement ou d'un bourdonnement) et de vertiges. Même si la perte d'audition n'est que temporaire, l'audition récupère progressivement au fil des heures, sans atteindre toutefois l'état initial. Dans les cas extrêmes de fortes déflagrations, le traitement consiste en une cure intraveineuse de vasodilatateurs et oxygénateurs cérébraux, associés à des corticoïdes à fortes doses. Ces surdités traumatiques aigües peuvent être considérées comme un accident du travail. Le CD est exposé à ce type de

bruit lorsqu'il dépose, par exemple, des instruments sur des plateaux métalliques ou lorsqu'il ferme brutalement des tiroirs non équipés d'amortisseurs.

II.2.2. Surdité traumatique chronique

Lorsque le niveau d'exposition sonore quotidien $L_{EX,8h}$ devient trop important, la surdité s'installe selon 4 stades successifs. C'est ce schéma qui est observé chez les travailleurs exposés au bruit toute la journée et qui peut faire cas de maladies professionnelles.

2.2.2.1. *Stade de fatigue auditive*

Les mécanismes de protection de l'oreille ne sont pas inépuisables et saturent lorsque le stimulus devient incessant. L'oreille interne est sur-sollicitée. Le déficit auditif est réversible et est accompagné d'acouphènes. Ces symptômes s'estompent dans les heures qui suivent la suppression de l'exposition. La perte auditive est facilement lisible sur un audiogramme s'il est pratiqué à la suite d'une journée de travail. On observera une légère encoche du champ auditif sur la fréquence 4000 Hz.

2.2.2.2. *Stade de latence totale*

Le travailleur s'habitue au bruit avec un phénomène d'accoutumance. Le déficit auditif est caractérisé par un scotome auditif, une encoche visible sur l'audiogramme qui se creuse et devient permanent sur la fréquence 4000 Hz. Cependant, les fréquences englobant la zone conversationnelle (de 500 à 2000 Hz) ne sont pas encore endommagées. A ce stade, les acouphènes sont souvent inexistantes. Le travailleur, durant cette période de latence totale, ne s'aperçoit de rien. Ne ressentant ni douleur, ni gêne pour communiquer, il ne va pas chercher à diminuer son exposition au bruit.

2.2.2.3. *Stade de latence subtotale*

Les acouphènes réapparaissent et le déficit auditif s'élargit sur un intervalle de fréquences allant de 2000 à 6000 Hz. Le travailleur commence à présenter une légère gêne lors d'une discussion.

2.2.2.4. Stade de surdité manifeste

Cet état s'installe tardivement, du fait d'une altération de l'oreille interne sur le long terme. Les CCE sont détruites par la répétition des traumatismes sonores, et ne se renouvelleront pas. Le déficit auditif devient irréversible et s'étend maintenant sur un large spectre recouvrant la zone conversationnelle. Le sujet est ainsi handicapé par une gêne professionnelle et sociale quotidienne. A ce stade, le diagnostic audiométrique est aisé, la courbe étant typique d'une surdité professionnelle (Figure 16). En parallèle, le travailleur peut être atteint par de violents acouphènes. Cependant, la perte auditive ne s'aggrave plus après la cessation de l'exposition au bruit.

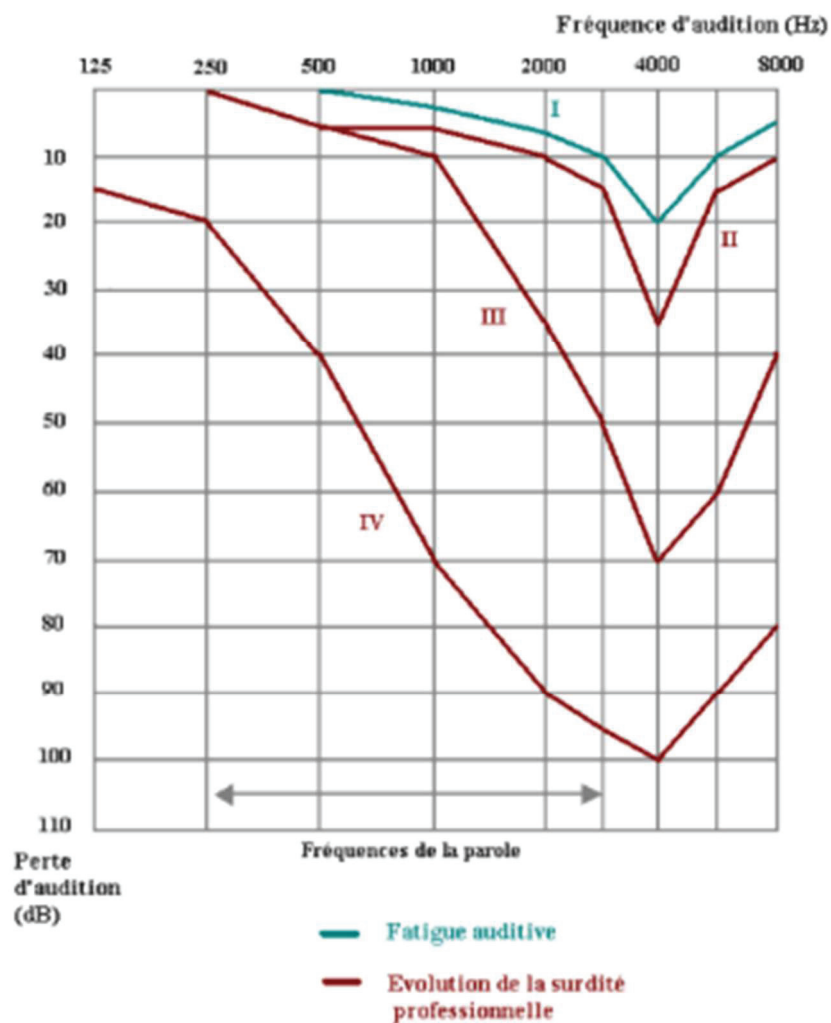


Figure 16 : Audiogramme illustrant la perte auditive selon les 4 stades de la surdité traumatique chronique (25)

II.3. Effets extra-auditifs du bruit

Le bruit n'induit pas uniquement des dommages au niveau de l'audition. Le cortex auditif et les centres cérébraux étant étroitement liés, les informations acoustiques peuvent impacter d'autres fonctions biologiques (2). Lorsqu'un son est interprété comme « gênant » par le cerveau, il en résulte l'apparition de troubles psychologiques pouvant être à l'origine de pathologies psychosomatiques (4). Il est néanmoins plus délicat de mettre en évidence les effets extra-auditifs du bruit puisqu'ils agissent de manière indirecte sur l'organisme et sont difficilement observables expérimentalement. Ils sont donc actuellement insuffisamment reconnus et leur importance est, de ce fait, sous-estimée (26).

II.3.1. Effets subjectifs ou comportementaux

Le caractère nocif du bruit est influencé par des représentations individuelles. En effet, un bruit sera plus dommageable si la personne n'a pas de contrôle sur la source sonore et qu'elle le juge comme inutile. Les manifestations surviennent en général instantanément ou peu de temps après l'exposition au bruit. La gêne ressentie occasionne des troubles d'ordre psychologique et comportemental : nervosité excessive, irritabilité, stress, diminution de la qualité du sommeil, asthénie, céphalées, troubles de la concentration et de l'humeur sont communément observés.

II.3.2. Effets objectifs ou biologiques

Ils correspondent à des effets mesurables et apparaissent après une exposition au bruit à moyen ou long terme. On observe des répercussions sur la cognition, l'état psychologique ou les fonctions végétatives. Les systèmes endocrinien, cardio-vasculaire et immunitaire sont perturbés (Figures 17 et 18). Le sommeil est également altéré, entraînant de la fatigue et des modifications du comportement, telles que de l'anxiété ou de la nervosité par exemple (4). Le bruit peut également être responsable de troubles de l'équilibre en agissant sur la fonction vestibulaire.

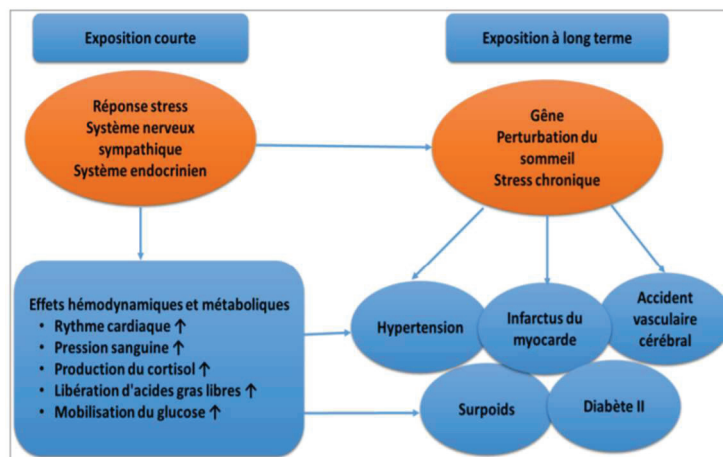


Figure 17 : Effets extra-auditifs à court et à long terme selon l'OMS (27)

Effets « physiopathologiques »	Effets « psychosociaux »
• Perturbation du sommeil - modification de la structure interne du sommeil (diminution significative du temps passé dans les stades de sommeil à ondes lentes et du sommeil paradoxal, perturbation de l'architecture du sommeil ; - augmentation de la fragmentation du sommeil (augmentation significative du nombre de changements de stades et du nombre d'éveils de courte durée) ; - réduction du temps total de sommeil (plus longue durée d'endormissement, éveils nocturnes prolongés ou éveil précoce non suivi d'un nouvel endormissement). • Effets sur le système cardiovasculaire - hypertension artérielle ; - maladies cardiaques ischémiques (dont infarctus du myocarde) ; - accident vasculaire cérébral. • Effets sur le système endocrinien - sécrétion d'hormones liées au stress (adrénaline, noradrénaline et cortisol) ; - perturbation de la sécrétion d'hormones de croissance, de la ghréline, de la leptine, etc. • Effets sur le système immunitaire • Effets sur la santé mentale	• Bien-être - gêne ; - (in)satisfaction environnementale ; - état de santé perçu ; - dépression et anxiété ; - stress ; - engagement dans la vie locale. • Performances cognitives / scolaires - compréhension de la lecture ; - compréhension de la parole ; - mémorisation ; - apprentissage ; - concentration et attention. • Interférences avec la communication - Intelligibilité de la parole. • Attitudes et comportements - agressivité, apathie ; - diminution de la sensibilité et de l'intérêt à l'égard d'autrui. • Dimensions socio-territoriales - décade immobilière ; - dynamiques de population et polarisation sociale dans l'espace ; - sédimentation ou orientation fonctionnelle des tissus urbains ; - conflictualité locale et inégalités environnementales

Figure 18 : Synthèse des effets sanitaires du bruit (26)

II.4. Facteurs influençant la nocivité du bruit

La nocivité du bruit dépend d'un certain nombre de facteurs.

II.4.1. Facteurs directement associés au bruit

Le préjudice auditif augmente proportionnellement à l'intensité du bruit. L'oreille interne peut être atteinte dès que le niveau sonore atteint 80 dB (Figure 15).

A intensité égale, un bruit avec une fréquence élevée sera plus nocif qu'un bruit avec une fréquence basse. Un bruit survenant de manière soudaine et inattendue prendra de court le réflexe stapédien et endommagera facilement l'oreille interne.

Une exposition prolongée au bruit va épuiser le mécanisme de protection de l'oreille interne (réflexe stapédien). Des pauses permettent de limiter l'atteinte cochléaire.

A intensité égale, un son pur sera plus nocif qu'un bruit à large spectre.

Une exposition au bruit associée à des vibrations engendre une perte accrue de l'audition (28).

Lorsque la distance entre la source du bruit et le travailleur augmente, l'intensité sonore diminue. Dans un espace ouvert, pour chaque doublement de la distance entre la source sonore et le travailleur, le bruit est réduit de 6 dB (Figure 19) (1).

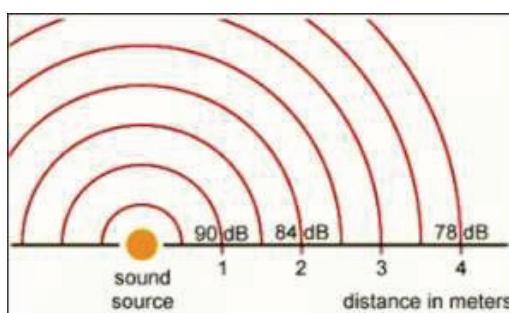


Figure 19 : Diminution du niveau sonore en fonction de la distance de la source (1)

Enfin, la gêne ressentie sera plus forte si le bruit est perçu de manière discontinue.

II.4.2. Facteurs individuels

L'état de santé général est également à prendre en considération.

En effet, l'organe de l'audition se dégrade lentement et naturellement avec l'âge. Ce phénomène est appelé presbyacousie et apparaît à partir de 50 ans : l'individu présente une perte d'audition sur les fréquences aigües, associés à une altération de la compréhension.

De nombreuses études ont montré l'effet aggravant du tabac sur la perte auditive induite par le bruit. D'après Wild et al. (29), en comparant l'audition de deux groupes de travailleurs soumis au bruit, les fumeurs avaient une perte auditive supérieure sur les fréquences comprises entre 3000 et 4000 Hz par rapport aux non-fumeurs.

Certains médicaments agissent sur l'oreille en diminuant l'audition ou en induisant des acouphènes. Une liste précise répertorie les médicaments ototoxiques (cf annexe 1), les plus connus étant les antibiotiques aminosides, certains diurétiques et des dérivés salicylés comme l'aspirine.

Une personne ayant des antécédents de lésions de l'oreille sera plus sensible vis-à-vis du bruit. Ainsi, un antécédent de traumatisme sonore, une otospongiose opérée ou une surdité séquellaire post-infectieuse sont susceptibles de fragiliser l'organe de l'audition.

Au niveau de l'oreille interne, la vascularisation est dite « terminale ». En cas de micro-angiopathie de la cochlée, aucune suppléance ne sera possible par manque d'anastomose avec d'autres vaisseaux, entraînant ainsi une perte auditive. Selon l'étude d'Agrawal et al. (30), il existe une interaction significative entre une exposition au bruit des armes à feu et le diabète. L'effet du bruit sur les maladies systémiques est de plus en plus étudié et d'après la sixième enquête européenne sur les conditions de travail (31), l'exposition au bruit est associée aux risques d'apparition de maladies cardiovasculaires.

Enfin, des prédispositions génétiques peuvent induire des surdités plus précoces. Les scientifiques ont découvert que des mutations de certains gènes étaient associées à une perte auditive. Par exemple, d'après l'étude de Shen et al. (32), les individus présentant un polymorphisme du gène GSTM1 (Glutathione S-Transferase Mu 1) présentent un risque statistiquement accru de perte auditive induite par le bruit.

II.4.3. Facteurs environnementaux

Le contact quotidien avec certains agents chimiques est susceptible d'endommager l'organe auditif. Selon la commission internationale sur les effets biologiques du bruit, le monoxyde de carbone exacerbe les effets de l'exposition au bruit professionnel sur l'audition en réduisant le niveau d'oxygénation dans la cochlée (33).

Par ailleurs, des études montrent que divers solvants agissent défavorablement sur notre audition. Selon une étude menée par Sliwinski-Kowalska et al. (34), les solvants tels que le styrène, le xylène, le n-hexane et le toluène ont un effet délétère en association à l'exposition au bruit. Attarchi et al. (35) montrent également une association significative entre la prévalence de l'hypertension et l'exposition conjointe au bruit et à quelques solvants organiques.

