HAL
open science

Les risques auditifs pour le praticien dans l'exercice de l'odontologie

Kevin Chekroun

To cite this version:

Kevin Chekroun. Les risques auditifs pour le praticien dans l'exercice de l'odontologie. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-02099739

HAL Id: dumas-02099739

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02099739

Submitted on 15 Apr 2019

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

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

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

MEMBRE DE
USPC
Université Sorbonne Paris Cité

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

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

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

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 335.2 - L 335.10

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

MEMBRE DE
USPC
Université Sorbonne Paris Cité

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2018 **N° 104**

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 18 décembre 2018

Par

Kevin CHEKROUN

Les risques auditifs pour le praticien dans l'exercice de l'odontologie

Dirigée par Monsieur le Docteur Fadi Bdeoui

JURY

Madame le Professeur Élisabeth Dursun	Président
Monsieur le Docteur Jean-Claude Tavernier	Assesseur
Monsieur le Docteur François Ferré	Assesseur
Monsieur le Docteur Fadi Bdeoui	Assesseur

CC BY NC ND

Tableau des enseignants de la Faculté

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1. DÉVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PRÉVENTION	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme DAVIT-BÉAL Mme DURSUN Mme VITAL	M. COURSON Mme JEGAT Mme SMAIL-FAUGERON Mme VANDERZWALM
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE		Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN-GOLDRAT Mme LE NORCY
	PRÉVENTION, ÉPIDEMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE	Mme FOLLIGUET M. PIRNAY	Mme GERMA M. TAVERNIER
2. CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE	PARODONTOLOGIE	Mme COLOMBIER Mme GOSSET	M. BIOSSE DUPLAN M. GUEZ
	CHIRURGIE ORALE	M. MAMAN Mme RADOI	Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. MOREAU M. NGUYEN
	BIOLOGIE ORALE	Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme SÉGUIER Mme POLIARD	M. ARRETO Mme BARDET (MCF) Mme CHARDIN M. FERRE M. LE MAY
3. RÉHABILITATION ORALE	DENTISTERIE RESTAURATRICE ENDODONTIE	Mme BOUKPESSI Mme CHEMLA	Mme BERÈS Mme BESNAULT M. BONTE Mme COLLIGNON M. DECUP Mme GAUCHER
	PROTHÈSES		M. CHEYLAN M. DAAS M. DOT M. EID Mme FOUILLOUX-PATEY Mme GORIN M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TIRLET M. TRAMBA Mme WULFMAN
	FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX	M. SALMON	M. ATTAL Mme BENBELAID Mme BENOÎT A LA GUILLAUME (MCF) M. BOUTER M. CHARRIER M. CHERRUAU M. FLEITER Mme FRON CHABOUIS Mme MANGIONE Mme TILOTTA
	PROFESSEURS ÉMÉRITES	M. BÉRENHOLC Mme BRION M. LASFARGUES M. LAUTROU M. LEVY	M. PELLAT M. PIERRISNARD M. SAFFAR Mme WOLIKOW
Mise à jour le 04 septembre 2018			

Remerciements

À Madame le Professeur Élisabeth Dursun

Docteur en Chirurgie dentaire

Ancien Interne des Hôpitaux

Docteur de l'Université Paris 13

Habilitée à Diriger des Recherches

Maitre de Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Je vous remercie du grand honneur que vous m'accordez en acceptant la présidence de ce jury de thèse. Merci pour votre disponibilité, votre présence m'honore pour ce jour si important pour moi.

À Monsieur le Docteur Jean-Claude Tavernier

Docteur en Chirurgie dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes

Docteur en Sciences odontologiques

Maitre de Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Chevalier de l'ordre national du mérite

Officier de l'ordre des palmes académiques

Je vous remercie très chaleureusement d'avoir accepté si gentiment de siéger dans ce jury. Veuillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciement.

À Monsieur le Docteur François Ferré

Docteur en Chirurgie dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes

Maitre de Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Qui m'a fait l'honneur de participer au jury de cette thèse. Veuillez trouver par ce travail, l'expression de ma profonde reconnaissance.

À Monsieur le Docteur Fadi Bdeoui

Docteur en Chirurgie dentaire

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Pour avoir accepté de diriger cette thèse et de m'avoir si bien guidé lors de sa réalisation. Merci de m'avoir accompagné tout au long de ce travail, pour votre disponibilité et vos conseils avisés. Merci pour votre soutien et la qualité de votre écoute. J'espère avoir été à la hauteur de vos attentes et vous prie d'agréer à travers ce travail, mes remerciements les plus sincères et toute l'expression de ma gratitude.

A mes parents

Je ne vous remercierai jamais assez pour tout l'amour et le soutien que vous m'avez apporté durant toute ma vie et encore plus pendant mes études. Tout au long de mon cursus, vous m'avez toujours soutenu, encouragé et aidé. Vous avez su me donner toutes les chances pour réussir. Si j'en suis là aujourd'hui et que je suis l'homme que je suis c'est grâce à vous.

A ma fiancée Emma

Toute l'affection, l'amour, le soutien, et l'encouragement constants que tu m'as apporté m'ont été d'un grand réconfort et ont contribué à l'aboutissement de ce travail. Je te remercie du fond du cœur d'avoir été à mes côtés chaque jour. Nous avons encore tant de beaux projets ensemble. Merci pour tout, je t'aime de tout mon cœur.

A mes frères et sœur, beau-frère et belle-sœur

Micka, **Debo**, **Ruben**, **Nathan** merci d'avoir toujours été là pour moi, merci pour ce soutien sans faille et votre amour inconditionnel, merci pour tous ces bons moments. Merci pour toutes ces années pleines de bonheur grâce à vous. Merci pour tout, je vous aime tellement.

Samantha, **Jordan** bienvenu dans la famille, je ne pouvais pas rêver mieux comme beau-frère et belle-sœur, vous êtes au top.

A mes grands-parents maternels

Viviane et Pierre merci pour votre soutien, votre affection et votre joie de vivre.

A Mes grands-parents paternels

Mamie Julienne et papy qui ne sont malheureusement plus là pour voir le fruit de ce travail. Tous les moments que j'ai passé avec vous restent inoubliables. Je sais que vous me regardé de là-haut, je vous aime et je vous dédie cette thèse.

A mes meilleurs amis

Yoram, **Natane**, **Yossef**, **Mickael**, **Elliot**, **Naty**, **Adam** qui ont toujours été là pour moi. Ces années n'auraient pas été les même sans vous.

A mes amis

Vic, ces années n'auraient pas été les même sans ce binôme que nous avons formé. Même si les débuts ont été dur, je n'aurais pas pu rêver mieux comme amie et comme binôme. Merci d'avoir été là.

Merci **Shana** pour tous ces fou rire qu'on a eu durant ces années d'hôpital. T'es une amie en or.

Allan, **Ouriel**, **Jo**, **Alex**, **Cyrielle**, **Nissim, Noé**... merci de m'avoir supporté et d'avoir rendu ces 6 années d'études agréables.

Merci **Gaon** pour cette aide précieuse que tu m'as apportée durant mes premiers mois de cabinet, cela aurait été tellement plus difficile sans toi. Merci pour ta présence

Table des matières

INTRODUCTION **3**

1: L'ANATOMO-PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL AUDITIF **4**

1.1 L'APPAREIL AUDITIF 4

1.1.1. L'oreille externe *4*

1.1.2. L'oreille moyenne *5*

1.1.3. L'oreille interne *7*

1.2. MECANISMES DE L'AUDITION 10

1.2.1. Fonctionnement de l'oreille externe *10*

1.2.2. Fonctionnement de l'oreille moyenne *10*

1.2.3. Fonctionnement de l'oreille interne *11*

2 : NOTION DE BASE EN ACOUSTIQUE **13**

2.1. LE SON 13

2.1.1. La fréquence *13*

2.1.2. L'intensité *13*

2.1.3. Le timbre *14*

2.2. LE BRUIT 14

2.3. EXAMEN DE L'AUDITION 16

2.3.1. L'audiométrie *17*

2.3.2. L'acoumétrie *21*

2.4. LA NOCIVITE DU BRUIT 23

2.4.1. Effets extra-auditif *24*

2.4.2. Les troubles auditifs *25*

2.5. REGLEMENTATION 32

3 : BRUIT AU CABINET DENTAIRE **36**

3.1. BRUITS EXTERNES 36

3.2. BRUITS INTERNES A LA SALLE DE SOINS 36

3.2.1. La turbine *36*

3.2.2. Les ultrasons *37*

3.2.3. L'aspiration *37*

4 : EFFET DU BRUIT SUR LE CHIRURGIEN-DENTISTE **38**

5 : MOYENS DE PREVENTIONS **47**

5.1. LES PROTECTIONS AUDITIVES COLLECTIVES 47
5.2. LES PROTECTIONS AUDITIVES INDIVIDUELLES 47
5.2.1. Earpad universel 48
5.2.2. Motus 48
5.2.3. Le bouchon auriculaire DI-15 50
CONCLUSION 51
BIBLIOGRAPHIE 52
TABLE DES FIGURES 55
TABLE DES TABLEAUX 56

Introduction

Près de 2,5 millions de français âgés de 20 à 69 ans vivent avec une perte auditive dans les hautes fréquences, liée à une exposition au bruit sur leur lieu de travail ou durant leurs loisirs.[1]

De plus, la plupart des individus ne considèrent pas un cabinet dentaire comme un lieu où le bruit est un problème, mais il faut savoir que l'exposition continue aux hautes fréquences d'une fraise, peut dégrader l'ouïe. En effet l'utilisation de certains instruments nécessaires à l'exercice de l'odontologie est une source sonore plus ou moins continue et plus ou moins intense.