En outre, l'exposition aux métaux lourds serait susceptible d'altérer l'audition. Chez l'animal, Phaneuf et Hetu (36) mettent en évidence les effets combinés du bruit avec le plomb, le mercure et l'arsenic.

D'autres substances chimiques, telles que les pesticides organophosphorés, occasionneraient des dégâts auditifs lorsqu'ils sont associés au bruit (37).

Des études montrent, par ailleurs, des liens entre l'exposition au bruit et certains agents physiques. Lin Chin-Chiwan (38) constate, par exemple, qu'un mauvais éclairage, combiné avec le bruit, avait un effet négatif sur les performances des travailleurs.

Les vibrations associées à une exposition au bruit exacerbent les effets auditifs (39) et augmentent le niveau de stress, de gêne, voire de risque de maladies cardiovasculaires (40). Le stress thermique est également un facteur environnemental pouvant aggraver les effets sur la santé par le bruit. En effet, une exposition simultanée de bruit et de chaleur intensifie la perte auditive (41) et augmenterait la pression artérielle (42).

Enfin, d'autres études montrent que l'exposition au bruit au travail peut augmenter la charge de travail mentale. Ces études tentent de montrer les effets néfastes d'une charge de travail élevée sur l'audition et la santé du travailleur (43). D'autres études sont cependant nécessaires afin de confirmer ou non ces observations.

Golmohammadi et Darvishi (44) ont réalisé une méta-analyse portant sur les effets combinés de l'exposition professionnelle au bruit et à d'autres facteurs de risque. Au total, 7928 articles ont été identifiés dont 775 ont fait l'objet d'une lecture intégrale. Parmi eux, 149 articles ont été jugés pertinents et de qualité suffisante pour l'analyse. Le tableau ci-dessous (tableau 1) synthétise les résultats de cette revue de littérature sur les effets combinés du bruit et de différents facteurs de risque. Les résultats concernant les effets extra-auditifs sont plus incertains.

Risk Factors	The level of combined risk		Level of evidence	Effects	Comments
	Quantitative	Qualitative			
Noise & aging	Exposure to Leq > 85 dBA and age (mean) > 45 years, exposure (mean) > 3–5 years	Additive	High	Hearing loss	Aging high age is strongly related to hearing loss
Noise & gender	Exposure to Leq > 80 dBA and male gender	Potentialiation	High	Hearing loss, sleep disturbance	Men lose hearing more frequent than women and women are more vulnerable to non-auditory effects
Noise & genetic background	Exposure to Leq > 80 dBA and genes POU4F3	Potentialiation	Medium	Hearing loss	Genetic background predisposes for NIHL (explains a great part of the individual variation in hearing loss)
Noise & smoking	Exposure to Leq > 85 dBA and smoking (a pack per month during 5 year)	Additive	High	Hearing loss, hypertension	Smokers have NIHL higher than non-smokers
Noise & medication	Exposure to Leq > 85 dBA and permanent drug intake (at least 3–5 years)	Both synergistic and antagonism	High	Hearing loss	Aminoglycoside, cisplatin, and gentamycin have a synergistic effect. Cysteine and Ginseng have an antagonistic effect on NIHL
Noise & contextual disease	Suffering from disease and exposure to Leq > 85 dBA simultaneously	Additive	Medium	Hearing loss and other diseases	Ear disease, diabetes mellitus, and hypertension are significantly associated with NIHL but cholesterol and triglycerides relation to NIHL is uncertain
Noise & CO	Exposure to Leq > 80dBA and CO concentration > 200 ppm	Additive	High	Hearing loss, fatigue, impaired cognitive performance	The CO induces cochlear hypoxia, in result, aggravate NIHL
Noise & solvents	Exposure to Leq > 80 dBA and concentrations equal to 50–300 ppm	Synergistic	High	hypertension	Styrene, toluene, hexane, xylene, acetone, butanol, trichloroethylene, and ethanol have combined effects with noise
Noise & heavy metals	Exposure to Leq = 80–95dBA and lead (Pb = 0.05 mg/m ³), (manganese = 10 mg MnCl ₂ /liter water), cadmium (2 mg/kg)	Synergistic	High	Hearing loss	Lead, mercury, arsenic, cadmium have combined effects with noise
Noise & other chemical	Exposure to Leq > 80 dBA	Additive	Medium	Hearing loss	Epoxy adhesives and organophosphate pesticides have combined effects with noise
Noise & lighting	Illuminance < 100 lux and exposure to Leq > 55 dBA	Potentialiation	Low	Disturbance and cognitive impairments	Undesirable lighting quality and low illuminance exacerbate non-auditory effects of noise
Noise & heat	Exposure to Leq > 65 dBA and wet bulb globus temperature > 24°C	Additive	Medium	Hypertension, metabolic syndrome	Heat aggravates noise-induced hypertension and impairs cognitive performance
Noise & vibration	Exposure to Leq > 80 dBA and acceleration of $V > 5 \text{ m/s}^2$ (auditory effects) – exposure to Leq > 65 dBA and acceleration of $V > 0.5 \text{ m/s}^2$ (non-auditory effects)	Synergistic	High	Hearing loss, fatigue, annoyance, decreased performance	Vibration exacerbates all noise effects
Noise & workload	Exposure to Leq > 75 dBA, and score of workload > 50/100	Additive	Low	Hearing loss, fatigue, disturbance	Workload may aggravate health complaints due to noise

Tableau 1 : Synthèse des résultats de la revue de littérature sur les effets combinés du bruit et des différents facteurs de risque (44)

Il ressort de ce tableau un nombre élevé de facteurs de risque exacerbant les effets du bruit sur l'organisme, et notamment sur la perte auditive. Ces facteurs sont personnels (âge, sexe, génétique, tabac, traitement médicamenteux, maladie contextuelle), chimiques (monoxyde de carbone, solvants, métaux lourds et autres substances chimiques), physiques (éclairage, thermique, vibrations) et professionnels (charge de travail). La perte auditive, les troubles du sommeil, l'hypertension, les effets cardiovasculaires et les effets psychologiques sont les troubles les plus fréquemment décrits après une exposition professionnelle au bruit associée à ces facteurs de risque.

Par conséquent, les programmes de sensibilisation à la santé auditive doivent prendre en compte les dangers d'une exposition sonore trop importante, mais aussi tous les facteurs aggravant les effets du bruit.

II.4.4. Spécificité du chirurgien-dentiste

Chaque chirurgien-dentiste a sa propre opinion quant aux risques qu'il encourt à être exposé au bruit de façon quotidienne. La gêne ressentie étant en grande partie subjective, la recherche de protections vis-à-vis du bruit sera proportionnelle au préjudice subi. Sa vulnérabilité sera également variable en fonction du bruit et dépendante d'éventuels facteurs aggravants, mais aussi du type d'exercice du praticien, de son lieu d'exercice, de la qualité de son matériel ou encore du niveau d'isolation acoustique de son cabinet. Ainsi, une analyse personnalisée devrait être réalisée pour chaque CD et chaque employé du cabinet dentaire, afin d'évaluer, au cas par cas, les risques auditifs encourus.

Différentes études ont évalué ce risque auditif, par exemple, celle de Dierickx et al. (45), a permis de constater que les CD ressentaient une gêne significativement plus importante vis-à-vis du bruit par rapport à un groupe témoin composé de pharmaciens, et présentant une connaissance limitée des problèmes auditifs. D'autres études ont comparé la prévalence de la perte auditive d'une population témoin à celle du personnel dentaire exposé au bruit pendant les heures de travail, notamment à travers des examens cliniques tels que des audiométries tonales pures. La plupart de ces études concluent à une perte auditive plus importante chez les personnes travaillant dans un cabinet dentaire, mais sans différence significative (46) (47).

De nombreux facteurs contribuent au fait que le métier de CD est une profession à risque pour sa santé auditive.

En effet, les niveaux sonores peuvent facilement dépasser 80 dB, voire 85 dB. Nous illustrerons cet aspect plus précisément par la suite, grâce à différentes mesures réalisées au sein de deux cabinets dentaires. Il serait intéressant de faire réaliser des mesures sonométriques au cabinet dentaire par des professionnels qui seront à même de proposer des solutions pour diminuer les nuisances sonores.

L'oreille du CD se trouve à proximité de la cavité buccale de ses patients, dans laquelle les instruments rotatifs génèrent d'importantes nuisances sonores. Ces bruits très stridents sont amplifiés par la bouche qui joue le rôle de cavité de résonance. Plusieurs études ont analysé la différence de perte auditive entre l'oreille droite et l'oreille gauche chez les CD. Ainsi, Zubick et al. (48) ont montré, via des audiométries tonales pures réalisées sur un échantillon de

137 CD, que l'oreille gauche des praticiens droitiers présentait une perte auditive plus importante, du fait de la proximité avec la source sonore. Le CD doit donc veiller à respecter les conseils d'entretien recommandés par les différents constructeurs et à renouveler son matériel usagé. Lorsqu'un CD prévoit d'investir dans du matériel, il est judicieux de choisir, à performances égales, le plus silencieux. Il est par ailleurs intéressant d'utiliser des loupes binoculaires, afin d'adopter une bonne posture de travail et de se placer à distance du patient et des instruments rotatifs.

En outre, le chirurgien-dentiste travaille dans un espace fermé, où les ondes sonores sont soit susceptibles d'être réfléchies si les sources sonores proviennent de la salle de soins, soit d'être transmises si les sources sonores proviennent de l'extérieur de la salle de soins (Figure 20). La conception d'un cabinet dentaire devrait donc être réalisée par des entreprises spécialisées dans l'acoustique architecturale, et supervisée par un ingénieur acousticien.

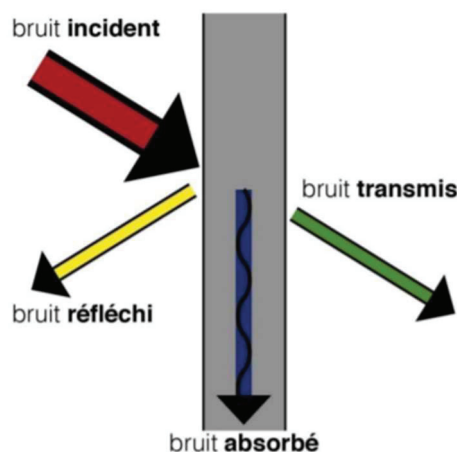


Figure 20 : Représentation de l'isolation acoustique entre deux pièces (49)

Le nombre de sources sonores potentielles au sein d'un cabinet dentaire est élevé. Ces dernières doivent être éloignées de la salle de soins dans la mesure du possible. Par exemple, le matériel de stérilisation et le compresseur doivent se tenir dans une salle close et isolée par des murs et portes acoustiques. Le paramètre « isolation acoustique » de la salle de soins doit être intégré dans l'aménagement du cabinet dentaire. Tout bruit parasite présent dans la salle de soins doit être atténué, voire supprimé. Par exemple, les tiroirs peuvent être équipés d'amortisseurs, afin d'éviter des bruits impulsifs.

Le planning du CD ne doit pas être établi aléatoirement, la philosophie étant de ne pas regrouper plusieurs actes « bruyants » à la suite. Ainsi, il est bénéfique d'interposer un acte « silencieux » (une consultation par exemple) entre deux actes « bruyants » (séance de surfaçage radiculaire par exemple). Il est également judicieux d'éviter les soins « bruyants » en fin de journée, là où les muscles du réflexe stapédien sont épuisés et moins efficaces.

Enfin, le métier de CD est une profession à charge mentale élevée. Tout au long d'une journée, le praticien est soumis à une lourde charge de travail, des efforts de concentration, de compréhension, d'adaptation, d'attention et de minutie, de traitement d'informations, mais aussi à des pressions psychologiques liées aux exigences de rapidité et de respect du planning. S'additionnent à cela les sollicitations émotionnelles fréquentes dans ce métier relationnel à travers l'empathie, la possibilité de voir sa thérapeutique échouer, ou faire face à des patients difficiles ou non coopératifs. L'ensemble de ces facteurs génère une contrainte psychique de charge mentale, cumulative tout au long de la vie professionnelle. Or, les travaux de Golmohammadi et Darvishi décrits précédemment (44), alertent sur les liens possiblement réciproques entre l'exposition au bruit et une charge de travail élevée.

Les conséquences sont, d'une part, l'aggravation des dommages auditifs induits par le bruit, et d'autre part, l'apparition de stress et d'épuisement professionnel, également appelé « burn-out ». Selon une étude menée en novembre 2017 par le Conseil national de l'Ordre des chirurgiens-dentistes et l'Académie nationale de chirurgie dentaire (50), sur les 6783 praticiens ayant répondu au questionnaire, 2378 (35%) se sont déclarés en situation d'épuisement professionnel.

La formation initiale et continue de tout CD devrait inclure des notions sur les dangers du bruit sur la santé du praticien, ainsi que sur le stress professionnel spécifique au métier de CD. La mise en place d'une ergonomie adéquate et d'une organisation efficace du travail au cabinet dentaire serait ainsi facilitée. Par ailleurs, la surdité professionnelle évoluant à bas bruit, il est pertinent de réaliser un audiogramme annuel pour contrôler son audition, afin d'en constater son apparition et suivre son évolution. Cet examen permettrait au CD de prendre conscience des risques auditifs auxquels il est exposé et de la nécessité de modifier son attitude vis-à-vis de son matériel, de son local ou d'envisager le port de Protectors Individuels Contre le Bruit (PICB) (51).

II.5. Moyens de prévention contre le bruit

Les besoins du CD sont essentiellement de se protéger des bruits agressifs du cabinet dentaire, tout en continuant à percevoir la parole de ses patients et de son assistante. Les principales protections auditives proposées sur le marché et adaptées au métier de CD, doivent répondre aux critères suivants (on ne décrira pas les casques anti-bruit, inappropriés au métier d'odontologiste) :

- atténuation des fréquences aiguës nocives autour des 6000 Hz, tout en restituant la parole.
- ergonomiques (elles doivent être faciles d'utilisation, sans contrainte pour le praticien lors de la mise en place ou du retrait).
- discrètes, confortables.
- facilement lavables (elles doivent respecter les règles d'asepsie inhérentes à l'activité de chirurgie dentaire).

Toutes les protections auditives, pour être fiables, doivent respecter la norme NF EN 352-2. Cette dernière établit les exigences en matière de construction, de conception, de performances et de marquage des bouchons d'oreille, ainsi que les informations destinées à l'utilisateur. Cette norme impose, en particulier, une déclaration de l'affaiblissement acoustique des bouchons d'oreille, mesuré conformément à la NF EN ISO 4869-1.

II.5.1. Protecteurs individuels « sur-mesure »

Ils sont fabriqués sur mesures, à partir d'une empreinte effectuée par un audioprothésiste. Ces protections sont donc très confortables et très étanches, avec un bon maintien, puisqu'ils reproduisent la forme anatomique du MAE. Les matériaux de fabrication sont essentiellement le silicone médical et la résine acrylique. Ces deux matériaux ont des propriétés acoustiques similaires, mais le silicone étant plus souple, il obture mieux le MAE de l'utilisateur.

2.5.1.1. Protecteurs dits « passifs »

2.5.1.1.1. Sans filtre acoustique

Ils sont fabriqués à partir d'une empreinte du MAE, et atténuent tous les bruits de 15 à 37 dB, si ils sont conformes à la norme NF EN 352-2. Ces bouchons vont atténuer très efficacement les bruits sans filtrer aucune fréquence. La parole sera mal perçue, et le CD aura des difficultés à entendre son entourage : ce type de protections n'est donc pas indiqué pour la pratique de l'odontologie.