Le stress et la pratique de la dentisterie sont bien connus, et nous connaissons tous des collègues qui souffrent de problèmes d'audition en raison de leur carrière. Cependant rares sont les chirurgiens-dentistes qui font tester régulièrement leur audition.

Or l'ouïe est le sens privilégié de la communication, indispensable pour un dentiste car elle permet d'accueillir le patient, d'installer une relation de confiance et d'obtenir la satisfaction du patient.

Au cours de cette thèse nous allons essayer de voir si le bruit en cabinet dentaire est réellement un danger pour le praticien, et si oui, existe-t-il des moyens pour prévenir ces dangers ?

Pour cela, après un rappel sur l'anatomie du système auditif et de son fonctionnement, nous dresserons un bilan des différentes études publiées sur ce sujet, avant de voir les différents moyens de protections auditives pour le praticien compatibles avec l'exercice professionnel.

[1] Centre d'information et de documentation sur le bruit, « Bruit et santé ».

1: L'anatomo-physiologie de l'appareil auditif

1.1 L'appareil auditif

1.1.1. L'oreille externe

L'oreille externe, correspond à la seule partie visible de l'oreille.
Le rôle de l'oreille externe est de capter les sons provenant de l'extérieur et de les amener progressivement à la membrane du tympan.
Elle est constituée de 2 parties : le pavillon et le conduit auditif externe.

- Le pavillon est constitué d'une structure cartilagineuse complète, l'ensemble étant recouvert d'un revêtement cutané. Il est situé en dessous et en arrière de la région sous-temporale, et en avant et en haut de la région sterno-cléido-mastoïdienne.

- Le conduit auditif externe succède au pavillon sans démarcation franche, il s'agit d'un canal qui oscille entre 25 et 30 mm de long et dont le diamètre varie de 10 mm à l'entrée du conduit à 8 mm dans la partie osseuse (figure 1).
  Ce canal se divise en deux parties :

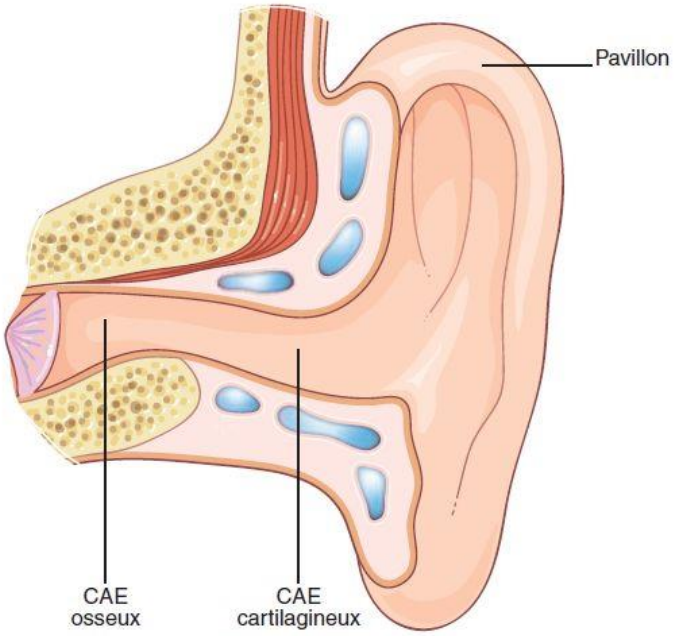
  1. La première partie, externe est cartilagineuse
  2. La deuxième partie est osseuse et lisse

Il présente deux sorties, une ouverte vers l'extérieur et l'autre fermée par la membrane tympanique.[2]

[2] Thomassin et Barry, « Anatomie et physiologie de l'oreille externe ».

.

Figure 1 : Oreille externe



Source : Collège français d'ORL et de chirurgie cervico-faciale, « oreille externe », 2014

1.1.2. L'oreille moyenne

L'oreille moyenne, ou caisse du tympan, se situe dans une partie du crâne appelé l'os temporal. Pour pouvoir comprendre l'oreille moyenne, nous allons d'abord nous intéresser à l'os temporal.
L'os temporal, situé au niveau de la tempe, est en relation avec l'os sphénoïde (en avant) et avec l'os occipital (en arrière), il accueille l'articulation temporo-mandibulaire.
Cet os est constitué de 3 parties : le rocher, l'écaille et le tympanal.
Au niveau de cet os se trouve l'oreille moyenne, elle-même constituée de 3 parties : les annexes mastoïdiennes, la caisse du tympan et la trompe auditive (figure 2).
Nous allons nous attarder sur la caisse du tympan (en arrière de la trompe d'Eustache et en avant des annexes mastoïdiennes) qui nous intéresse le plus dans le sujet traité.

La caisse du tympan est une cavité aérienne, sa limite latérale est le tympan et sa limite médiale une paroi osseuse présentant deux fenêtres : la fenêtre du vestibule (fenêtre ovale) et la fenêtre de la cochlée (fenêtre ronde).

De façon plus précise elle présente 6 parois :

-La paroi externe : la membrane tympanique

-La paroi interne : l'oreille interne

-La paroi antérieur : La trompe d'Eustache

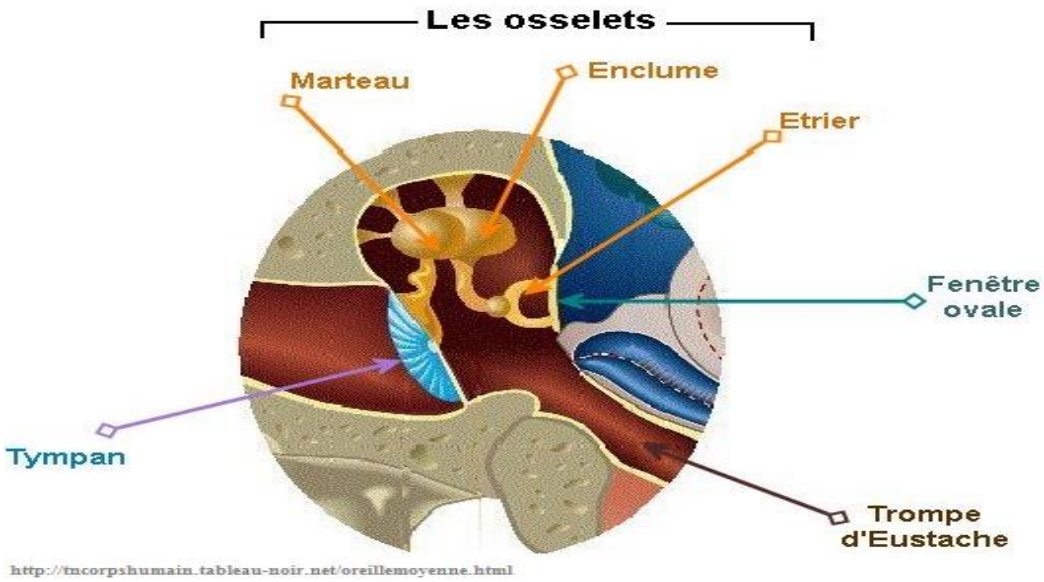
-La paroi postérieur : La mastoïde

-La paroi supérieur : L'écaille et le rocher de l'os temporal

-La paroi inferieur : La fosse jugulaire

La caisse du tympan contient la chaine des osselets définie par le marteau, l'enclume et l'étrier. Ces 3 éléments forment un pont entre la membrane tympanique et la fenêtre ovale. De plus l'oreille moyenne est reliée aux cavités nasales par l'intermédiaire de la trompe d'Eustache. Cette dernière joue un rôle important grâce à sa communication avec le rhino pharynx (cette communication pendant la déglutition et le bâillement va permettre de réguler la pression de part et d'autre du tympan).[3]

Figure 2 : L'oreille moyenne



Source : Audreypierrelyne, « La composition et le lieu de l'oreille moyenne », 2013

[3] Thomassin, et al., « Anatomie de l'oreille moyenne ».

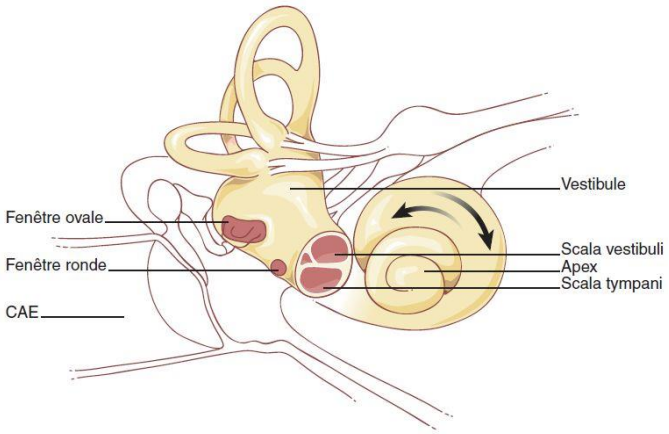
1.1.3. L'oreille interne

L'oreille interne, est sans doute la partie la plus complexe de l'oreille. En effet, il s'agit de la dernière intermédiaire avant l'intégration du son par le cerveau.

Elle se visualise sous la forme d'un labyrinthe osseux constitué de 2 organes : l'organe de l'équilibration (vestibule et canaux semi-circulaire qui perçoivent tous les changements de position de la tête et en informent le cerveau) et l'organe de l'audition (la cochlée). (Figure 3)

De la base à l'apex, la cochlée humaine s'enroule en spirale sur 2,5 tours[4]. La base étant en relation avec la partie antérieure du méat acoustique interne et l'apex en relation avec le promontoire.

Figure 3 : L'oreille interne



Source : Collège français d'ORL et de chirurgie cervico-faciale ; « oreille interne », 2014

Plus précisément la cochlée présente 3 rampes :

La première appelée la rampe vestibulaire qui se termine par la fenêtre ovale.

La deuxième appelée la rampe tympanique qui se termine sur la fenêtre ronde.

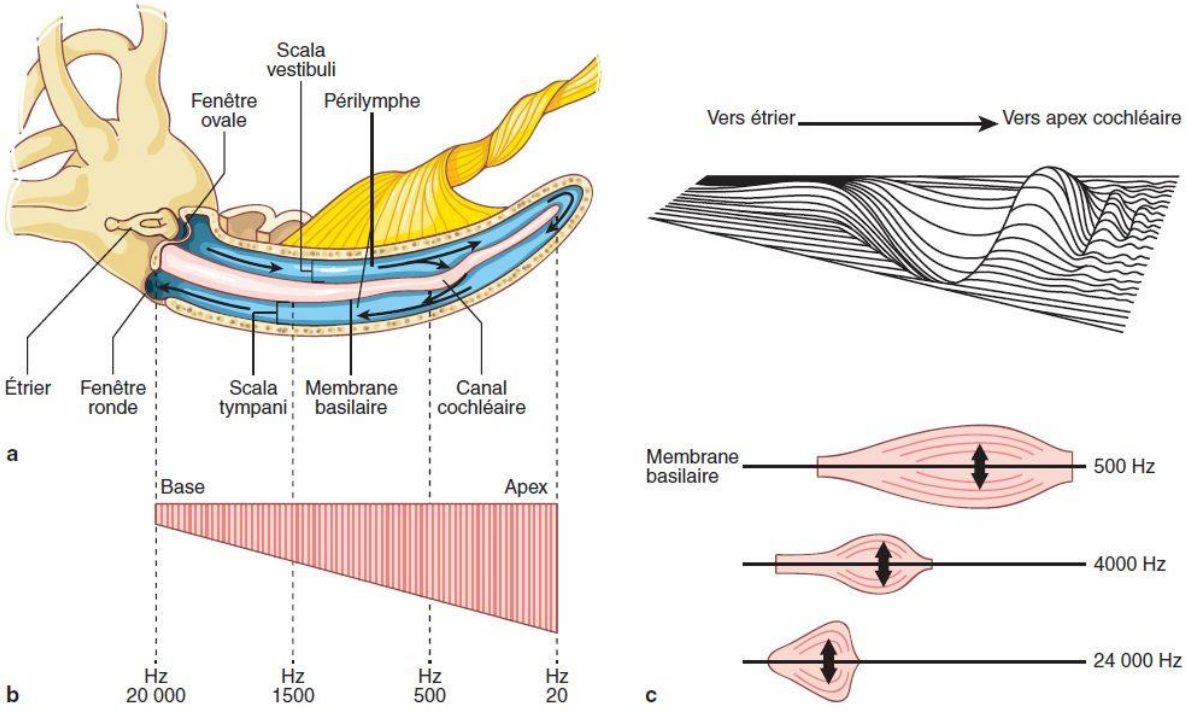
Ces dernières sont constituées d'un liquide appelé, la périlymphe, et communiquent entre elles par un orifice appelé l'hélicotrème. [5]

La troisième rampe située entre les deux, est appelée le canal cochléaire. Il contient le liquide appelé l'endolymphe. Il est séparé de la rampe vestibulaire par la membrane de Reisnner et de la rampe tympanique par la membrane basilaire. [6](Figure 4)

[4] Pujol, « Audition, oreille, cochlée ».
[5] Ebbo et Fiorentino, « Orl audition : l'oreille, un organe pour entendre ».
[6] Mudry, « L'oreille interne : otologie ».

Le canal cochléaire renferme l'organe de Corti, supporté par la membrane basilaire, et au niveau duquel nous retrouvons environ 13000 cellules ciliées, dont leur longueur augmente de la base vers l'apex. Ces cellules ciliées forment 4 rangées, une rangée de cellules ciliées interne et 3 autres rangées de cellules ciliées externes, le tout entouré d'une membrane tectoriale qui flotte dans l'endolymphe.

Figure 4 : La cochlée

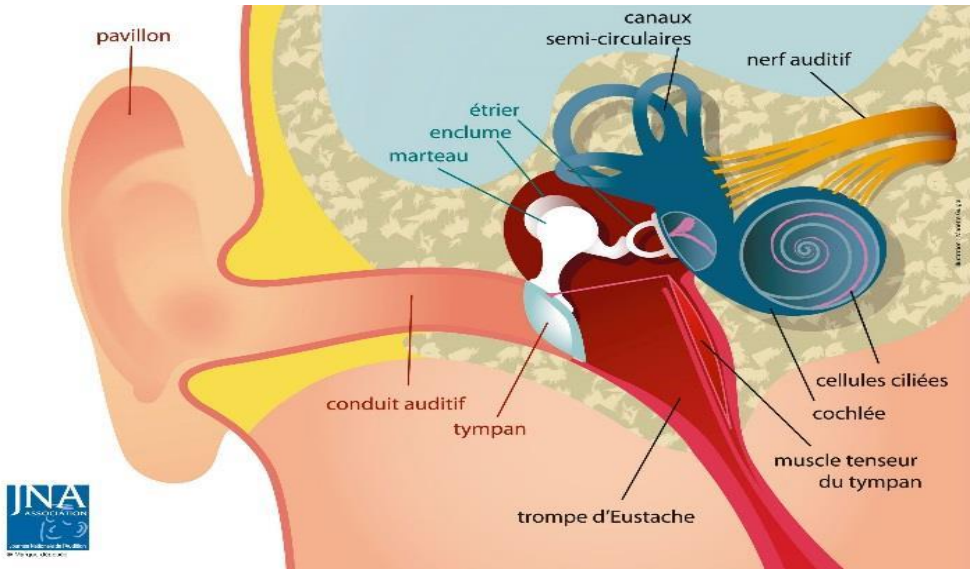


Source : Collège français d'ORL et de chirurgie cervico-faciale ; « Membrane basilaire » ;2014

L'ensemble de ces cellules ciliées est entouré de 4 cellules de soutient :

- Phalangées qui les entourent
- Piliers qui délimitent un espace appelé tunnel de corti
- Deiters traversées par les fibres nerveuses reliant le ganglion spinal aux cellules ciliées externes.
- Limitantes externes

Figure 5 : L’appareil auditif



Source : Journée nationale de l’audition, « Dossier thématique d’information et de prévention des risques auditifs », 2015

1.2. Mécanismes de l'audition

1.2.1. Fonctionnement de l'oreille externe

L'oreille externe présente 3 fonctions : la protection, la transmission et l'amplification

- Protection car le pavillon et le conduit auditif externe vont protéger la membrane du tympan des agressions extérieure (par exemple le mécanisme de brise-vent réalisé par le pavillon pour éviter à l'air en mouvement d'exercer un effet acoustique constant).