2.5.1.1.2. Avec filtre acoustique

Ces PICB (Figure 22), également fabriqués d'après une empreinte du MAE, présentent une poignée d'extraction, et peuvent être réunis par un câble qui se fixe au col à l'aide d'une pince. Ils sont munis d'un filtre passe-bande qui diminue de façon importante les fréquences aiguës

les plus nocives, tout en laissant passer la parole (les fréquences graves et médiums sont modérément atténuées).

Les embouts anti-bruit PASSTOP® O.S présentent ces caractéristiques (52). Il existe quatre filtres au choix pour ces protections auditives : O.S+, O.S1, O.S2 et O.S3 (Figure 21).

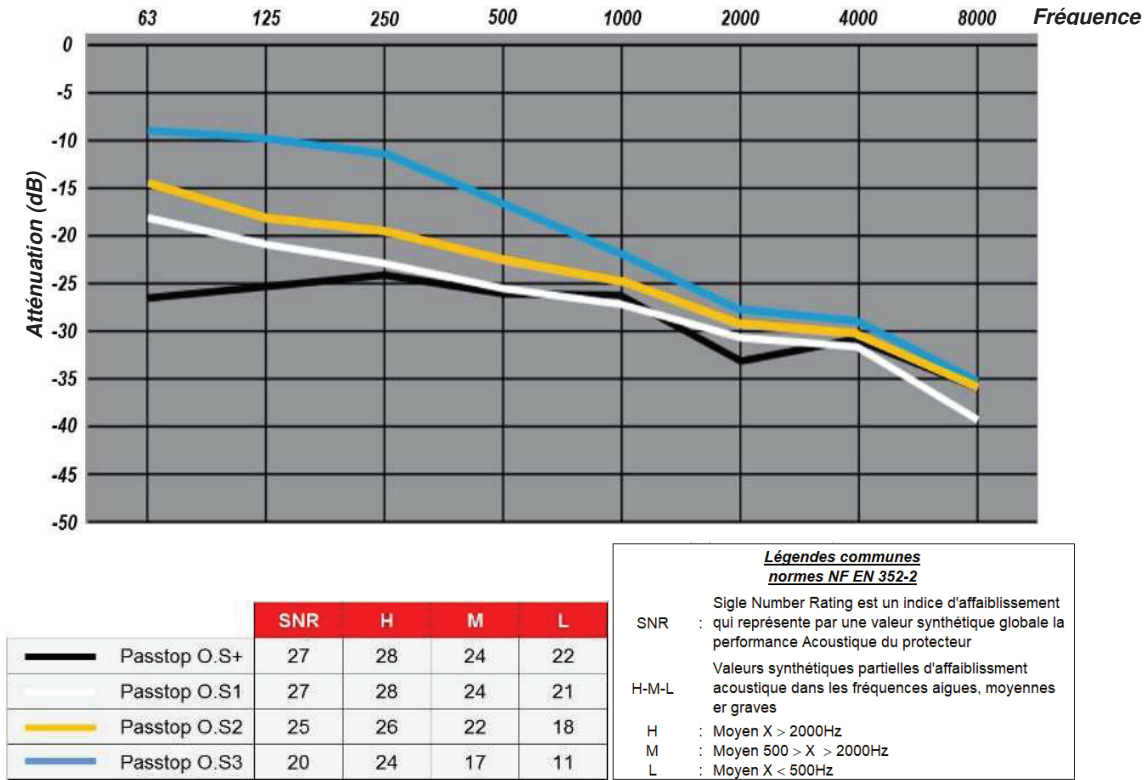


Figure 21 : Courbes d'atténuation des PASSTOP® O.S en fonction du choix des filtres selon la norme NF EN 352-2 (52)

Ces bouchons anti-bruit sont donc très efficaces et performants dans un cabinet dentaire, car ils permettent de continuer à communiquer tout en se protégeant des bruits nocifs pour un coût raisonnable d'environ 150 € la paire d'embouts.



Figure 22 : Exemple d'un protecteur individuel contre le bruit sur-mesure avec filtre acoustique (52)

2.5.1.2. *Protecteurs dits « actifs »*

Ces PICB intègrent un dispositif électronique. Il existe deux systèmes différents.

Le premier est conforme à la norme NF EN 352-7. Ce système à atténuation dépendant du niveau sonore est équipé d'un circuit électronique permettant d'amplifier les sons extérieurs inoffensifs, tout en stoppant les bruits impulsifs. Ce système est idéal pour des métiers comme la chasse, mais non indiqué pour un odontologiste dans la mesure où il protège essentiellement contre les blasts.

Le second fonctionne avec la technologie ANR (Active Noise Reduction). Ce dispositif utilise un système qui capte le bruit ambiant, et le retransmet en opposition de phase, neutralisant ainsi le signal. La technologie ANR agit cependant principalement sur l'atténuation des basses fréquences (53). Le CD n'a donc pas de réel intérêt à utiliser ce type de PICB.

Dans le cas où le CD présente une hypoacousie, il a tout intérêt à prendre rendez-vous chez son médecin ORL. Ce dernier va établir un audiogramme, et s'il constate une baisse d'audition, ne serait-ce que sur les fréquences aiguës (type presbyacousie), il effectuera une prescription d'appareils auditifs (Figure 23).

L'audioprothésiste va donc régler les appareils auditifs en fonction de la courbe audiométrique, de façon à ce que le CD puisse entendre la parole tout en étant protégé des sons très intenses qui seront bloqués au-delà d'un seuil limite. Ces appareils auditifs ont un coût plus ou moins élevé selon la technologie, mais sont remboursés en partie par la sécurité sociale et la mutuelle. Les aides auditives sont donc une excellente alternative pour le CD qui présente une hypoacousie : elles compensent la perte d'audition tout en protégeant l'oreille des sons forts. Elles sont souvent équipées du Bluetooth permettant les communications téléphoniques.



Figure 23 : Exemple d'appareils auditifs (54)

II.5.2. Protectors individuels « standards »

Ces types de bouchons ne sont pas réalisés sur-mesure, et ne reproduisent donc pas la forme du MAE. Au cours de la journée, ils ont tendance à bouger et à perdre en étanchéité. L'atténuation réelle peut ainsi être inférieure aux taux d'atténuation indiqués par le fabricant.

2.5.2.1. Protectors dits « passifs »

2.5.2.1.1. Sans filtre acoustique

Ces bouchons sont souvent en mousse condensée, en silicone ou en cire, et sont à usage unique (Figure 25). Ils sont certes hygiéniques, mais ne tiennent pas bien dans les conduits auditifs. Ils peuvent être reliés par un câble ou un arceau (Figure 24). Leur atténuation est d'environ 20 dB sur toutes les fréquences, en particulier sur les fréquences graves : les conversations avec l'assistante ou le patient sont ainsi rendues difficiles. Ces bouchons sont donc inappropriés au cabinet dentaire.



Figure 25 : Embouts standards QUIES®



Figure 24 : Exemple d'un protecteur individuel contre le bruit avec arceau

2.5.2.1.2. Avec filtre acoustique

Ces bouchons anti-bruit sont standards et peuvent être reliés par un câble ou un arceau. Ils sont dotés d'un filtre acoustique qui permet, à la fois, la non linéarité et la sélectivité fréquentielle. Ils atténuent donc les bruits aigus tout en permettant une excellente perception de la parole. La communication du CD avec son assistante ou son patient est ainsi rendue possible. L'inconvénient de ces bouchons standards, est leur moins bonne tenue dans les oreilles que leurs homologues « sur-mesure ». Ils sont donc moins confortables et moins efficaces (Figure 26).



Figure 26 : Exemples de protecteurs individuels contre le bruit standards avec filtre acoustique (52)

2.5.2.2. *Protecteurs dits « actifs »*

De nouveaux dispositifs anti-bruit adaptatifs (Bluetooth et rechargeables) apparaissent actuellement sur le marché.

Les dispositifs anti-bruit sélectifs TILDE AIR® de chez Orosound (Figure 27) sont fabriqués en France (55). Ils proposent une réelle alternative standard à un prix de 200 €. A l'aide d'un curseur, le CD peut agir très facilement entre trois fonctions :

- Il peut ajuster la réduction du bruit de 0 à -30 dB (il peut ainsi s'isoler et se concentrer).
- Il peut privilégier l'écoute de son patient ou de son assistante (micros directionnels) tout en réduisant le bruit.
- Il peut téléphoner en streaming.

Dans la pratique de l'odontologie, ces PICB sont de plus en plus nombreux sur le marché et s'avèrent être une bonne alternative aux bouchons sur-mesure avec filtre.

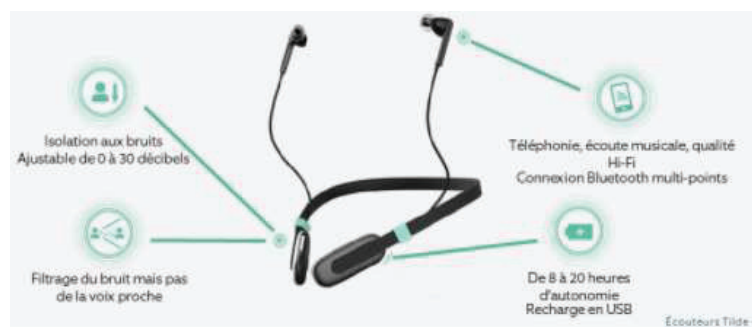


Figure 27 : Exemple du TILDE AIR®

D'une manière générale, il est important de préciser que le choix d'une protection auditive doit permettre d'atténuer le niveau du bruit ambiant, dans une fourchette « acceptable », comprise entre 60 et 75 dB. Une atténuation très importante du bruit sur toutes les fréquences n'est cependant pas l'objectif recherché. En effet, le CD se laisse guider dans sa

pratique par les bruits de ses instruments rotatifs. Il a besoin d'entendre, par exemple, le bruit de son contre-angle, afin de régler sa vitesse de rotation. Il est également nécessaire pour le praticien, de s'équiper de PICB filtrant la parole, afin d'entendre son patient et son assistante.

II.6. Etude sonométrique au sein de deux cabinets dentaires

II.6.1. Paramètres de l'étude

Les mesures acoustiques effectuées au sein des cabinets dentaires permettent aux CD de prendre conscience qu'ils évoluent dans un environnement bruyant. Elles indiquent les sources sonores les plus nocives pour le praticien.

De nombreuses études ont exposé leurs résultats, traduisant un intérêt pour ce sujet. Néanmoins, ils montrent une variabilité importante en raison de multiples biais : modèle du sonomètre utilisé, qualité du matériel du CD, distance du sonomètre par rapport à la source sonore, etc...

Des mesures acoustiques ont été réalisées au sein de deux cabinets dentaires différents, à l'aide du sonomètre digital 130dB TEC 130-8850 (Figure 28) (cf annexe 2).



Figure 28 : Sonomètre

Pour effectuer les mesures, le sonomètre a été configuré sur la gamme de mesure « low » et en position «slow». L'appareil est ainsi « amorti » (il mesure les sons sur une période de temps longue : une seconde) et indique la valeur moyenne du niveau de bruit. Ces mesures acoustiques

renseignent donc uniquement sur l'exposition moyenne L_{EX} et non pas sur le niveau de pression acoustique de crête $L_{P,C}$. Le sonomètre était paramétré sur la courbe de pondération A.

Les mesures ont été effectuées dans deux cabinets dentaires :

-le cabinet dentaire des Drs Demars et Poingt, situé à Vienne (38), exerçant l'omnipratique avec deux assistantes dentaires (cabinet 1).

-le cabinet dentaire des Drs Mazoyer et Pontonnier, situé à L'Arbresle (69), composé de 4 CD pratiquant l'omnipratique et de 5 assistantes dentaires (cabinet 2).

Chaque prise de mesure correspond à la moyenne d'une série de 4 mesures espacées d'une dizaine de secondes.

II.6.2. Prises de mesures

- Dans la salle de soins :

Les mesures sont présentées dans les tableaux 2 et 3. Le tableau 2 regroupe les mesures réalisées « à vide », et le tableau 3, celles réalisées dans la bouche du patient avec, d'une part la petite aspiration, et d'autre part les deux aspirations. Le CD travaille à environ 30 à 40 cm de la bouche du patient.

Pour réaliser ces mesures, le sonomètre était positionné à une distance de 35 cm de la bouche du patient. Ces mesures ont été effectuées lors de soins courants d'omnipratique : éviction carieuse, préparation pour couronne, détartrage, etc...

	Cabinet 1	Cabinet 2
Contre-angle bague verte	62,6 dB(A)	64,6 dB(A)
Contre-angle bague rouge	64,7 dB(A)	65,1 dB(A)
Turbine	69,9 dB(A)	68,8 dB(A)
Petite aspiration	60,7 dB(A)	62,2 dB(A)
Grosse aspiration	63,4 dB(A)	66,7 dB(A)
Les 2 aspirations	64,4 dB(A)	69,1 dB(A)

Tableau 2 : Mesures effectuées en dehors du patient

Dans le tableau 3, les valeurs en bleu indiquent celles prises au cabinet dentaire de Vienne (cabinet 1), et en rouge celles effectuées au cabinet dentaire de L'Arbresle (cabinet 2).

	Petite aspiration	Les deux aspirations
Contre-angle bague verte	70,3 dB(A) 71,9 dB(A)	75,3 dB(A) 80,1 dB(A)
Contre-angle bague rouge	74,1 dB(A) 73,8 dB(A)	80,2 dB(A) 83,0 dB(A)
Turbine	78,7 dB(A) 75,7 dB(A)	84,3 dB(A) 83,0 dB(A)
Insert à ultrasons	76,7 dB(A) 77,0 dB(A)	82,4 dB(A) 83,4 dB(A)

Tableau 3 : Mesures effectuées sur le patient

- Hors de la salle de soins :

Les mesures effectuées hors de la salle de soins ont été prises à une distance d'environ un mètre de la source sonore (tableau 4).

	Cabinet 1	Cabinet 2
Pièce à main prothèse	74,5dB(A)	76,5dB(A)
Soufflette laboratoire	83,3dB(A)	91,8dB(A)
Bac à ultrasons	74,0dB(A)	82,9dB(A)
Autoclave	67,5dB(A)	69,2dB(A)

Tableau 4 : Mesures effectuées hors de la salle de soins

II.6.3. Discussion

L'objectif de ces enregistrements n'était pas de mesurer avec précision les intensités sonores de chaque source potentiellement bruyante au cabinet dentaire, mais de dresser un constat préoccupant.

Les mesures effectuées « à vide » sont de faible intensité et ne dépassent pas les 70 dB(A), alors que celles réalisées au cours des soins augmentent nettement (jusqu'à 84,3 dB(A)). La cavité buccale joue le rôle de cavité de résonance et amplifie naturellement les sons. L'aspiration utilisée en continu, cumulée aux instruments rotatifs, exacerbe les intensités sonores. L'utilisation conjointe des deux aspirations apparaît ici comme le plus nocif pour la santé du CD et de son assistante au fauteuil.

Ainsi, dans un cabinet dentaire, le seuil des 80 dB(A) est fréquemment dépassé. Or, la limite de tolérance sonore de l'oreille se situe à 80 dB(A) pendant 8 heures d'exposition (figure 15). Si cette exposition excède 8 heures dans une journée d'exercice, le code du travail impose au chef d'entreprise d'entreprendre les premières actions de prévention (figure 30).