- Transmission car ces derniers vont capter le son de l'extérieure et le transmettre à la membrane du tympan.

- Amplification car tout en transmettant le son, le pavillon et le conduit auditif externe amplifient le son. Le pavillon va amplifier les sons qui oscillent entre 5000 et 6000 hertz de fréquence, avec un gain inférieur à 10 décibels, tandis que le conduit auditif externe amplifie les sons qui oscillent entre 2000 et 5000 Hertz de fréquences.[7]

1.2.2. Fonctionnement de l'oreille moyenne

Une fois que le son arrive à la membrane du tympan et la fait vibrer, les vibrations vont être transmises à la fenêtre ovale via la caisse du tympan.
Le marteau, l'enclume et l'étrier vont réaliser un pont entre la membrane du tympan et la fenêtre ovale. Ils vont donc permettre le passage des ondes sonores d'un milieu aérien (caisse du tympan) à un milieu liquidien (cavité liquidienne de l'oreille interne).

La chaine des osselets va amplifier les ondes sonores. Une fois arrivées à la fenêtre ovale, nous aurons des ondes sonores 20 fois plus élevée que celles exercées sur la membrane du tympan.
Cette différence s'explique par deux phénomènes :

- L'articulation de la chaine des osselets
- La différence de surface entre l'étrier et la fenêtre ovale

[7] Thomassin et Barry, « Anatomie et physiologie de l'oreille externe ».

Or un son trop élevé peut entrainer des lésions de l'oreille interne qui est fragile. Les osselets sont reliés à des muscles qui vont permettent de réduire cette intensité sonore.[8] En effet lorsqu'on a des sons compris entre 80 et 100 dB, les muscles de l'oreille moyenne vont se contracter et entrainer une tension de la membrane tympanique et une rigidité de la chaine ossiculaire. Ce reflexe va entrainer une diminution de la transmission sonore jusqu'à 10dB, c'est ce qu'on appelle « le réflexe tympanique ». [9]

1.2.3. Fonctionnement de l'oreille interne

L'oreille interne doit transformer le son en signal nerveux interprétable par le cerveau.
C'est l'organe de Corti qui va être responsable de la transformation du signal mécanique en signal électrique.
Les cellules ciliées internes vont assurer le rôle de transduction faisant acheminer l'information vers le nerf auditif.
Les cellules ciliées externes vont quant à elles amplifier la vibration locale grâce à leur électromotilité ;[10]

<u>Le trajet de l'onde sonore va correspondre à cela :</u>

L'onde sonore arrive au niveau du conduit auditif externe, se propage pour arriver au niveau du tympan. A ce moment-là, il y a une vibration du tympan qui entraine une vibration de la chaine des osselets ; L'étrier, mis en mouvement, pousse la membrane de la fenêtre ovale. Ce mouvement déplace la périlymphe de la cochlée ; Les ondes hydrauliques se propagent le long de la rampe vestibulaire jusqu'au périlymphe de la rampe tympanique et finalement jusqu'à la fenêtre ronde. Comme les ondes déplacent la périlymphe, cette dernière déplace aussi la membrane de Reisnner qui fait varier les pressions dans le canal cochléaire.
Cette variation de pression de l'endolymphe dans le canal cochléaire déplace légèrement la membrane tectoriale qui fait varier l'inflexion des cils des cellules ciliées de l'organe de corti.
Les cils des cellules ciliées se courbent, ceci déclenche une réaction chimique qui excite les extrémités nerveuses
La synapse entre cellules ciliées et fibres du nerf auditif est activée, et un message est envoyé au cerveau.

---

[8] Ramé et Thérond, *Anatomie et physiologie. Aide-soignant et auxilliaire de puériculture*.
[9] Ebbo et Fiorentino, « Orl audition : l'oreille, un organe pour entendre ».
[10] Morin, « Archive Larousse ».

Si c’est un son grave cela concerne les cellules ciliées au niveau de la base, si c’est un son aigu cela concerne les cellules ciliées au niveau de l’apex.

2 : Notion de base en acoustique

2.1. Le son

Le son est une sensation auditive provoquée par une vibration mécanique.

Pour qu'on puisse parler d'un son il faut trois éléments :

- Une source sonore
- Un milieu (air, gaz, solide ou liquide.) qui permet la transmission de la vibration
- Un récepteur : l'oreille

Notre oreille est sensible aux vibrations entre 16 Hertz et 20000 Hertz. En dessous de 16 Hertz, ce sont des infrasons que nous ne pouvons percevoir, et au-dessus de 20000 Hertz, ce sont des ultrasons imperceptibles également.

L'oreille est sensible au 3 paramètres suivant du son :

- La fréquence
- L'intensité
- Le timbre

2.1.1. La fréquence

La fréquence d'un son est définie par les vibrations du corps créant le son, plus précisément le nombre de vibrations par seconde. Elle s'exprime en Hertz.

Plus le corps vibre rapidement, plus le nombre de vibrations par seconde sera important, et plus la fréquence sera haute. Pour des fréquences hautes, le son sera aigu. Inversement plus le corps vibre lentement, plus la fréquence sera basse. Pour des fréquences basses, le son sera grave.

2.1.2. L'intensité

L'intensité dépend de la pression acoustique créée par la source sonore. Elle s'exprime en watt/cm2. Plus l'intensité augmente, plus le son est fort.

2.1.3. Le timbre

Le timbre ou couleur, correspond à la qualité du son. Il est donné par le nombre et l'intensité des harmoniques qui le composent. En effet, un son est souvent constitué d'une fréquence fondamentale et d'harmoniques.
C'est cette caractéristique qui va permettre de distinguer les instruments et les voix.[11]

2.2. Le bruit

Il n'y pas de distinction physique entre les notions de bruit et de son. Cependant, la notion de bruit est associée à une connotation désagréable, on parle de sensation auditive gênante. En d'autres termes, tout son devient un bruit lorsqu'il engendre une sensation déplaisante.

Comme le son, le bruit est défini par :

1) Sa fréquence : nombre de vibration par seconde, exprimé en Hertz

Notre champ auditif varie entre 16 et 20000 Hertz
En dessous de 16 hertz, on appelle ces fréquences des infrasons qui sont perçus par des animaux tels que les éléphants
Au-dessus de 20000 Hertz, on appelle ces fréquences : des ultrasons qui sont perçus par les chauves-souris et les dauphins [12]

2) Son niveau exprimé en décibels.

Le calcul des décibels est particulier, il s'agit d'une échelle logarithmique, de sorte que si deux bruits identiques de 70 dB surviennent au même moment, le total ne fait pas 140 dB mais 73 dB.
Par conséquent l'addition de deux niveau sonores identiques n'est pas un niveau sonore doublé mais un niveau sonore augmenté de 3dB.

[11] L'agence culturelle grand Est, « Caractéristiques d'un son ».
[12] Centre d'information et de documentation sur le bruit, « Bruit et santé ».

Lorsque deux bruits de niveau très différents (supérieur à 10 dB) s'additionnent, le bruit le plus fort masque le plus faible.

Tandis que lorsque deux bruits de niveau voisin (inférieur à 10 dB) s'additionnent, il faut ajouter au bruit le plus fort les valeurs suivantes : [13]

Tableau 1 : Échelle logarithmique

Différence en (dB) entre les deux niveaux sonores	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Valeur (en dB) à ajouter au niveau le plus fort	3,0	2,5	2,1	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5

Source : Sol Data Acoustic, « Addition de niveaux sonores », 2009

Le tableau ci-après fournit les ordres de grandeurs des bruits familiers[14]

Tableau 2 : Grandeur pour des bruits familiers

Conversation	Sensation auditive	Niveau sonore dB(A)	Exemples
Voix chuchotée	Très calme	<30	Appartement dans quartier tranquille
Voix normale	Assez calme	50	Restaurant tranquille Rue très tranquille

[13] France acouphènes, « Bruit = danger : sons, décibels,fréquences sonores et législation ».
[14] Service public fédéral, « Caractéristiques du bruit ».

Voix élevée	Bruyant mais supportable	70	Restaurant bruyant Circulation importante
Voix très forte	Pénible	85	Radio très puissante Circulation intense
Voix criée	Peu supportable	90	Atelier de forgeage Trafic très intense
Voix extrême	Insupportable	100	Scie circulaire Marteau-piqueur
Impossible	Seuil de douleur	120	Banc d'essais de moteurs Bruit d'avion au décollage

Source : Service federal public, « caractéristique du bruit », 2015

2.3. Examen de l'audition

L'audiométrie est la méthode universelle pour mesurer l'audition. Elle est pratiquée après nettoyage de l'oreille et examen otoscopique.

Les résultats obtenus sont inscrits sur une courbe appelée l'audiogramme.

Il existe 2 types d'audiométrie.

2.3.1. L'audiométrie

2.3.1.1. L'audiométrie tonale

Elle est l'examen de base en audition. C'est une méthode précise de mesure du seuil d'audition.
Le son atteint l'oreille interne par deux voies distinctes, ce qui entraine la mesure du seuil d'audition de deux façons :

- Par voie aérienne pour des fréquences allant de 125 à 8000 Hertz, on va utiliser un haut-parleur.

Le son est envoyé par un casque dans l'une des oreilles puis l'autre, cela permet de mesurer la conduction du son par le tympan et les osselets.

- Par voie osseuse pour des fréquences allant de 250 à 4000 Hertz, on va utiliser un vibrateur.

Le son est envoyé par un petit vibrateur osseux posé derrière l'oreille, cela permet de mesurer la conduction du son à travers les os du crâne.[15]

Le test se déroule dans une cabine insonorisée (Figure 6), le patient doit appuyer sur un bouton dès qu'il perçoit un son. Les réactions sont ensuite reportées sur le graphique d'audiogramme.

[15] Mudry, « L'audiométrie : otologie ».

Figure 6 : Audiométrie tonale

Source : ORL Nice, « La surdité », 2014

L'audiogramme tonal ci-contre (courbe orange) montre une audition normale dans les fréquences graves et moyennes [125 à 2000] Hz étant donné que la courbe est proche du zéro de référence. Par contre, on remarque une baisse significative dans les fréquences aiguës, au-delà de 4000Hz ; ce qui révèle une perte auditive importante (surdité sévère) sur ces fréquences.[16]

[16] Grand audition, « Test audiogramme, test d'audiomètrie, audiogramme tonal, mesure d'audition ».

Figure 7 : Audiogramme tonale

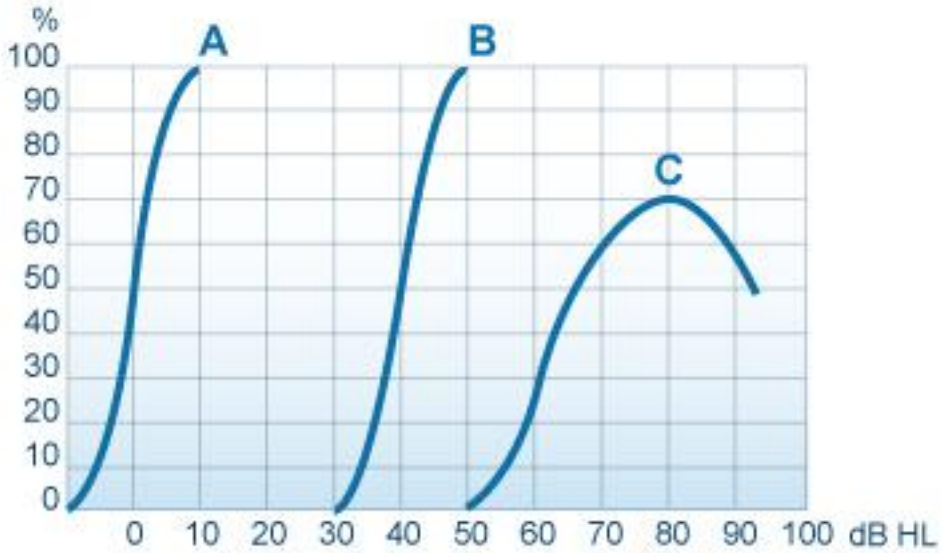
Source : Grand audition, « testez votre audition », 2018

2.3.1.2. Audiométrie vocale

Elle complète généralement l'audiométrie tonale. Cela consiste à faire répéter des mots, envoyés par un haut-parleur, et ainsi mesurer la compréhension de la personne à différents niveaux d'intensité. [17] Ce test d'intelligibilité du langage est coté en % de réponses correctes. Un score de 100% à un niveau d'intensité inférieur à 20 dB est considéré comme normal. (Courbe A)[18]

[17] Mudry, « L'audiométrie : otologie ».
[18] Pujol, « Audition - oreille - cochlée ».

Figure 8 : Audiogramme vocal



Source : Neuroreille, « Audiométrie vocal », 2016

La courbe C présente l'audiogramme du bilan auditif d'un sujet souffrant d'une baisse auditive. On peut constater qu'il ne commence à répéter correctement qu'à partir de 65 dB.

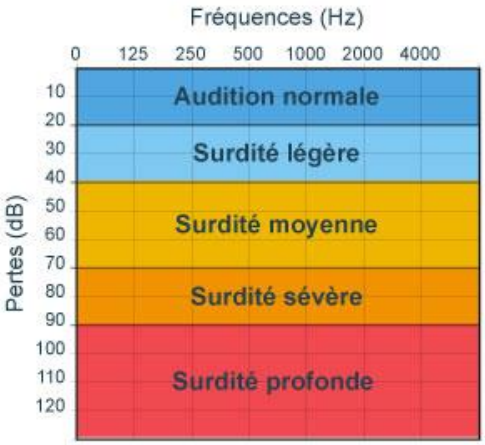
Un bon examen audiométrique doit regrouper les 2 voies de conduction. L'interprétation de ces deux courbes permet de mesurer différents paramètres dont le degré de perte d'audition.

Il existe 5 degrés de surdité :

- Légère : Perte se situe entre 20 et 40 dB : La parole est perçue normalement, mais la gêne apparaît à voix basse ou lorsque l'émetteur s'écarte.
- Modérée : Perte se situe entre 40 et 70 dB : La parole est perçue si on hausse la voix
- Sévère : Perte se situe entre 70 et 90 dB : La parole est perçue à voix forte proche de l'oreille
- Profonde : Perte est supérieure à 90 dB : Aucune perception de la parole
- Totale : Pas d'audition mesurable [19]

[19] Grand audition, « Test audiogramme, test d'audiomètrie, audiogramme tonal, mesure d'audition ».

Figure 9 : Degrés de surdité



Source : Grand audition, « Testez votre audition », 2018

Avant de réaliser ces examens audiométriques quantitatifs, un examen qualitatif de l'audition peut être réalisé afin de permette de diagnostiquer et de distinguer le type de surdité dont souffre le patient.

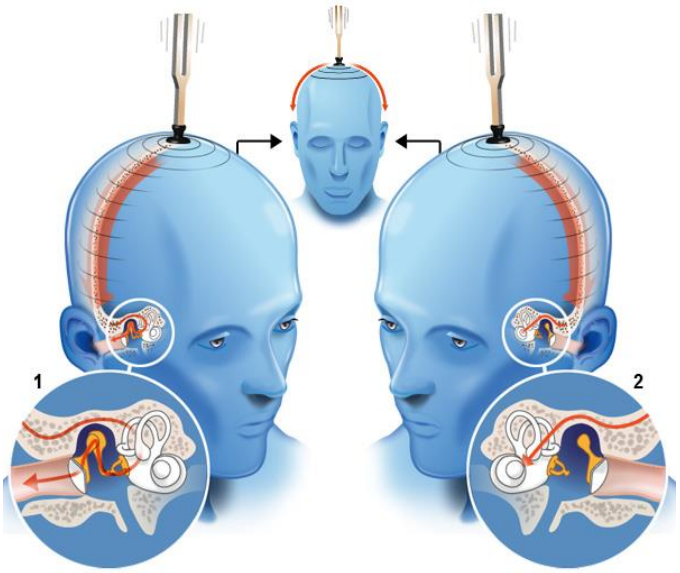
2.3.2. L'acoumétrie

L'acoumétrie est un examen de l'audition qui se pratique à l'aide d'un diapason, qui émet un son entre 256 ou 512 Hertz de fréquence.
Au cours de cet examen on réalise deux tests :

- Test de Weber (Figure 9) : On fait vibrer le diapason puis on le place au milieu du crane du patient et on lui demande s'il entend le son produit par le diapason. Cela va permette de comparer simultanément la conduction osseuse des deux oreilles.

A la fin de ce test on parlera de patient sain s'il perçoit le son de manière identique des deux côtés ; de surdité de transmission si le patient perçoit mieux le son au niveau de l'oreille malade ; de surdité de perception si le patient perçoit mieux le son au niveau de l'oreille saine.

Figure 10 : Test de Weber



Source : Association Neuroreille, « L'acoumétrie », 2016

- Test de Rinne (Figure 10) : On place le diapason en vibration d'abord sur le mastoïde puis en face du conduit auditif externe. Cela va permette de comparer la durée de conduction aérienne à celle de la conduction osseuse.