Les sources sonores mesurées hors de la salle de soins sont moins nocives pour le praticien, surtout si elles sont regroupées et cloisonnées à l'intérieur d'une salle indépendante. Ce sont plutôt les assistantes dentaires qui seront concernées par ces nuisances.

Enfin, la soufflette laboratoire à air comprimé reste peu utilisée dans une journée par le CD, mais constitue un risque de surdité traumatique aigüe, étant donné l'importance du niveau sonore émis (91,8 dB(A)).

III. LEGISLATION SUR LE BRUIT AU TRAVAIL

III.1. Législation

Plus des deux tiers (67%) des actifs français se disent dérangés par le bruit sur leur lieu de travail, selon un sondage réalisé pour l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (17). Ces dernières années, plusieurs études ont été réalisées sur ce problème de plus en plus considéré dans le monde du travail. Selon l'enquête SUMER (Surveillance Médicale des Expositions aux Risques), entreprise et gérée conjointement par la Direction Générale du Travail et la Direction de l'Animation de la Recherche, des Etudes et des Statistiques entre janvier 2009 et Avril 2010, 17,7% des salariés français sont exposés à des bruits de niveaux élevés (>85 dBA) et 4,8% le sont plus de 20 heures par semaine. Plus d'un million de français seraient donc touchés, à la fois par des expositions de longues durées et à des niveaux sonores élevés.

La directive 2003/10/CE du parlement européen et du Conseil du 6 février 2003 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux agents physiques (bruit) marque une volonté d'instaurer une stratégie de prévention (56). Elle énumère les facteurs à prendre en considération pour contrôler les risques engendrés par le bruit. Cette directive renvoie à la norme ISO 1999:1990 concernant la détermination de l'exposition au bruit en milieu professionnel et l'estimation du dommage auditif induit par le bruit. Cette dernière a été révisée par la norme ISO 1999:2013. La directive 2003/10/CE a été partiellement transposée en droit français par le décret n°2006-892 le 19 juillet 2006 modifiant ainsi le code du travail (57).

Les articles R.4213-5 à R.4213-6 et R.4431-1 à R.4437-4 du code du travail déterminent les règles de prévention des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs exposés au bruit. Les articles R.4435-2 à R.4436-1 font part du suivi individuel de l'état de santé et de l'information des travailleurs (58). L'arrêté du 11 Décembre 2015 indique les modalités de calcul d'exposition au bruit (cf annexe 3). Pour les travailleurs soumis au bruit, l'exposition est évaluée en fonction de deux paramètres : d'une part la valeur du niveau d'exposition au bruit normalisée à une journée de travail de 8 heures (notée $L_{EX,8h}$), d'autre part la valeur du niveau d'exposition aux bruits impulsifs (niveau de crête, notée L_{pC}). Les actions demandées à l'employeur vont dépendre du seuil dépassé (Figures 29 et 30). Selon l'article 4 de cet arrêté,

les mesures réalisées seront en référence à la norme NF EN ISO 9612 « détermination de l'exposition au bruit en milieu de travail – Méthode d'expertise » de mai 2009. Cette méthode remplit les exigences de l'article R.4431-1 du code du travail et garantit que les mesures sont effectuées dans des conditions comparables et où l'incertitude est prise en compte dans le résultat.

SEUILS	PARAMÈTRES	RÈGLEMENTATION
Valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action (VAI)	Exposition moyenne (Lex,8h)	80 dB(A)
	Niveau de crête (Lp,c)	135 dB(C)
Valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action (VAS)	Exposition moyenne (Lex,8h)	85 dB(A)
	Niveau de crête (Lp,c)	137 dB(C)
Valeur limite d'exposition (VLE*)	Exposition moyenne (Lex,8h)	87 dB(A)
	Niveau de crête (Lp,c)	140 dB(C)

* en tenant compte de l'atténuation liée au port éventuel de protecteurs individuels contre le bruit (PICB).

Figure 29 : Valeurs limites d'exposition et valeurs d'exposition déclenchant l'action – Article R.4431-2 du Code du Travail (17)

NIVEAU D'EXPOSITION	EXIGENCE
Quel que soit le niveau	- Évaluation du risque - Suppression ou réduction au minimum du risque, en particulier à la source - Consultation et participation des travailleurs pour l'évaluation des risques, les mesures de réduction, le choix des protecteurs individuels contre le bruit (PICB) - Bruit dans les locaux de repos à un niveau compatible avec leur destination
Au-dessus de la valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action(VAI) Lex, (8h) ≥80 dB(A) ou Lp,c ≥135 dB(C)	- Mise à disposition des PICB - Information et formation des travailleurs sur les risques et les résultats de leur évaluation, les PICB - Examen audiométrique préventif proposé
Au-dessus de la valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action(VAS) Lex, (8h) ≥85 dB(A) ou Lp,c ≥137 dB(C)	- Mise en œuvre d'un programme de mesures de réduction d'exposition au bruit - Signalisation des endroits concernés (bruyants) et limitation d'accès - Contrôle de l'utilisation effective des PICB
Au-dessus de la valeur limite d'exposition (VLE) (compte tenu de l'atténuation du PICB) Lex, (8h) 87 dB(A) et Lp,c 140 dB(C)	- Adoption immédiate de mesures de réduction du bruit - Identification des causes de l'exposition excessive et adaptation des mesures de protection

Figure 30 : Exigences requises selon le niveau d'exposition (17)

Le bruit étant reconnu comme une cause de maladies professionnelles depuis 1963, le tableau n°42 du régime général et n°46 du régime agricole fixent les critères auxquels doit répondre la surdité professionnelle pour être considérée comme une maladie professionnelle (cf annexe 4). Le déficit audiométrique doit être bilatéral par lésion cochléaire, irréversible et ne pas s'aggraver après cessation de l'exposition au risque.

Selon l'assurance maladie, 517 maladies professionnelles du tableau n°42 du régime général ont été reconnues en 2019, pour un montant imputable de 61 millions d'euros (59).

Les salariés exposés à des risques particuliers de par leurs conditions de travail, tel que le bruit, sont soumis à une surveillance médicale renforcée (SMR). Il s'agit d'une surveillance clinique et audiométrique afin de diagnostiquer tout déficit auditif induit par le bruit. Un examen médical est réalisé avant l'affectation, au cours duquel le médecin du travail réalise une audiométrie tonale en conduction aérienne, et informe le salarié sur les risques liés au bruit et sur les moyens de prévention. Le salarié exposé bénéficie par la suite d'une surveillance systématique périodique comprenant un examen médical annuel ainsi qu'un contrôle audiométrique liminaire tonal en conduction aérienne effectué dans l'année qui suit l'affectation. Il sera renouvelé :

- tous les ans si $L_{EX,8h}$ est supérieur ou égal à 100 dB(A).
- tous les deux ans si $L_{EX,8h}$ est compris entre 90 et 100 dB(A), ou si $L_{P,C}$ est supérieur à 140 dB(C).
- tous les trois ans si $L_{EX,8h}$ est compris entre 85 et 90 dB(A), et si $L_{P,C}$ est inférieur à 140 dB(C).

Le dossier médical du salarié doit inclure une fiche d'exposition faisant part de la date et des résultats des précédents examens médicaux, de la nature et de la durée du poste occupé, des mesures réalisées. Il doit être conservé dix ans après la cessation de la nuisance sonore. Néanmoins, le suivi médical s'arrête lorsque le salarié stoppe son activité professionnelle.

III.2. Législation au cabinet dentaire

Etant donné que le métier de CD est en grande partie libéral, il n'est donc pas soumis aux règles et contrôles de la médecine du travail. Ce métier ne figure pas sur la liste limitative désignant les travaux susceptibles de provoquer une déficience auditive (inscrit dans le tableau n°42 du régime général des maladies professionnelles). Le CD ne peut donc bénéficier d'aucune mesure de prévention, contrôle ou suivi de son état de santé. Il n'existe en effet, aucun dépistage ni déclaration des maladies professionnelles, alors que les niveaux sonores au cabinet dentaire dépassent les 80 dB(A), voire les 85 dB(A). Aucune mesure acoustique n'est ainsi effectuée sur ces nuisances sonores élevées, pourtant subies quotidiennement par le praticien libéral au sein de son cabinet dentaire.

Il n'est, par ailleurs, pas aisé d'estimer la « quantité de décibels » auquel est soumis le CD dans son cabinet. En effet, l'exposition au bruit diffère selon la nature des soins, le type d'exercice, le matériel utilisé, etc... Les journées du CD ne sont pas identiques et la mesure du niveau de bruit un jour donné peut être différente de celle effectuée le jour suivant. Démontrer que la pratique de l'art dentaire endommage l'audition du CD n'est donc pas évident.

Le CD étant responsable au regard de la loi, c'est à lui de prendre toutes les mesures nécessaires afin d'évaluer le risque sonore, de supprimer ou d'atténuer au maximum les risques résultant de l'exposition au bruit, de protéger ses employés et de réparer les éventuelles séquelles.

Nous avons donc d'un côté une pathologie silencieuse où les symptômes n'apparaissent qu'après quelques mois ou années d'exposition au bruit, et de l'autre une absence de connaissance du problème et des moyens de prévention. Il en résulte donc une très faible part de CD se faisant tester leur audition régulièrement.

IV. ENQUETE AUPRES DE 734 CHIRURGIENS-DENTISTES

IV.1. Objectifs

Cette enquête a pour objectif d'évaluer la gêne autodéclarée des CD résultant de l'exposition au bruit dans leur cabinet dentaire. Ce questionnaire permet également d'estimer l'importance et l'utilité des PICB chez les odontologistes. Elle constitue donc un véritable « état des lieux » sur l'impact du bruit au cabinet dentaire chez les CD français en 2021.

IV.2. Matériels et méthodes

Le questionnaire a été réalisé avec l'outil Google form©. Pour obtenir le plus de réponses possible, il a été envoyé sur la page Facebook « Dentistes de France » le 12 Mai 2021. Cette dernière réunit plus de 26 000 membres, constitués de CD et d'étudiants en odontologie. Cette enquête a été clôturée le 31 Août 2021 et a permis de recueillir 734 réponses de façon anonyme.

Les 44 questions de ce questionnaire sont présentées en annexe 5. Elles ont été élaborées à partir d'un travail personnel et au fil des échanges effectués au cours de stages. Les 20 premières questions (qui constituent la première partie) concernent tous les CD, alors que les suivantes sont divisées en deux groupes : d'une part 15 questions destinées aux praticiens utilisant des PICB, et d'autre part, 9 questions destinées à ceux n'utilisant pas de PICB.

La première partie du questionnaire concerne l'âge, le sexe ainsi que l'auto-évaluation de l'impact du bruit au cabinet dentaire. La seconde partie est consacrée aux PICB.

La majorité des items sont des questions fermées.

IV.3. Résultats

Nous avons réalisé une analyse quantitative des résultats (donnés en pourcentages (%)).

IV.3.1. Première partie du questionnaire

Sur l'ensemble des sondés, deux tiers sont des femmes (485) et un tiers sont des hommes (249). La répartition en fonction de l'âge est présentée dans la figure 31.

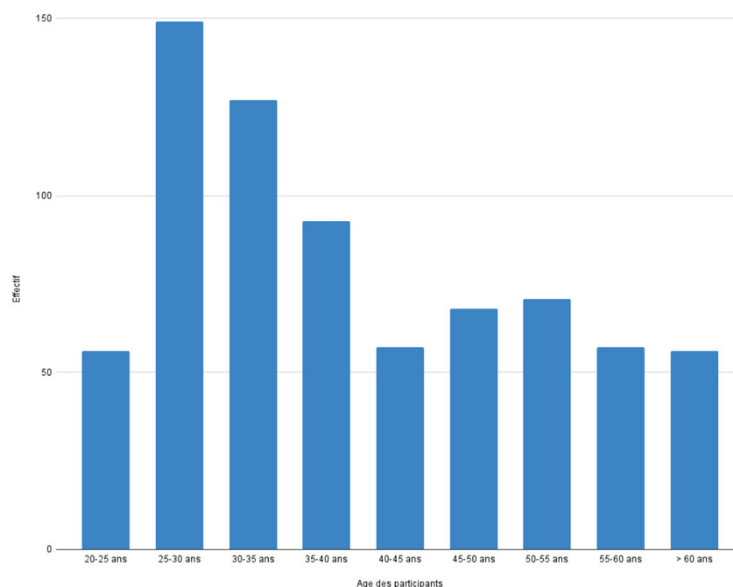


Figure 31 : Répartition des âges des chirurgiens-dentistes par tranches de 5 ans

Les questions 3 à 12 concernent les principaux symptômes physiques que peut ressentir un CD exposé au bruit. L'intensité de chaque symptôme est évaluée sur une échelle de 0 (absence du symptôme) à 10 (intensité du symptôme maximale). Pour plus de clarté, seule la moyenne a été retenue (Tableau 5).

	Moyenne
Gêne ressentie due au bruit	5,7
Fatigue	5,6
Stress	5,4
Intolérances aux bruits de forte intensité	4,8
Irritabilité	4,1
Difficulté pour entendre les patients ou assistantes	4,1
Difficulté pour dormir	3,2
Maux de tête	3
Perturbation de la concentration au travail	2,6
Acouphènes	1,6

Tableau 5 : Moyenne de l'intensité ressentie pour chaque symptôme (par ordre décroissant)

Le bruit présent au cabinet dentaire est qualifié de gênant par les CD. Le stress, la fatigue et les intolérances aux bruits de forte intensité sont les symptômes les plus cités. Ce sont également eux qui s'aggravent le plus au fil du temps (Figure 32). A l'inverse, les CD se disent peu sujets aux acouphènes et faiblement dérangés dans leur concentration au travail.

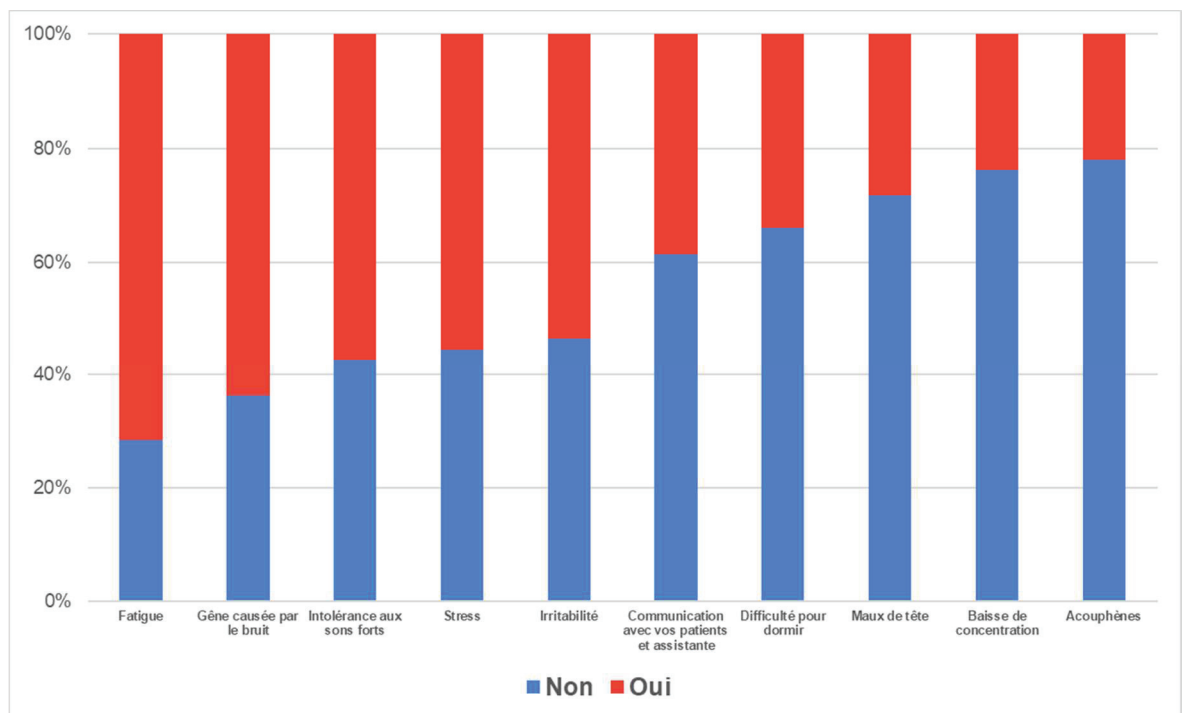


Figure 32 : Taux d'aggravation des différents symptômes

La question 18 concerne la nuisance générée par les différentes sources sonores présentes dans un cabinet dentaire. Trois équipements se détachent : l'insert à ultrasons, la turbine et l'aspiration qui sont décrits comme gênants par respectivement 75%, 62% et 93% des praticiens (Figure 33).