Le Rinne est dit positif lorsque le son est mieux entendu devant l'entrée du conduit auditif externe (conduction aérienne meilleure que la conduction osseuse) on parlera alors de surdité de perception ; Le test de Rinne sera négatif lorsque le son sera mieux entendu sur la mastoïde (conduction osseuse meilleures que la conduction aérienne) on parlera alors de surdité de transmission.[20]

[20] Mudry, « L'acoumétrie : otologie ».

Figure 11 : Test de Rinne

Source : Mudry A, « L'acoumétrie », 2018

L'association des résultats de ces deux tests va permettre de s'orienter vers le type de surdité que présente ou non la personne examinée.

- Surdité de transmission
- Surdité de perception [21]

2.4. La nocivité du bruit

L'exposition au bruit peut entrainer des effets auditifs et extra-auditifs.

Selon la durée et l'intensité de l'exposition, les atteintes auditives peuvent être aigues ou chroniques, réversibles ou non. Quant aux effets extra-auditifs, en général, liés à une exposition chronique, ils sont attribués à l'effet stressant du bruit.

Dans le milieu professionnel, la nocivité du bruit sur l'audition :

- Est corrélée à la durée d'exposition ;
- Existe pour une exposition sonore quotidienne dès 80 dB(A) ;
- Se manifeste dès les premières années d'exposition ;

[21] Toulouse, « Les explorations fonctionnelles en otologie ».

- Est majorée par l'exposition conjointe à des agents ototoxiques (solvants aromatiques, monoxyde de carbone);
- Est aggravée par les effets des activités bruyantes de loisirs ;
- Dépend aussi de la vulnérabilité cochléaire individuelle.

2.4.1. Effets extra-auditif

Le bruit et la gêne occasionnée par celui-ci peuvent avoir des effets non auditifs. Ces effets ne sont pas la conséquence directe de l'énergie acoustique à l'oreille ; Principalement provoqués par le stress, ils entrainent :

- Des céphalées
- Une altération de la concentration, de la performance
- De la fatigue
- Des difficultés d'intelligibilité de la parole,
- De l'irritabilité,
- Des troubles du sommeil,
- Des troubles psycho-sociaux (dépression),
- Une atteinte de la mémoire,
- Des effets sur le système endocrinien : Lors d'une situation trop bruyante, l'organisme réagit par des mécanismes de défense en sécrétant des hormones tel que le cortisol ou les catécholamines (adrénaline, dopamine),
- Des effets au niveau cardio-vasculaire (HTA, troubles du rythme),
- Des troubles de l'attention,
- Des troubles musculo-squelettiques,
- Des troubles digestifs ou cutanés
- Une diminution de la communication entre les personnes,
- Des difficultés à percevoir certains signaux d'alerte ou de danger,[22]

L'OMS considère que des effets extra-auditifs du bruit peuvent se manifester à partir du moment où l'on est soumis à un niveau d'exposition proche de 50 dB. [23]
Ces troubles peuvent avoir d'importante conséquences sur la qualité du travail de l'odontologiste.

[22] Centre d'information et de documentation sur le bruit, « Bruit et santé ».
[23] Bruitparif, « L'échelle des décibels ».

2.4.2. Les troubles auditifs

Les troubles auditifs regroupent plusieurs pathologies qui se manifestent à différents âges de la vie par des atteintes temporaires ou définitives du système auditif.
Le trouble auditif peut prendre différentes formes

- Les acouphènes
- La surdité professionnelle
- La presbyacousie et hyperacousie

2.4.2.1. Les acouphènes

2.4.2.1.A. Les acouphènes subjectifs

Ils sont définis par la perception d'un son, d'une sensation auditive désagréable qui n'existe pas dans l'environnement sonore. Ce son est produit par la personne elle-même. Le son perçu peut être un bourdonnement, un tintement ou encore un sifflement uni ou bilatéral, sans qu'il n'y ait de véritable son arrivant dans l'oreille ; d'où la complexité du diagnostic. [24]
Cette catégorie représente la majeure partie des acouphènes. Dans cette dernière, l'auscultation des vaisseaux de la tête et du cou ne révèle aucune anomalie.
Les acouphènes ne sont pas une maladie mais une perception de l'individu qui devient par la suite une gêne qui peut altérer dramatiquement la qualité de vie, perturbant les activités quotidiennes (familiales et professionnelles).

Les deux grandes hypothèses physiopathologiques de ces troubles sont :

- Acouphène d'origine périphérique (dû à un dysfonctionnement de la cochlée ou du nerf auditif)
- Acouphène dû à un dysfonctionnement du système auditif centrale [25]

[24] Information hospitalière, « Acouphène ».
[25] Dauman et Laffargue, « Acouphènes subjectifs : modèles physiopathologiques et recherche clinique ».

2.4.2.1.B. Les acouphènes objectifs

Les acouphènes objectifs sont beaucoup moins fréquents, ils ne représentent que 5% des acouphènes en général.
On parle d'acouphène objectif quand une cause objective organique en est à l'origine, objectivable par un enregistrement.
Les origines organiques sont diverses :

- Tumorale : Très rare, Il s'agit d'un paragangliome ou chemodectome développé à partir du nerf Jacobson ou de la glomus jugulaire.
- Vasculaire : fistules arterioveineuses intracrâniennes secondaire à une lésion induite par un fragment osseux.
- Autres : Hypertension intracrânienne bénigne

Ou encore en rapport avec des mouvements anormaux au niveau du muscle du marteau, une déhiscence du canal supérieur, une béance tubaire. [26]

25% des acouphènes entrainent une détérioration de la vie quotidienne, pouvant entrainer une dépression (les personnes pensent que les bruits vont augmenter d'année en année et ne jamais s'arrêter, les rendant très angoissés)
Aucun traitement curatif n'existe mais on peut faire appel à différents moyens pour atténuer voire masquer ces acouphènes. [27]

L'acouphénométrie est la mesure des caractéristiques physiques de l'acouphène. Ces mesures physiques sont difficiles à rendre fiable du fait de la subjectivité de l'acouphène. Cependant, le fait de caractériser cet acouphène est un élément rassurant pour le patient car elle donne à celui-ci des éléments objectifs.
Lors de la mesure de l'acouphène plusieurs paramètres sont évalués :

- La hauteur de l'acouphène
- Le timbre

[26] Thomassin, Rossi, et Reyre, « Acouphènes objectifs ».
[27] Glaude, « Les acouphènes : nos oreilles sont-elles en danger ? »

- La sonie
- La localisation [28]

La prise en charge des acouphènes peut se faire de différentes manières : Elle demande toujours la participation active et motivée du patient.

1) Traitements médicaux

- Médicaments : Anxiolytiques, Antiépileptiques ce qui permet de retrouver le sommeil ou encore des antidépresseurs qui n'agissent pas sur les acouphènes mais sur la dépression qui peut en découler. (Traiter les conséquences de l'acouphène)[29]

2) Prise en charge audio prothétique :

Pour une perte auditive faible, on va recourir à l'utilisation d'un bruiteur ou atténuateur d'acouphènes qui va permettre au patient d'entendre un signal sonore en même temps que son acouphène et donc mettre à distance ce dernier.

Figure 12 : Appareil auditif pour acouphène

Source : La clinique de l'acouphène de Montréal, « Les prothèses auditives », 1987

[28] Ohresser, *Les acouphène s: diagnostic, prise en charge et thérapeutique*.
[29] Ohresser.

3) Les thérapies à visée psychologiques :

Les thérapies les plus utilisées sont :

- La sophrologie qui s'appuie sur un travail fondamental de respiration et de relaxation

- Thérapies cognitives et comportementales

- La tinnitus retraining therapy (traitement d'habituation des acouphènes)

La thérapie de réadaptation d'acouphène se compose essentiellement de deux parties.
Dans la première partie, des conseils sont donnés aux patients sur les acouphènes, la façon dont les processus cérébraux sonnent et aident à démystifier les acouphènes. Il vise à répondre à toutes les questions que les patients peuvent avoir, pour aider à diminuer l'anxiété, la peur ou l'inconfort liés à l'acouphène.

Figure 13 : Thérapie des acouphènes

Source: MacIver, « Tinnitus retraining therapy : what is it and does it work?», 2018

Le conseil et l'enseignement sont des éléments essentiels de la thérapie de rééducation des acouphènes. Il aide à briser les perceptions négatives et aide le patient à pousser l'acouphène jusqu'à l'arrière de son esprit, jusqu'à ce qu'il cesse d'être un problème ou une distraction.

La deuxième partie de TRT utilise la thérapie par le son. Afin de soulager les patients, ils se voient accorder un faible niveau de bruit, porté sur un appareil derrière l'oreille. Cet appareil ressemble à une aide auditive et est appelé un instrument de contrôle des acouphènes (TCI), ou un générateur de son. Il est mis en place pour générer des sons relaxants ou des bruits blancs qui offrent une distraction du bruit des acouphènes qui est leur compagnon constant.[30]

Ces thérapies vont mettre les acouphènes à distance.
Les techniques varient selon la méthode : Réinterprétation de l'acouphène et diminution de sa signification émotionnelle négative, redirection de la pensée et de l'attention …

2.4.2.2) La surdité professionnelle

Elle se définit comme un état pathologique caractérisé par une perte partielle ou totale, de perception des ondes sonores environnantes.
En tant que maladie professionnelle, la surdité professionnelle fait suite à une exposition prolongée à des niveaux sonores élevés lors de l'exercice de la profession. Elle résulte de l'altération puis de la disparition irréversible des cellules ciliées.
À l'échelle mondiale, les surdités liées au bruit professionnel représentent 16 % des surdités de l'adulte. En France, le nombre de déclarations est de 1000 cas par an. En 2012, la surdité professionnelle représentait 2 % de l'ensemble des maladies professionnelles et était au cinquième rang des maladies professionnelles.
La surdité professionnelle s'installe de façon progressive et insidieuse. Elle n'est cliniquement évidente qu'après plusieurs mois ou années d'exposition sonore, ce qui souligne l'intérêt essentiel de la surveillance audiométrique. Elle prédomine sur des fréquences aigües avant de se propager vers les fréquences moyennes et graves. L'établissement d'une surdité professionnelle et sa progression s'effectuent à une vitesse très différente, qui dépend de multiples variables, parmi lesquels les niveaux sonores, la durée d'exposition, l'âge et la susceptibilité individuelle.

[30] MacIver, « Tinnitus retraining therapy : what is it and does it work? »

On distingue quatre stades de gravité de la surdité professionnelle, précédés d'une phase d'accoutumance. [31]

La phase d'accoutumance désigne une fatigue auditive qui survient chez tout sujet fraîchement exposé à une ambiance sonore élevée.

- Surdité légère 20 à 40 dB
- Surdité moyenne 40 à 70 dB
- Surdité sévère 70 à 90 dB
- Surdité profonde Au-delà de 90 dB

On peut parler de surdité professionnelle à partir de deux éléments :

- La perte auditive est d'au moins 35 dB sur la meilleure oreille ;
- L'audiométrie diagnostique est réalisée au moins trois jours après l'arrêt à l'exposition au bruit lésionnel, afin d'éviter de prendre en compte la fatigue auditive.[32]

On parle de **surdité de transmission** lorsqu'elle résulte de processus pathologiques qui intéressent uniquement l'oreille externe ou moyenne, sans toucher à l'oreille interne.

Un traitement local, médical ou chirurgical, est prescrit pour traiter cette surdité, qui peut être également corrigée par des aides auditives. L'origine de cette surdité peut être malformative, congénitale, inflammatoire, traumatique ou dégénérative.

On parle de **surdité de perception** lorsqu'elle résulte de processus pathologiques qui touchent l'oreille interne. Elle est d'importance variable, modérée à profonde, souvent bilatérale et n'est que rarement accessible à un traitement curatif, médical ou chirurgical. Elle n'est corrigeable le plus souvent que par des aides auditives. [33]

[31] Journée nationale audition, *L'audition : guide complet*.
[32] Nottet, « Surdité professionnelle ».
[33] Journée nationale audition, « Surdité, presbyacousie, hyperacousie ».

2.4.2.3. La presbyacousie

La presbyacousie, altération de l'audition liée au vieillissement, est la cause la plus fréquente de surdité de perception chez l'adulte. Cependant elle ne provient pas uniquement du vieillissement mais résulte également de facteurs nocifs tels que la prise de médicament ototoxique (anti inflammatoire : Aspirine, Aspégic ... au-delà de 4g/J cela provoque des acouphènes ou perte auditive[34]), l'existence de certaines pathologies et surtout l'exposition au bruit. Il existe une variabilité interindividuelle quant à l'âge d'installation de la presbyacousie et son évolutivité. Le diagnostic est établi devant la constatation d'une surdité de perception bilatérale et symétrique, prédominant sur les fréquences aiguës. Les niveaux sonores élevés, liés à la vie professionnelle entrainent l'apparition prématurée d'une presbyacousie.
La presbyacousie touche l'oreille interne, les voies auditives et le système nerveux central.
La presbyacousie est caractérisée par son installation lente et sournoise. Cela nous amène à différencier trois stades :

- Un stade infra clinique : perception difficile de certains sons aigus.
- Un stade de retentissement social, correspondant à des seuils audiométriques supérieurs ou égaux à 30 dB pour la fréquence 2000 Hz ; (un seuil auditif compris entre 0 et 25 dB est considéré normal)
- Un stade évolué, où l'altération auditive s'accompagne d'une réduction de la communication, puis un isolement du sujet vis-à-vis de son entourage. On parle d'un véritable handicap.

Le dépistage de la presbyacousie débutante repose sur la recherche d'une altération de la compréhension, dans le bruit. Qu'il s'agisse de réunions professionnelles, familiales, ou de conversations dans un environnement bruyant (restaurant, commerce, etc.), la difficulté à comprendre traduit une altération de l'intelligibilité de la parole. Quel que soit l'âge, il faut réaliser une évaluation audiométrique tonale et vocale. Dans les formes les plus évoluées, le patient peut tomber en dépression du fait de la rupture de communication avec l'environnement proche, en rapport avec le handicap auditif.

[34] France acouphènes, « Médicaments ototoxiques ».

Face à la presbyacousie plusieurs traitements ont été mis en place :

- Traitement médical :

Leur site d'action est variable, soit périphérique soit centrale. On a différentes classes thérapeutiques : alphabloquants, antiserotinergiques, dopaminergiques.

- Prise en charge audio prothétique et orthophonique :

L'aide auditive bilatérale mise en place précocement, est le traitement de choix pour les presbyacousies. On envisage ce traitement dès que la gêne fonctionnelle est présente et que le déficit moyen en audiométrie tonale dépasse 30 dB.

Le suivi effectué parallèlement par le médecin traitant, l'ORL, l'audioprothésiste, l'orthophoniste et un soutien psychologique, contribuent à vérifier le port régulier des aides auditives, à adapter leurs réglages et à réaliser un entraînement auditif. L'information régulière de l'entourage proche est utile pour accompagner cette période d'adaptation qui peut se prolonger plusieurs mois.[35]

2.5. Règlementation

La règlementation française va s'appuyer sur une démarche dont les principes généraux sont établis par le Code du travail (article L. 4121-2 46). [36]

Tableau 3 : Obligations de l'employeur

PRINCIPES GÉNÉRAUX D'UNE DÉMARCHE DE PRÉVENTION : PRINCIPALES OBLIGATIONS DE L'EMPLOYEUR
▪ Éviter les risques ▪ Évaluer les risques qui ne peuvent être évités ▪ Combattre les risques à la source ▪ Agir sur les conditions et l'organisation du travail (choix des équipements, des procédés, des substances...) ▪ Former et informer les salariés sur les risques et leur prévention ▪ Prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle

Source : Institut national de recherche et de sécurité, « Santé et sécurité au travail », 2017

[35] Bouccara et al., « Presbyacousie ».
[36] INRS, « Bruit. réglementation - risques - inrs ».

Le seuil de référence : 0 dB(A)

Il correspond au seuil normal d'audition. En dessous aucun son n'est perçu par l'homme.

Le seuil de risque : 80 dB(A)

Le 15 février 2003 la nouvelle **directive 2003/10/CE** concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé, relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux bruits détrône la directive 86/188/CEE du 12 mai 1986.

Cette directive annonce la limite d'exposition à **80 dB(A)** (au lieu de 85 dB(A)).[37]

A partir de ce seuil, l'employeur est obligé d'avertir ses employés sur les risques auditifs encourus, d'offrir un contrôle de l'audition (facultatif) et de fournir si besoins des protections auditives adaptées.

A partir de 80 dB(A), la durée d'exposition à la source de bruit est un facteur important de risque.

Le seuil de danger : 85 dB(A)

A partir de ce seuil, sur une période de 8h, le port de protections auditives est obligatoire

Le seuil de douleur : 120 dB(A)

Le seuil de 120 dB(A) marque le début de la douleur. [38]

Tableau 4 : Durées d'exposition quotidiennes

EXEMPLE DE DURÉES D'EXPOSITION QUOTIDIENNES ÉQUIVALENTES	
Niveau sonore en dB(A)	Durée d'exposition
80	8 h
83	4 h

[37] France business partner, « Fiche pratique: le risque auditif dans l'entreprise ».

[38] France acouphènes, « Bruit = danger : sons, décibels,fréquences sonores et législation ».