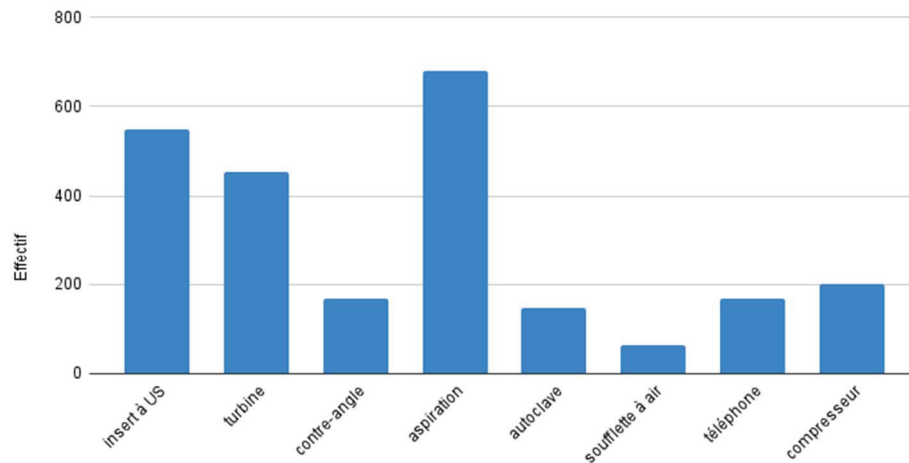


Figure 33 : Sources sonores considérées comme « gênantes »

Les CD sont quasiment unanimes puisqu'ils sont 94% à considérer que leur profession est à risque pour l'audition. Plus de la moitié d'entre eux (58%) pensent avoir perdu de l'audition. Cependant, le recours à un dépistage auditif est plus faible. En effet, 37% des CD ont réalisé un contrôle de leur audition chez un ORL, et seulement un quart prévoit de le faire suite à une perte auditive récente. Cela peut s'expliquer par une faible sensibilisation aux conséquences du bruit généré au cabinet dentaire : moins d'un praticien sur six déclare avoir été sensibilisé aux impacts du bruit sur la santé au cours de ses études et/ou formation post-universitaire, et moins d'un sur cinq déclare utiliser des PICB (Figure 34).

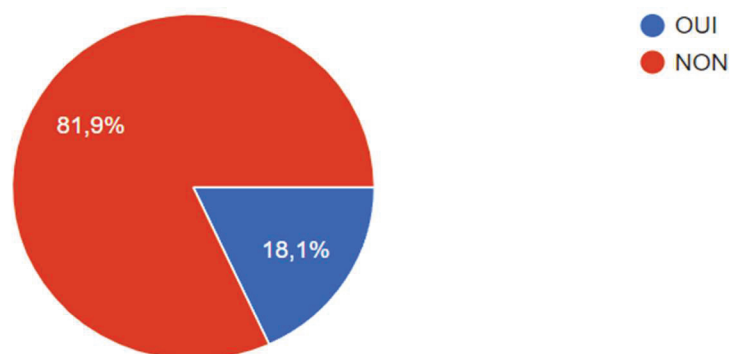


Figure 34 : Utilisez-vous des protections auditives anti-bruit ?

IV.3.2. Deuxième partie du questionnaire

4.3.2.1. *Chirurgiens-dentistes équipés de protecteurs individuels contre le bruit*

Les 15 questions suivantes de l'étude concernent les 133 CD utilisant des PICB (c'est-à-dire 18% des CD de notre population).

On remarque que 81% d'entre eux en sont équipés depuis moins de 5 ans (figure 35). Ce chiffre laisse à supposer que les CD ne sont peut-être pas plus gênés par le bruit depuis ces 5 dernières années, mais qu'ils ont pris conscience de l'importance de la prévention des conséquences du bruit sur leur santé auditive.

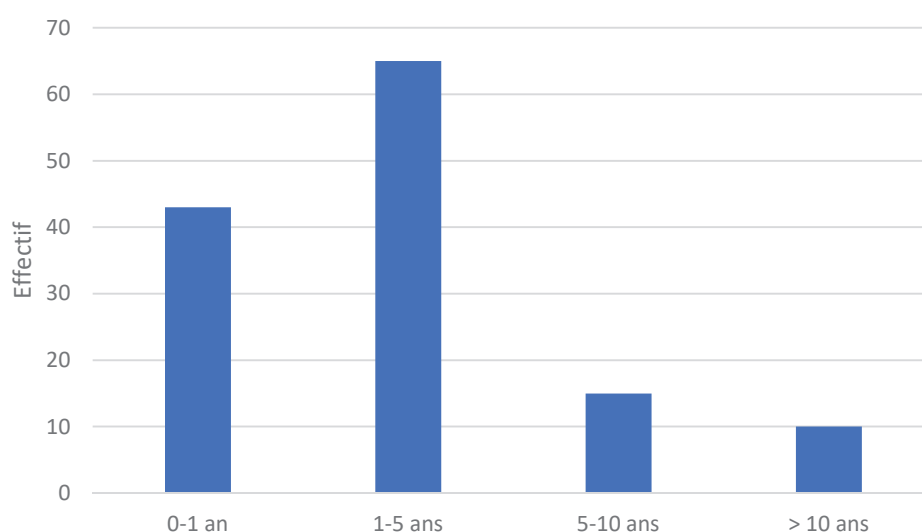


Figure 35 : Depuis combien de temps utilisez-vous des protections auditives anti-bruit ?

Ces CD recherchent des PICB de qualité, puisque 77% d'entre eux sont équipés de PICB « sur-mesure », et 93% de PICB dotées de filtres acoustiques laissant passer la parole. Néanmoins, 40% estiment être gênés dans la communication avec leurs patients et leur personnel (Figure 36).

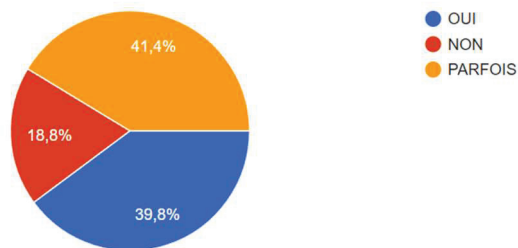


Figure 36 : Eprouvez-vous une gêne dans la communication avec vos patients et votre personnel, lorsque vous portez ces bouchons ?

Les PICB sont globalement jugés confortables par les CD utilisateurs. En effet, un seul cas d'allergie a été recensé, et les douleurs et démangeaisons ne représentent qu'une faible proportion. Cependant, le phénomène d'autophonation (principe de résonance de sa propre voix) est rapporté par une majorité de praticiens (57%) (Tableau 6).

	OUI	NON
Autophonation	57%	43%
Démangeaisons	19%	81%
Douleurs	11%	89%
Allergies	1%	99%

Tableau 6 : Symptômes provoqués par le port de bouchons anti-bruit

Ce questionnaire fait également ressortir un problème lié à la manipulation des bouchons, puisque 59% des CD éprouvent des difficultés (rangement entre chaque patient). Les fabricants proposent de relier les bouchons par un cordon que l'utilisateur passe autour du cou : 63% des CD ont choisi cette option mais 42% la jugent inadaptée. Les CD sont de plus en plus équipés (protections auditives, loupes, visières) et les fils sont susceptibles de s'emmêler.

Grâce au port de PICB, les CD interrogés trouvent que les symptômes physiques décrits auparavant (Tableau 5) ont diminué.

En effet (Figure 37) :

- 66% trouvent qu'ils sont moins gênés par les bruits de forte intensité
- 47% trouvent que leur fatigue a diminué
- 9% trouvent que leurs troubles du sommeil ont diminué

- Les autres symptômes ont diminué chez 30% d'entre-eux

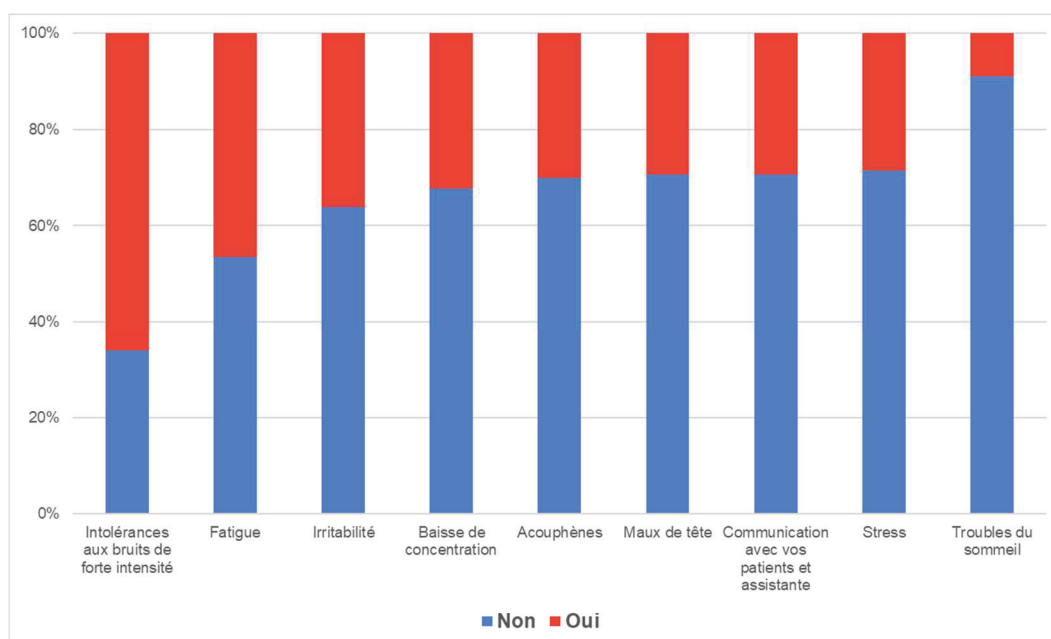


Figure 37 : Parmi les symptômes cités précédemment, certains ont-ils tendance à diminuer du fait du port de ces bouchons ?

Malgré les imperfections des PICB, 83% des CD estiment qu'ils leur procurent un confort au quotidien et 44% déclarent ne plus pouvoir s'en passer.

4.3.2.2. *Chirurgiens-dentistes non équipés de protecteurs individuels contre le bruit*

Les 9 questions suivantes concernent les 601 CD n'utilisant pas de PICB.

Si une très faible partie des CD interrogés (13%) en ignore l'existence, les avis sont partagés, puisque environ 45% d'entre eux ne ressentent pas le besoin ou l'envie de s'équiper de PICB, alors que 40% envisagent d'en acquérir prochainement. Pratiquement la moitié des CD ne connaissent pas l'existence de PICB équipés de filtres acoustiques laissant passer la parole, ce qui met en évidence un manque d'informations concernant ce moyen de prévention contre le bruit.

Un tiers des CD affirme avoir déjà porté des PICB. L'histogramme ci-dessous (Figure 38) indique les raisons pour lesquelles les CD ont renoncé à porter leur PICB.

Les principales causes sont :

- une gêne pour communiquer avec leurs patients et leur personnel (67%)
- le phénomène d'autophonation (59%)

Ces deux inconvénients ont également été mentionnés par les CD utilisant des PICB.

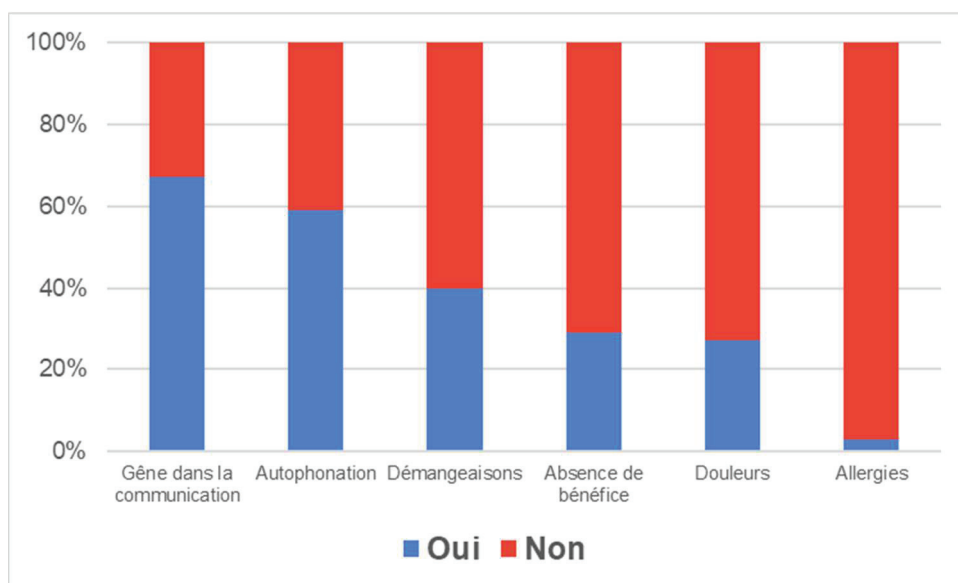


Figure 38 : Pour quelle(s) raison(s) avez-vous délaissé vos protections auditives ?

Finalement, ce questionnaire illustre la préoccupation des CD sur ce sujet, puisqu'ils sont plus de 85% à désirer des informations concernant les impacts du bruit au sein du cabinet dentaire sur leur santé, ainsi que sur les différents types de protections auditives anti-bruit, et sur les solutions envisageables afin de diminuer l'impact du bruit au quotidien.

IV.4. Discussion

Tous les CD sont exposés à des niveaux sonores élevés, pouvant dépasser 85 dB, avec une multiplicité importante des sources sonores (Figure 33), surtout dans la salle de soins. Des facteurs inhérents au métier de CD contribuent à l'aggravation des dommages sur la santé des praticiens : travail dans un espace clos où les ondes sonores sont susceptibles d'être réfléchies, proximité de l'oreille du CD avec les principales sources sonores (insert à ultrasons, turbine, aspiration), métier à charge mentale élevée avec sollicitations émotionnelles, etc). Les symptômes qui en découlent peuvent être nombreux (Tableau 5) et s'intensifier au fil des années (Figure 32). Les CD en sont conscients puisque 94% d'entre eux considèrent que leur métier est à risque pour l'audition.

Plusieurs professionnels peuvent aider les CD afin de limiter les nuisances sonores au cabinet dentaire :

- l'ORL, par un diagnostic et une prévention des troubles auditifs

- l'audioprothésiste, par la confection de PICB adaptés, la réalisation d'examens de l'audition, et d'un appareillage auditif si besoin.
- l'ingénieur acousticien, par une aide à la conception acoustique du cabinet dentaire.

La quasi absence de sensibilisation à ces problèmes au cours des études et des formations post-universitaires ne permet pas, semble-t-il, d'inciter les CD à solliciter l'un de ces professionnels. Les habitudes s'installent et sont difficilement modifiables par la suite. Ce serait pourtant un axe prioritaire, 93% des CD estimant utile et nécessaire une campagne d'informations sur les répercussions des nuisances sonores au sein du cabinet dentaire, ainsi qu'une campagne de sensibilisation au port de PICB.

IV.5. Conclusion

Les CD sont sensibles à la gêne occasionnée par le bruit au cabinet dentaire. Cependant, les CD vont rarement chercher à s'équiper avec du matériel plus silencieux et n'ont pas le réflexe de réaliser un dépistage auditif chez un ORL.

Ils sont par ailleurs très peu nombreux à être équipés de PICB en raison de certains inconvénients : phénomène d'autophonation, difficultés à communiquer avec les patients ou le personnel, manipulations incommodes entre chaque patient. Mais pour les porteurs de PICB, le bénéfice apporté par ces dispositifs semble néanmoins l'emporter sur ces inconvénients.

Il existe donc un certain décalage entre, d'une part le pourcentage élevé de praticiens soucieux de préserver leur audition et, d'autre part, le recours peu fréquent à des moyens de protection auditive. Toutefois, l'augmentation significative du nombre de CD équipés de PICB depuis les 5 dernières années laisse peut-être entrevoir une prise de conscience à ce sujet.

CONCLUSION

La profession d'odontologiste n'est actuellement pas une discipline classée à haut risque en ce qui concerne les nuisances sonores. Elle ne figure pas parmi la liste limitative des travaux susceptibles de provoquer des atteintes auditives par les bruits lésionnels. Pourtant, le CD est exposé quotidiennement à des niveaux sonores élevés, pouvant provoquer des lésions irréversibles sur son audition, ainsi que de multiples atteintes extra-auditives. L'évolution de ces troubles s'effectuant principalement à bas bruit sur plusieurs années, le CD ne s'en rend pas compte immédiatement. La prévention paraît donc nécessaire, afin de limiter l'apparition et l'aggravation des effets nocifs du bruit sur la santé du CD.

De nombreuses solutions sont possibles et applicables au cabinet dentaire :

- Réaliser un audiogramme annuel chez un ORL.
- S'équiper de PICB confectionnées par un audioprothésiste qui est en mesure de proposer des protections auditives adaptées au CD.
- S'équiper de loupes grossissantes, qui permettent de travailler à une distance plus éloignée des instruments rotatifs.
- Confier la conception du cabinet dentaire à des professionnels de l'acoustique et de l'aménagement du bâtiment.
- Evaluer les risques par des mesures acoustiques au sein du cabinet dentaire et notamment dans la salle de soins.
- Choisir son matériel et son équipement en prenant en compte l'émission sonore. Son entretien et sa révision doivent être réguliers.
- Organiser son planning en alternant un acte « silencieux » et un acte « bruyant ».

A travers cette enquête réalisée auprès de 734 CD et étudiants en odontologie français, nous avons constaté une certaine inquiétude vis-à-vis de leur santé auditive, sans toutefois observer une mise en œuvre des mesures préventives. Les PICB sont pourtant des solutions facilement applicables et peu onéreuses, mais encore très peu utilisées actuellement.

La prévention apparaît nécessaire dans la lutte contre les effets du bruit sur la santé. Les CD sont par ailleurs en attente d'informations, qui pourraient être données au cours de leurs études ou à l'occasion de formations post-universitaires.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. European Agency for Safety and Health at Work. Data to describe the link between OSH and employability: monitoring. Luxembourg: The Agency; 2002.
2. Association Journée nationale de l'audition, éditeur. Petit guide de survie au bruit et au stress au travail: les bienfaits de la santé auditive. Paris: Josette Lyon; 2017.
3. GRAPsanté. Dossier Presbyacousie (1ère et 2ème partie). Rev Gériatrie. sept 2011;
4. Association Journée nationale de l'audition, éditeur. L'audition: guide complet. Paris: Éditions JLYon; 2012.
5. Hugues Buissette. Nuisances sonores, évaluation des causes de surdité et recherche de déficiences auditives dans la pratique d'odontologie. 2011.
6. Pr. Remy PUJOL. Champ auditif humain [Internet]. 2018. Disponible sur: <http://www.cochlea.org/entendre/champ-auditif-humain>
7. Vergnon L. L'Audition dans le chaos. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2008.
8. Portmann M, Portmann C. Précis d'audiométrie clinique: avec atlas audiométrique. Paris; New York: Masson; 1978.
9. Nielsen LH, éditeur. Le son et l'audition. 3. Aufl. s.l.: Widex; 2009. 227 p.
10. Collège national d'audioprothèse, éditeur. Précis d'audioprothèse: l'appareillage de l'adulte. Nouvelle éd. Carvin: les Éd. du Collège national d'audioprothèse; 2007.
11. Legent F. Audiologie pratique: audiométrie. Paris: Elsevier Masson; 2011.
12. Larousse [Internet]. [cité 23 août 2021]. Disponible sur: http://www.larousse.fr/dictionnaires/français/ouïe_/56886
13. Netter FH, Richer J-P, Netter FH. Atlas d'anatomie humaine. 2015.
14. Wiener FM, Ross DA. The Pressure Distribution in the Auditory Canal in a Progressive Sound Field. J Acoust Soc Am. juill 1946;18(1):248-248.
15. Da Silva JJ. Développement d'outils pour le suivi non-invasif de la pression intracrânienne par des produits de distorsion acoustiques. Université Clermont Auvergne; 2019.
16. Dr. HOEN Michel. Physiologie de l'audition. INSERM; 2013.
17. Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) [Internet]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/>
18. Bonfils P, Chevallier J-M. Anatomie. 4e éd. Paris: Lavoisier médecine sciences; 2017.
19. Leblanc A. Atlas des organes de l'audition et de l'équilibration: guide pratique pour l'oto-rhino-laryngologiste. Paris Berlin Heidelberg: Springer; 1998.

20. Møller AR. Hearing: anatomy, physiology, and disorders of the auditory system. 2nd ed. Amsterdam ; Boston: Academic Press; 2006. 309 p.
21. Kamina P. Anatomie clinique. 3e éd. Paris: Maloine; 2006.
22. Furetière A. Le Dictionnaire universel. Paris (107, Av. Parmentier, 75011): S.N.L.-Le Robert; 1978. 3 p.
23. Ferri-Launay M-L. Audiologie pratique: manuel pratique des tests de l'audition. 2e éd. Paris: Masson; 2002.
24. Echelle du bruit [Internet]. Campagne nationale pour une meilleure audition. Disponible sur: <https://www.pourunemeilleureaudition.fr/>
25. Université Virtuelle de Médecine du Travail (UVMT) [Internet]. Disponible sur: <http://uvmt2.org/>
26. Alain MUZET. Évaluation des impacts sanitaires extra-auditifs du bruit environnemental - Avis de l'Anses Rapport d'expertise collective [Internet]. 2013. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2009sa0333Ra.pdf>
27. Conseil National du Bruit, Commission Santé Environnement. Les effets sanitaires du bruit. 2017; Disponible sur: https://www.bruit.fr/images/stories/pdf/CNB_Effets_Sanitaires_Bruit-Septembre-2017.pdf
28. Pettersson H. Risk of hearing loss from combined exposure to hand-arm vibrations and noise. [Umeå]: Occupational and Environmental Medicine, Department of Public Health and Clinical Medicine, Umeå University; 2013.
29. Wild DC, Brewster MJ, Banerjee AR. Noise-induced hearing loss is exacerbated by long-term smoking: The effects of long-term smoking on NIHL. Clin Otolaryngol. 18 nov 2005;30(6):517-20.
30. Agrawal Y, Platz EA, Niparko JK. Risk Factors for Hearing Loss in US Adults: Data From the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999 to 2002. Otol Neurotol. févr 2009;30(2):139-45.
31. Parent-Thirion A. 6th European Working Conditions Survey: overview report. 2017 update. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2017. 160 p. (EF).
32. Shen H, Huo X, Liu K, Li X, Gong W, Zhang H, et al. Genetic Variation in GSTM1 Is Associated With Susceptibility to Noise-Induced Hearing Loss in a Chinese Population. J Occup Environ Med. sept 2012;54(9):1157-62.
33. Leroux T, Klæboe R. Combined exposures: an update from the International Commission on Biological Effects of Noise. Noise Health. déc 2012;14(61):313-4.
34. Sliwinska-Kowalska M, Zamysłowska-Szmytko E, Szymczak W, Kotyło P, Fiszler M, Wesolowski W, et al. Effects of Coexposure to Noise and Mixture of Organic Solvents on Hearing in Dockyard Workers: J Occup Environ Med. janv 2004;46(1):30-8.

35. Attarchi M, Golabadi M, Labbafinejad Y, Mohammadi S. Combined effects of exposure to occupational noise and mixed organic solvents on blood pressure in car manufacturing company workers. *Am J Ind Med.* févr 2013;56(2):243-51.
36. Phaneuf R, Héту R. An epidemiological perspective of the causes of hearing loss among industrial workers. *J Otolaryngol.* févr 1990;19(1):31-40.
37. Crawford JM, Hoppin JA, Alavanja MCR, Blair A, Sandler DP, Kamel F. Hearing loss among licensed pesticide applicators in the agricultural health study. *J Occup Environ Med.* juill 2008;50(7):817-26.
38. Lin C-C. Effect of Noise Intensity and Illumination Intensity on Visual Performance. *Percept Mot Skills.* oct 2014;119(2):441-54.
39. Turcot A, Girard SA, Courteau M, Baril J, Larocque R. Noise-induced hearing loss and combined noise and vibration exposure. *Occup Med.* 1 avr 2015;65(3):238-44.
40. Dzhambov A, Dimitrova D. Heart disease attributed to occupational noise, vibration and other co-exposure: Self-reported population-based survey among Bulgarian workers. *Med Pr.* 10 août 2016;67(4):435-45.
41. Singh L, Bhardwaj A, Deepak K. Occupational exposure in small and medium scale industry with specific reference to heat and noise. *Noise Health.* 2010;12(46):37.
42. Dehghan H, Bastami MT, Mahaki B. Evaluating combined effect of noise and heat on blood pressure changes among males in climatic chamber. *J Educ Health Promot.* 2017;6:39.
43. Koskinen H-L, Kauppinen T, Tenkanen L. Dual role of physical workload and occupational noise in the association of the metabolic syndrome with risk of coronary heart disease: findings from the Helsinki Heart Study. *Occup Environ Med.* 1 sept 2011;68(9):666-73.
44. Golmohammadi R, Darvishi E. The combined effects of occupational exposure to noise and other risk factors - a systematic review. *Noise Health.* août 2019;21(101):125-41.
45. Dierickx M, Verschraegen S, Wierinck E, Willems G, van Wieringen A. Noise Disturbance and Potential Hearing Loss Due to Exposure of Dental Equipment in Flemish Dentists. *Int J Environ Res Public Health.* 24 mai 2021;18(11):5617.
46. Alabdulwahhab BM, Alduraiby RI, Ahmed MA, Albatli LI, Alhumain MS, Softah NA, et al. Hearing loss and its association with occupational noise exposure among Saudi dentists: a cross-sectional study. *BDJ Open.* déc 2016;2(1):16006.
47. Khaimook W, Suksamae P, Choosong T, Chayarpham S, Tantissarasart R. The Prevalence of Noise-Induced Occupational Hearing Loss in Dentistry Personnel. *Workplace Health Saf.* sept 2014;62(9):357-60.
48. Zubick HH, Tolentino AT, Boffa J. Hearing loss and the high speed dental handpiece. *Am J Public Health.* juin 1980;70(6):633-5.
49. Gaëtan POTTIER, Bertrand MASSON. Assistance à maîtrise d'ouvrage pour la réalisation de cartographies de bruit stratégiques (CBS) [Internet]. 2019. Disponible sur: file:///C:/Users/phigi/Desktop/12DE05_EN+11466_R%C3%A9sum%C3%A9+non+technique+CBS_avril2019.pdf

50. Conseil National de l'Ordre des Chirurgiens-dentistes. La lettre n°166 - Burn out chez les chirurgiens-dentistes : Le choc [Internet]. 2018. Disponible sur: https://www.ordre-chirurgiens-dentistes.fr/wp-content/uploads/2020/12/La_Lettre_166_2018.pdf
51. Edmond BINHAS, Anne JEANSON, Jean-Marc KUBLER. Problèmes visuels et sonores au cabinet dentaire : solutions pour une vision et une acuité auditive optimale. Encycl Med Chir Ed Sci Médicales Elsevier SAS Paris Tous Droits Réservés. 2000;19.
52. Interson-Protac [Internet]. Disponible sur: <https://www.interson-protac.com/protection-auditive-sur-mesure-bruit-travail/passtop-or-os/>
53. HAMERY P, BUCK K, ZIMPFER V. Les équipements de protection individuelle contre le bruit en milieu opérationnel militaire. 2011; Disponible sur: https://www.bruit.fr/images/acoustique_techniques/AT66-17-21_compressed.pdf
54. Moreau S. Audio infos - La revue de l'audioprothèse. 2020;(245):48.
55. Orosound [Internet]. Disponible sur: <https://www.orosound.com/fr/ecouteurs-tilde/>
56. José Biosca de Sagastury. Magazine de l'agence européenne pour la sécurité et la santé au travail : Le bruit au travail. Nouvelle directive sur le bruit. 2005;
57. Légifrance [Internet]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/>
58. Radé C, Dechristé C. Code du travail: annoté, commenté en ligne. 84e éd. Paris: Dalloz; 2020. (Codes Dalloz).
59. l'Assurance maladie-risques professionnels. Rapport annuel 2019 : éléments statistiques et financiers [Internet]. 2019. Disponible sur: https://assurance-maladie.ameli.fr/sites/default/files/rapport_annuel_2019_de_lassurance_maladie_-_risques_professionnels_decembre_2020.pdf

ANNEXES

Liste des médicaments ototoxiques (surdité et acouphènes)

Liste tirée d'une publication de S. Orin et D.O. Kaufman, 2002.

► Pour la surdité

- A. Salicylates :** 1. aspirine et produits contenant de l'aspirine, 2. salicylates et méthyl-salicylates (en usage externe), (la toxicité apparaît avec des doses fortes et disparaît à l'arrêt du médicament).
- B. Anti-inflammatoires :** 1. diclofenac, 2. etocolac, 3. fenprofen, 4. ibuprofen, 5. indométhacin, 6. naproxen, 7. piroxicam, 8. sulindac, (les effets toxiques sont liés à la dose et réversibles à l'arrêt du médicament).
- C. Antibiotiques :**
1. *aminoglycosides* : a. amikacin, b. gentamycin, c. kanamycin, d. neomycin, e. netilmicin, f. streptomycin, g. tobramycin, (Les pertes de l'audition sont en général définitives).
 2. *érythromycines* : a ; EES, b. E-mycin, c. Ilosone, d. eryc, e. Pediazole, f. Biaxin, g. zithromax, (ototoxicité uniquement en intraveineuse)
 3. vancomycin
 4. minocycline
 5. polymixin B & amphotericin B (antifongiques)
 6. capreomycin (anti-tuberculeux).
- D. Diurétiques :**
1. bendrofluméthazide, 2. bumétadine, 3. chlor-thalidone, 4. acide éthacrynique, 5. furosemide, (rare en cas d'usage oral ; risque plus grand en cas d'injection).
- E. Chimiothérapie :**
1. bleomycine, 2. bromocriptine, 3. carboplatinum, 4. cisplatine, 5. méthotrexate, 6. nitrogen mustard, 7. vinblastine, 8. vincristine,
- F. Quinine** (anti-malaria),
1. chloroquine phosphate, 2. quinacrine hydrochloride, 3. quinine sulfate
- G. Protecteurs des muqueuses :** Misoprostol.

► Pour les acouphènes

- A. Pulvérisants et solvants :**
1. cyclohexane, 2. dichlorométhane, 3. hexane, 4. lindane, 5. méthyl-chloride, 6. méthyl-n-butyl-ketone, 7. perchlor-éthylène, 8. styrène, 9. tétrachlor-éthane, 10. toluol, 11. trichloroéthylène,
- B. Antibiotiques :**
1. aminoglycosides (comme ci-dessus), 2. amphotéricin, 3. chloramphénicol, 4. minocycline, 5. polymyxine, 6. sulfonamides, 7. vancomycin.
- C. Anti-néoplasiques :**
1. bleomycine, 2. cis-platine, 3. carboplatinum, 4. méthotrexate, 5. moutarde azotique, 6. vinblastine,
- D. Diurétiques :**
1. acétazolamide, 2. bumétanide, 3. bendrofluazide, 4. chlorothalidone, 5. diapamide, 6. acide éthacrynique, 7. furosemide, 8. hydrochlorothiazide, 9. méthylchlorthiazide,
- E. Médicaments cardiaques :**
1. cétiprolol, 2. flécaïne, 3. lidocaïne, 4. métoprolol, 5. procainamide, 6. propranolol, 7. quinidine.
- F. Agent psychopharmacologiques** (antidépresseurs, etc.) :
1. amitriptyline,
 2. benzodiazépines : a. alprazolam, b. clorazépate, c. chlórdiazépoxide, d. diazépam, e. flurazépam, f. orazépam, g. midazolam, h. oxazépam, i. prozépam, j. quazépam, k. temazépam, l. triazolam
 3. bupropion, 4. carbamazépine 5. diclofénacine 6. doxépin 7. desiprimine 8. fluoxétine 9. imipramine 10. lithium 11. mélitracen 12. molindon 13. paroxétine 14. phénelzine 15. protriptyline 16. trazodone 17. zimeldi
- G. Anti-inflammatoires :**
1. aspirine, 2. acématacine, 3. benorilate, 4. benoxapofène, 5. carprofène, 6. diclofenac, 7. diflunisal, 8. fenopofène, 9. féprazone, 10. ibuprofène, 11. indométhacine, 12. isoxicam, 13. kétopofène, 14. méthyl salicylates, 15. naproxène, 16. D-Penicilliamine, 17. phénylbutazone, 18. piroxicam, 19. proglumétacine, 20. proquazone, 21. salicylates, 22. sulindac, 23. tolmetine, 24. zomépirac,
- H. Glucocorticoïdes :**
1. prednisolone, 2. ACTH,
- I. Anesthésiques :**
1. bupivacaine, 2. tétracaine, 3. lidocaïne,
- J. Antimalarial :**
1. chloroquine, 2. hydroxychloroquine,
- K. Toxiques divers :**
1. alcool, 2. arsenic, 3. caféine, 4. plomb, 5. marijuana, 6. nicotine, 7. mercure, 8. auronofin (gold), Ridaura.

Annexe 1 : Liste des médicaments ototoxiques (7)

Le sonomètre numérique TEC 1330-8850 a été conçu pour répondre aux besoins des contrôles de niveaux de bruits des ingénieurs sécurité, de la santé et du contrôle qualité dans des environnements divers.

Il est nécessaire dans de nombreuses applications pratiques, chez les professionnels et à la maison: Mesure des niveaux de bruits dans les usines, les écoles, les bureaux, les aéroports, etc.; contrôle de l'acoustique de studios, d'auditoriums et d'installations Hi-fi domestiques.

L'appareil étalonné avec précision offre un grand afficheur LCD, auquel s'ajoute des fonctions d'indications de symboles et d'unité pour la réalisation de mesures immédiates n'importe où. Des sorties conditionnées AC et DC logarithmiques sont disponibles à partir d'une prise Jack standard 3 pôles 3.5 mm. Elles peuvent ainsi être utilisées avec des systèmes d'enregistrement graphique.

CARACTERISTIQUES

- Indication du niveau Maximum/Minimum.
- Indication de gamme trop faible ou trop élevée.
- Léger et très peu encombrant.
- Afficheur LCD de grande taille facile à lire.
- Sortie de signaux AC et DC pour analyse et enregistrement des données.
- Oscillateur interne pour l'étalonnage.
- Calibrage A et C pour contrôle en conformité avec les normes de sécurité ainsi que les analyses acoustiques.
- Choix de réponse en dynamique rapide et lente pour contrôler les pics et les niveaux de bruit moyens.

SPECIFICATION

- Afficheur: 4 digits. Afficheur LCD,
Rafrâichissement de l'affichage : 0.5 s
- Norme applicable: selon IEC 651 type 2, ANSI 1.4 Type 2
- Gamme de Mesure :

LO (Bas)	Calibre: 35 - 80 dB
Med (Medium)	Calibre: 50 - 100 dB
HI (Haut)	Calibre: 80 - 130 dB
Résolution:	0.1 dB
- Gamme de fréquence typique de l'appareil: 31.5 Hz - 8 KHz
- Précision: ± 2 dB
- Gamme dynamique: 50 dB
- Choix de la fréquence: A et C
- Choix du temps: lent (1 s) et rapide (125 ms)
- Maximum/Minimum Hold: Bloque la lecture à l'afficheur, avec affaiblissement.
- Microphone: microphone condensateur Electret 1/2".
- Etalonnage: système d'oscillation Interne (onde sinusoïdale 1 KHz 94 dB).
- Sorties auxiliaires:

1 Vrms pleine échelle.
Impédance :50 Ω .
DC : 10 mV/dB Impédance : 100 Ω .
- Température et humidité de fonctionnement: 5°C à 40°C, HR inférieure à 80%.
- Température et humidité de stockage :-10°C à 60°C, HR inférieure à 70%.
- Alimentation: 1 pile 9V ou IEC 6F 22 ou NEDA 1604
- Durée de vie de la pile: Environ 30 heures (alcaline)
- Indication de batterie faible: "BT" est affiché lorsque la tension de la pile descend en dessous de la tension de fonctionnement.
- Dimensions: 245 (L) x 64 (I) x 31 (P) mm
- Poids: 255 g
- Accessoires: manuel d'utilisation, pile, sacoche de transport .

Annexe 2 : Fiche technique du sonomètre utilisé

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'EMPLOI, DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE ET DU DIALOGUE SOCIAL

Arrêté du 11 décembre 2015 relatif au mode de calcul des paramètres physiques indicateurs du risque d'exposition au bruit et aux conditions de mesurage des niveaux de bruit en milieu de travail

NOR : ETST1514140A

Publics concernés : employeurs procédant à l'évaluation des risques résultant de l'exposition des travailleurs au bruit.

Objet : définition du mode de calcul des paramètres physiques indicateurs du risque d'exposition au bruit et des conditions de mesurage des niveaux de bruit.

Entrée en vigueur : le texte entre en vigueur le 1^{er} janvier 2016.

Notice : le présent arrêté vient préciser le mode de calcul des paramètres physiques indicateurs du risque d'exposition au bruit et les conditions de mesurage au regard des évolutions normatives dans ce domaine. Le présent arrêté abroge l'arrêté du 19 juillet 2006 pris en application des articles R. 231-126, R. 231-128 et R. 231-129 du code du travail.

Références : le présent arrêté peut être consulté sur le site Légifrance (<http://www.legifrance.fr>).

La ministre du travail, de l'emploi, de la formation professionnelle et du dialogue social et le ministre de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, porte-parole du Gouvernement,

Vu les articles R. 4431-1 et R. 4433-7 du code du travail ;

Vu le décret n° 2009-697 du 16 juin 2009 modifié relatif à la normalisation ;

Vu l'arrêté du 27 octobre 1989 modifié relatif à la construction et au contrôle des sonomètres ;

Vu l'avis du Conseil d'orientation sur les conditions de travail en date du 18 décembre 2013 ;

Vu l'avis du Conseil national d'évaluation des normes en date du 13 octobre 2015,

Arrêtent :

TITRE I^{er}

MODE DE CALCUL DES PARAMÈTRES PHYSIQUES

Art. 1^{er}. – Le niveau de pression acoustique de crête $L_{pC, crête}$ tel que mentionné au 1^o de l'article R. 4431-1 du code du travail, est donné en décibel pondéré C [dB (C)] par la formule :

$$L_{pC, crête} = 10 \lg \left(\frac{p_c}{p_0} \right)^2$$

où :

p_c est la valeur maximale durant la journée de travail de la pression acoustique instantanée, mesurée avec la pondération fréquentielle C, au niveau de l'oreille des travailleurs ;

p_0 est la pression de référence, exprimée en Pascal (Pa), $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa

Art. 2. – Le niveau d'exposition quotidienne au bruit $L_{EX, 8h}$ tel que mentionné au 2^o de l'article R. 4431-1 du code du travail, est donné en décibel pondéré A [dB (A)] par la formule :

$$L_{EX, 8h} = L_{pA, eqTc} + 10 \lg \left(\frac{T_e}{T_0} \right)$$

où :

L_{p,A,eqT_e} est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A évalué pour la durée totale effective de la journée de travail T_e au niveau de l'oreille des travailleurs ;

T_e est la durée totale effective de la journée de travail, exprimée en heures ;

T_0 est la durée de référence, $T_0 = 8$ heures.

Art. 3. – Le niveau d'exposition hebdomadaire au bruit, $L_{EX,40h}$ tel que mentionné au 3° de l'article R. 4431-1 du code du travail, est évalué à partir des niveaux d'exposition quotidienne au bruit. Il est donné en décibel pondéré A [dB (A)] par la formule :

$$L_{EX,40h} = 10 \lg \left(\frac{1}{S} \sum_{i=1}^S 10^{0,1(L_{EX,8h})_i} \right)$$

où :

S est le nombre de journées de travail durant la semaine ;

$(L_{EX,8h})_i$ est le niveau d'exposition quotidienne au bruit de la i ème journée de travail.

TITRE II

CONDITIONS DE MESURAGE DES NIVEAUX DE BRUIT

Art. 4. – Les mesurages réalisés conformément à la norme NF EN ISO 9612 « Détermination de l'exposition au bruit en milieu de travail - Méthode d'expertise » de mai 2009, sont réputés satisfaire aux exigences de l'article R. 4433-1 du code du travail.

La comparaison des résultats aux valeurs d'exposition professionnelle définies à l'article R. 4431-2 du code du travail doit s'effectuer en considérant le résultat du mesurage additionné de son incertitude.

Art. 5. – Pour tenir compte du port de protecteurs auditifs individuels tel que mentionné à l'article R. 4431-3 du code du travail, les estimations de l'exposition effective du travailleur au bruit sont réputées satisfaire aux exigences du présent arrêté lorsqu'elles sont réalisées conformément à :

- la norme NF EN ISO 4869-2 « Protecteurs individuels contre le bruit - Partie 2 : Estimation des niveaux de pression acoustique pondérés A en cas d'utilisation de protecteurs individuels contre le bruit » d'août 1995 ;
- l'annexe B de la norme NF EN 458 « Protecteurs individuels contre le bruit - Recommandations relatives à la sélection, à l'utilisation, aux précautions d'emploi et à l'entretien » de mars 2005.

TITRE III

DISPOSITIONS FINALES

Art. 6. – Le présent arrêté entre en vigueur le 1^{er} janvier 2016. Il abroge l'arrêté du 19 juillet 2006 pris pour l'application des articles R. 231-126, R. 231-128 et R. 231-129 du code du travail.

Art. 7. – Le directeur général du travail et le directeur des affaires financières, sociales et logistiques sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 11 décembre 2015.

*La ministre du travail, de l'emploi,
de la formation professionnelle
et du dialogue social,
Pour la ministre et par délégation :
Le directeur général du travail,
Y. STRULLOU*

*Le ministre de l'agriculture,
de l'alimentaire et de la forêt,
porte-parole du Gouvernement,
Pour le ministre et par délégation :
Le directeur des affaires financières,
sociales et logistiques,
C. LIGARD*

Annexe 3 : Arrêté du 11 Décembre 2015 (57)

DÉSIGNATION DES MALADIES	DÉLAI DE PRISE EN CHARGE	LISTE LIMITATIVE DES TRAVAUX SUSCEPTIBLES DE PROVOQUER CES MALADIES
Hypoacousie de perception par lésion cochléaire irréversible, accompagnée ou non d'acouphènes. Cette hypoacousie est caractérisée par un déficit audiométrique bilatéral, le plus souvent symétrique et affectant préférentiellement les fréquences élevées. Le diagnostic de cette hypoacousie est établi : - par une audiométrie tonale liminaire et une audiométrie vocale qui doivent être concordantes ; - en cas de non-concordance : par une impédancemétrie et recherche du réflexe stapédien ou, à défaut, par l'étude du suivi audiométrique professionnel. Ces examens doivent être réalisés en cabine insonorisée, avec un audiomètre calibré. Cette audiométrie diagnostique est réalisée après une cessation d'exposition au bruit lésionnel d'au moins 3 jours et doit faire apparaître sur la meilleure oreille un déficit d'au moins 35 dB. Ce déficit est la moyenne des déficits mesurés sur les fréquences 500, 1 000, 2 000 et 4 000 Hertz. Aucune aggravation de cette surdité professionnelle ne peut être prise en compte, sauf en cas de nouvelle exposition au bruit lésionnel.	1 an (sous réserve d'une durée d'exposition d'un an, réduite à 30 jours en ce qui concerne la mise au point des propulseurs, réacteurs et moteurs thermiques).	Exposition aux bruits lésionnels provoqués par : 1.- Les travaux sur métaux par percussion, abrasion ou projection, tels que : - le décolletage, l'emboutissage, l'estampage, le broyage, le fraisage, le martelage, le burinage, le rivetage, le laminage, l'étrépage, le tréfilage, le découpage, le sciage, le cisailage, le tronçonnage ; - l'ébarbage, le grenailage manuel, le sablage manuel, le meulage, le polissage, le gougeage et le découpage par procédé arc-air, la métallisation. 2. Le câblage, le toronnage, le bobinage de fils d'acier. 3. L'utilisation de marteaux et perforateurs pneumatiques. 4. La manutention mécanisée de récipients métalliques. 5. Les travaux de verrerie à proximité des fours, machines de fabrication, broyeurs et concasseurs ; l'embouteillage. 6. Le tissage sur métiers ou machines à tisser, les travaux sur peigneuses, machines à filer incluant le passage sur bancs à broches, retordeuses, moulineuses, bobineuses de fibres textiles. 7. La mise au point, les essais et l'utilisation des propulseurs, réacteurs, moteurs thermiques, groupes électrogènes, groupes hydrauliques, installations de compression ou de détente fonctionnant à des pressions différentes de la pression atmosphérique, ainsi que des moteurs électriques de puissance comprise entre 11 kW et 55 kW s'ils fonctionnent à plus de 2 360 tours par minute, de ceux dont la puissance est comprise entre 55 kW et 220 kW s'ils fonctionnent à plus de 1320 tours par minute et de ceux dont la puissance dépasse 220 kW. 8. L'emploi ou la destruction de munitions ou d'explosifs. 9. L'utilisation de pistolets de scellement. 10. Le broyage, le concassage, le criblage, le sablage manuel, le sciage, l'usinage de pierres et de produits minéraux. 11. Les procédés industriels de séchage de matières organiques par ventilation. 12. L'abattage, le tronçonnage et l'ébranchage mécaniques des arbres. 13. L'emploi des machines à bois en atelier : scies circulaires de tous types, scies à ruban, dégauchisseuses, raboteuses, toupies, machines à fraiser, tenonneuses, mortaiseuses, moulurières, plaqueuses de chants intégrant des fonctions d'usinage, défonceuses, ponçuses, douteuses. 14. L'utilisation d'engins de chantier : boteurs, décapeurs, chargeuses, moutons, pelles mécaniques, chariots de manutention tous terrains. 15. Le broyage, l'injection, l'usinage des matières plastiques et du caoutchouc. 16. Le travail sur les rotatives dans l'industrie graphique. 17. La fabrication et le conditionnement mécanisé du papier et du carton. 18. L'emploi de matériel vibrant pour l'élaboration de produits en béton et de produits réfractaires. 19. Les travaux de mesurage des niveaux sonores et d'essais ou de réparation des dispositifs d'émission sonore. 20. Les travaux de moulage sur machines à secousses et décochage sur grilles vibrantes. 21. La fusion en four industriel par arcs électriques. 22. Les travaux sur ou à proximité des aéronefs dont les moteurs sont en fonctionnement dans l'enceinte d'aérodromes et d'aéroports. 23. L'exposition à la composante audible dans les travaux de découpe, de soudage et d'usinage par ultrasons des matières plastiques. 24. Les travaux suivants dans l'industrie alimentaire : - l'abattage et l'éviscération des volailles, des porcs et des bovins ; - le plumage des volailles ; - l'emboitage de conserves alimentaires ; - le malaxage, la coupe, le sciage, le broyage, la compression des produits alimentaires. 25. Moulage par presse à injection de pièces en alliages métalliques.

Annexe 4 : Tableau n°42 du régime général des maladies professionnelles : atteinte auditive provoquée par les bruits lésionnels (17)

Etude sur l'impact du bruit en milieu dentaire, auprès des chirurgiens-dentistes français

***Obligatoire**

Bonjour, je m'appelle Maxime GISBERT et je suis actuellement étudiant en sixième année de chirurgie dentaire. Dans le cadre de ma thèse sur l'IMPACT DU BRUIT EN MILIEU DENTAIRE, je me permets de vous transmettre ce questionnaire.

Si jamais une question n'est pas claire, ou que vous avez besoin d'un quelconque renseignement, n'hésitez pas à me contacter à l'adresse : gisbert.maxime42@gmail.com ou au 06.95.36.60.49.

Ce questionnaire anonyme est d'une durée d'environ 3-4 MINUTES. Merci d'avoir pris le temps de répondre afin de m'aider dans mon étude.

Si vous rencontrez des difficultés pour ouvrir mon questionnaire, cliquez en haut sur "Remplir dans Google Forms".

1. Êtes-vous ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ Un homme
- ☐ Une femme

2. Quel âge avez-vous ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ 20-25 ans
- ☐ 25-30 ans
- ☐ 30-35 ans
- ☐ 35-40 ans
- ☐ 40-45 ans
- ☐ 45-50 ans
- ☐ 50-55 ans
- ☐ 55-60 ans
- ☐ > 60 ans

3. Le bruit au sein de votre cabinet vous paraît-il gênant ? (0 = absence totale de gêne ; 10 = gêne maximale) *

Une seule réponse possible par ligne.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Réponse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Avez-vous des difficultés pour dormir ? (0 = absence totale de difficulté ; 10 = difficulté maximale) *

Une seule réponse possible par ligne.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Réponse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

5. Vous sentez-vous irritable ? (0 = absence totale d'irritabilité ; 10 = irritabilité maximale) *

Une seule réponse possible par ligne.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Réponse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

6. Êtes-vous sujet au stress ? (0 = absence totale de stress ; 10 = stress maximal) *

Une seule réponse possible par ligne.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Réponse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

7. Vous sentez-vous fatigué(e) ? (0 = absence totale de fatigue ; 10 = fatigue maximale) *

Une seule réponse possible par ligne.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Réponse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

8. Êtes-vous sujet aux maux de tête ? (0 = absence totale de gêne ; 10 = gêne maximale) *

Une seule réponse possible par ligne.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Réponse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

9. Êtes-vous gêné(e) dans votre concentration lorsque vous travaillez ? (0 = absence totale de gêne ; 10 = gêne maximale) *

Une seule réponse possible par ligne.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Réponse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

10. Le bruit vous empêche-t-il d'entendre correctement vos patients ou votre assistante? (0 = absence totale de gêne ; 10 = gêne maximale) *

Une seule réponse possible par ligne.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Réponse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

11. Souffrez-vous d'acouphènes ? (0 = absence totale de gêne ; 10 = gêne maximale) *

Une seule réponse possible par ligne.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Réponse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

◀
▶

12. Présentez-vous des intolérances aux bruits de forte intensité ? (0 = absence totale de gêne ; 10 = gêne maximale) *

Une seule réponse possible par ligne.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Réponse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

◀
▶

13. Est-ce que l'un ou plusieurs des symptômes précédemment cités (question 3 à 12) se sont aggravés au fil du temps : *

Une seule réponse possible par ligne.

	OUI	NON
Gêne causée par le bruit	☐	☐
Difficulté pour dormir	☐	☐
Irritabilité	☐	☐
Stress	☐	☐
Fatigue	☐	☐
Maux de tête	☐	☐
Baisse de concentration	☐	☐
Communication avec vos patients et assistante	☐	☐
Acouphènes	☐	☐
Intolérance aux sons forts	☐	☐

14. Pensez-vous que la profession de chirurgien-dentiste est à risque pour l'audition ? *

Une seule réponse possible.

☐ OUI

☐ NON

15. Pensez-vous avoir perdu de l'audition ? *

Une seule réponse possible.

☐ OUI

☐ NON

16. Avez-vous déjà réalisé un contrôle de l'audition chez un ORL ? *

Une seule réponse possible.

☐ OUI

☐ NON

17. Prévoyez-vous de réaliser un tel contrôle en raison d'une perte auditive récente ? *

Une seule réponse possible.

☐ OUI

☐ NON

18. Selon vous, quelles sont les sources sonores les plus gênantes au sein d'un cabinet dentaire ? *

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Insert à ultrasons
- ☐ Turbine
- ☐ Contre-angle
- ☐ Aspiration
- ☐ Autoclave
- ☐ Soufflette à air comprimé
- ☐ Téléphone
- ☐ Compresseur

Autre : ☐ _____

19. Avez-vous déjà été sensibilisé aux conséquences du bruit généré au cabinet au cours de vos études et/ou en formation post-universitaire ? * *Une seule réponse possible.*

- ☐ OUI
- ☐ NON

Utilisez-vous des protections auditives anti-bruit ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ OUI *Passer à la question 21*
- ☐ NON *Passer à la question 36*

Passer à la question 20

Rubrique OUI

20. Depuis combien de temps utilisez-vous des protections auditives anti-bruit ? *

Une seule réponse possible par ligne.

	0-1 an	1-5 ans	5-10 ans	> 10 ans
Réponse	☐	☐	☐	☐

21. Qui vous a conseillé le port de protections auditives anti-bruit ? *

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Un(e) confrère/consoeur
- ☐ Votre médecin
- ☐ Une campagne préventive sur le bruit
- ☐ Personne en particulier

Autre : ☐ _____

22. Utilisez-vous des bouchons anti-bruit sur-mesure (avec prises d'empreintes initiales de vos oreilles) ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ OUI
- ☐ NON

23. Vos protections auditives sont-elles équipées de filtres laissant passer la parole ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ OUI
- ☐ NON

24. Comment jugez-vous le confort de vos bouchons ? Vous procurent-ils : *

Une seule réponse possible par ligne.

	OUI	NON
Des douleurs	☐	☐
Des démangeaisons	☐	☐
Des allergies	☐	☐
Une perception désagréable de votre propre voix (autophonation)	☐	☐

25. Estimez-vous pouvoir manipuler aisément vos bouchons au cours de votre journée de travail ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ OUI
☐ NON

26. Vos bouchons sont-ils reliés par un cordon que vous passez autour du cou ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ OUI
☐ NON

27. Jugez-vous ce système pratique lorsque vous retirez vos bouchons ?

Une seule réponse possible.

- ☐ OUI
☐ NON

28. Eprenez-vous une gêne dans la communication avec vos patients et votre personnel, lorsque vous portez ces bouchons ? * *Une seule réponse possible.*

- ☐ OUI
☐ NON
☐ PARFOIS

29. D'une façon générale, le port de ces protections vous procure-t-il un confort au quotidien ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ OUI
☐ NON

30. Parmi les symptômes cités précédemment (question 4 à 12), certains ont-ils tendance à diminuer du fait du port de ces bouchons ? *

Une seule réponse possible par ligne.

	OUI	NON
Troubles du sommeil	☐	☐
Irritabilité	☐	☐
Stress	☐	☐
Fatigue	☐	☐
Maux de tête	☐	☐
Concentration	☐	☐
Communication avec vos patients et personnel	☐	☐
Acouphènes	☐	☐
Intolérances aux bruits de forte intensité	☐	☐

31. Pourriez-vous vous passer de vos bouchons anti-bruit dans votre travail ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ OUI
- ☐ NON

32. Pensez-vous qu'une campagne d'information sur les REPERCUSSIONS DES NUISANCES SONORES au sein du cabinet dentaire, serait utile et nécessaire auprès des chirurgiens-dentistes ? * *Une seule réponse possible.*

- ☐ OUI
- ☐ NON

33. Pensez-vous qu'une campagne de sensibilisation au port de PROTECTIONS AUDITIVES ANTI-BRUIT, auprès de tous les chirurgiens-dentistes, serait utile et nécessaire ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ OUI
- ☐ NON

34 . Remarques éventuelles

Rubrique NON

20. Pourquoi ne portez-vous pas de protections auditives anti-bruit ? *

Une seule réponse possible par ligne.

	OUI	NON
Vous en ignorez l'existence	☐	☐
Vous n'en éprouvez pas le besoin	☐	☐
Vous n'en avez pas envie	☐	☐
Vous souhaiteriez en acquérir, mais vous manquez d'informations concernant leur utilisation et la façon de vous les procurer	☐	☐
Envisagez-vous d'en acquérir prochainement ?	☐	☐
Ce questionnaire pourrait-il vous inciter à vous en procurer ?	☐	☐

21. Connaissez-vous l'existence de protections auditives qui atténuent le bruit tout en filtrant la parole ? *

Une seule réponse possible.

☐ OUI

☐ NON

22. Avez-vous déjà porté des bouchons anti-bruit ? *

Une seule réponse possible.

☐ OUI

☐ NON

23. Si oui, pour quelle(s) raison(s) les avez-vous délaissés ?

Une seule réponse possible par ligne.

	OUI	NON
Ils bouchaient trop vos oreilles et vous empêchaient d'entendre correctement vos patients ou votre personnel	☐	☐
Ils vous blessaient les conduits auditifs	☐	☐
Ils vous démangeaient	☐	☐
Ils vous ont déclenché une allergie	☐	☐
Vous ne saviez pas où les poser quand vous les enleviez	☐	☐
Ils vous procuraient une perception désagréable de votre propre voix (autophonation)	☐	☐
Ils ne vous apportaient aucun bénéfice, et vous vous êtes lassé(e) de les porter	☐	☐

24. Avez-vous agi sur certaines sources sonores au sein de votre cabinet afin de diminuer les nuisances sonores : exemple = aménagement acoustique de la salle de soin, achat de contre-angle neuf, etc... * *Une seule réponse possible.*

- ☐ OUI
☐ NON

25. Pensez-vous qu'une campagne d'information sur les REPERCUSSIONS DES NUISANCES SONORES au sein du cabinet dentaire, serait utile et nécessaire auprès des chirurgiens-dentistes ? * *Une seule réponse possible.*

- ☐ OUI
☐ NON

26. Pensez-vous qu'une campagne de sensibilisation au port de PROTECTIONS AUDITIVES ANTI-BRUIT, auprès de tous les chirurgiens-dentistes, serait utile et nécessaire ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ OUI
☐ NON

27. Êtes-vous intéressé(e) par des informations concernant : *

Une seule réponse possible par ligne.

	OUI	NON
Les impacts du bruit au sein du cabinet dentaire sur votre santé	☐	☐
Les solutions pour diminuer l'impact du bruit sur votre quotidien au travail	☐	☐
Les différents types de protections auditives anti-bruit	☐	☐

28. Remarques éventuelles

Ce contenu n'est ni rédigé, ni cautionné par Google.

Google Forms

Annexe 5 : Questionnaire

GISBERT Maxime – Effets du bruit au cabinet dentaire sur la santé du chirurgien-dentiste et moyens de préventions : enquête auprès de 734 chirurgiens-dentistes.

Résumé :

De nombreux facteurs font que le métier de chirurgien-dentiste (CD) est une profession à risque concernant sa santé auditive : sources sonores multiples au sein du cabinet dentaire, niveau sonore dépassant facilement 80 dB(A), voire 85 dB(A), proximité de l'oreille du CD avec les instruments rotatifs, travail dans un espace fermé où les ondes sonores sont susceptibles d'être réfléchies, profession à charge mentale élevée, etc. Le CD risque ainsi de développer des troubles de l'audition, ainsi que de multiples atteintes extra-auditives associées.

Cependant, le métier de CD ne figure pas sur la liste limitative désignant les travaux susceptibles de provoquer un déficit audiométrique (inscrit dans le tableau n°42 du régime général). C'est en effet une profession en grande partie libérale, et non soumise à la médecine du travail. Aucune mesure de prévention, de contrôle ou de suivi de l'état de santé du CD n'est donc réalisée. Le dépistage, ainsi que la déclaration des maladies professionnelles, sont inexistantes.

De nombreuses solutions sont néanmoins possibles et applicables au sein du cabinet dentaire pour limiter les effets du bruit sur la santé du CD.

Cette thèse montre, à travers une enquête auprès de 734 odontologistes français, qu'une gêne auditive est bien présente, mais qu'il existe un paradoxe entre l'inquiétude des CD vis-à-vis de leur santé auditive, et les moyens de protections mis en œuvre. Chaque CD a sa propre opinion quant aux risques qu'il encourt à être exposé au bruit de façon quotidienne. La gêne ressentie étant en grande partie subjective, la recherche de protections vis-à-vis du bruit est souvent proportionnelle au préjudice subi.

Mots clés :

Acoustique
Bruit
Cabinet dentaire
Médecine du travail
Protecteurs individuels contre le bruit

Jury :

Président
Assesseurs

Monsieur le Professeur Jean-Christophe MAURIN
Monsieur le Professeur Olivier ROBIN
Madame la Professeur Kerstin GRITSCH
Monsieur le Professeur Cyril VILLAT

Adresse de l'auteur :

Maxime GISBERT
8 rue Simone WEIL
42290 SORBIERS