EXEMPLE DE DURÉES D'EXPOSITION QUOTIDIENNES ÉQUIVALENTES	
86	2 h
89	1 h
92	30 min
95	15 min
98	7,5 min

Source : Institut national de recherche et de sécurité, « Santé et sécurité au travail », 2017

L'évaluation des risques liés au bruit passe par une appréciation des niveaux de bruit auxquels les travailleurs sont exposés.
Les exigences de la réglementation varient en fonction des niveaux d'exposition : au-delà de certains seuils, une série d'actions doit être mise en œuvre par le patron.
L'exposition est évaluée à partir de deux paramètres :
- L'exposition moyenne quotidienne (sur 8 heures : notée L)
- L'exposition instantanée aux bruits très courts (niveau crête : noté LpC).

Chacun de ces deux paramètres est comparé à 3 seuils :

- Valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action (VAI) : c'est le seuil le plus bas ; premières actions de prévention ;

- Valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action (VAS) : c'est le 2e seuil : des actions plus sévères.

– Valeur limite d'exposition (VLE) : ce troisième seuil ne doit être dépassé en aucun cas. [39]

Les tableaux ci-dessous donnent les valeurs de ces différents seuils ainsi que les actions associées :

Tableau 5 : Seuil et règlementation

SEUILS	PARAMÈTRES	RÉGLEMENTATION
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)

SEUILS	PARAMÈTRES	RÉGLEMENTATION
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).*

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 140dB(C)	▪ Adoption immédiate de mesures de réduction du bruit ▪ Identification des causes de l'exposition excessive et adaptation des mesures de protection

Source : Institut national de recherche et de sécurité, « Santé et sécurité au travail », 2017

En définitive selon l'INRS le risque de perte d'audition est fixé à 80 dB(A) pour une exposition de 8h/j ou à 83 dB(A) pour une exposition de 4h/j.

[39] INRS, « Bruit. réglementation - risques - inrs ».

3 : Bruit au cabinet dentaire

3.1. Bruits externes

La nuisance provoquée par les éléments extérieurs nous amène à protéger la salle opératoire afin d'obtenir de bonnes conditions de travail. En effet, avant de parler du bruit du cabinet en lui-même, de nombreuses sources sonores viennent de l'extérieure.

En premier lieu, l'environnement dans lequel se trouve le cabinet dentaire (centre-ville, tramway, métro, rue animée)

Mais également, les bruits secondaires à l'activité professionnelle : la salle d'attente, les sonneries de téléphones, le moteur de l'aspiration, le compresseur. [40]

- Un compresseur air sec dont le niveau sonore varie entre 71 et 77 dB[41]doit être placé le plus loin possible. S'il est situé dans une pièce contiguë à la salle d'attente ou à la salle opératoire, il doit être équipé de plot anti-vibratif et d'une armoire insonorisée et ventilée. L'ensemble de ces moyens va permettre d'empêcher la transmission des vibrations au sol et de chuter le niveau sonore de 14dB.[42]

3.2. Bruits internes à la salle de soins

Plusieurs instruments générateurs de bruit au cabinet dentaire peuvent nuire à l'audition du praticien :

- La turbine
- Les ultrasons
- L'aspiration[43]

3.2.1. La turbine

La turbine est l'un des instruments indispensables à la pratique quotidienne en odontologie mais il est également l'un des instruments les plus bruyants du cabinet dentaire.

[40] Vincent et Gissinger, « Les effets du bruit sur la santé ».
[41] Blanc, « Les clés pour bien choisir et utiliser un compresseur ».
[42] Binhas, *La gestion globale du cabinet dentaire. volume 1, L'organisation technique*.
[43] Binhas.

Dans les années 50, les premières turbines apparaissent et posent des problèmes sonores. On parle de turbines à roulement à billes.
Face à cette inquiétude sonore, de nouvelles turbines arrivent sur le marché (moins intense que les turbines à roulement à bille) ce sont des turbines à coussin d'air.
Leur arrivée fait chuter le niveau sonore de 10 dB. [44]

3.2.2. Les ultrasons

Découverts en 1883 par le physiologiste anglais Francis Galton (1822-1911), les ultrasons sont devenus des instruments indispensables dans la pratique odontologique grâce à leur utilisation dans deux domaines :

- Le détartrage
- Décontamination

Les ultrasons sont des ondes mécaniques qui présentent une fréquence qui est au-delà de 20 000 Hz.
Il existe 3 types différents de détartreurs ultrasoniques :

- La magnétostriction
- La Ferro magnétostriction
- La piézo-électricité

Ils ont en commun le phénomène de cavitation et peuvent se présenter sons plusieurs formes :

- Intégrables dans les units
- Appareil de table, à raccorder à un réseau d'eau
- Appareil de table avec réservoir d'eau [45]

3.2.3. L'aspiration

L'usage d'un spray à eau lors de l'utilisation des ultrasons, du contre angle ou de la turbine est indispensable pour éviter tout échauffement excessive de la dent, et contraint donc à l'utilisation d'une aspiration.

En odontologie de nombreuses études démontrent que les chirurgiens-dentistes sont soumis à un niveau de bruit proche de la limite du risque de perte auditive.

[44] Binhas.
[45] Blanc, « Les appareils à ultrasons et les soins dentaires ».

4 : Effet du bruit sur le chirurgien-dentiste

Une étude a été réalisée en 2011 à Bangalore (Sud de l'Inde), pour mesurer le niveau sonore dans différentes conditions de travail. Les niveaux sonores ont été mesurés avec un sonomètre de précision (CENTER 325 IEC 651 TYPE II) et un microphone dans les cabinets dentaires (Figure 14). Le microphone a été placé au niveau de l'oreille et à une distance de 6 pouces d'une source de bruit principale pour simuler la position auditive de l'opérateur.

Figure 14 : Instrument de mesure (CENTER® 325 IEC 651 TYPE II)

Source: Kadanakuppe et al. « Assessment of noise levels of the equipments used in the dental teaching institution, Bangalore », 2011

Les mesures ont été prises pour, les ultrasons (avec ou sans aspiration), les pompes d'aspirations (libres et quand elles touchent la muqueuse), les turbines et contre angles à vide ou appliqués à une dent, neuf et usagés.

Les résultats de cette étude sont présentés dans ce tableau et varient entre 65 et 87 dB.[46]

[46] BIUSanté, « Histoire du cabinet dentaire ».

Tableau 6 : Niveau sonores des différents équipements dentaires

Equipment	Used (mean±SD)	Brand new (mean±SD)	*t* value	*P* value
Ultrasonic scaler without suction pump	79.4±3.27	74.4±1.53	3.92	<0.001
Ultrasonic scaler with suction pump	83.8±1.78	76.1±5.33	3.92	<0.001
Turbine				
Only turned on	68.9±2.17	66.7±2.2	2.19	<0.05
Cutting on tooth	77.64±1.88	73.8±2.3	4.03	<0.001
Cutting on acrylic	79.78±1.76	75±2.19	5.33	<0.001
Cutting on composite	77.5±2.96	76.59±3.43	0.67	0.533
Cutting on amalgam	78.8±1.46	73.8±3.28	3.92	<0.001
Contra angle handpiece				
Only turned on	65.1±2.62	63.2±1.84	1.875	0.077
Cutting on tooth	74.7±1.8	71±1.3	5.20	<0.001
Cutting on acrylic	78.6±0.75	72.2±1.5	11.97	<0.001
Cutting on composite	79.8±1.21	73±3.38	2.45	<0.05
Cutting on amalgam	75.9±0.96	71.3±1.43	8.54	<0.001
Straight handpiece				
Only turned on	67.3±2.95	62.4±1.41	2.17	<0.05
Cutting on tooth	73.4 ±1.9	71.7±1.15	2.55	<0.02
Cutting on acrylic	76.7±3.54	73.8±1.45	2.389	0.028
Cutting on composite	68.6±0.61	64.9±2.09	2.3	<0.05
Cutting on amalgam	72.9±4.94	71±2.88	1.05	0.307

Equipment	Low volume (mean±SD)	High volume (mean±SD)	*t* value	*P* value
Suction pump running free	71.9±1.18	79.3±1.8	10.81	<0.001
Suction pump touch mucosa	80±1.77	87.2±1.52	9.64	<0.001

Source: Kadanakuppe et al, «Assessment of noise levels of the equipments used in the dental teaching institution, Bangalore», 2011

Dans notre exercice dentaire, 3 combinaisons reviennent souvent :

- Ultrasons avec aspiration : 83 dB (pour un instrument usé) et 76 dB (pour un instrument neuf)
- Turbine appliquée sur une dent : 78 dB (pour un instrument usé) et 74 dB (pour un instrument neuf)
- Aspiration sur la muqueuse : Environ 80 décibels

A partir de cette étude nous pouvons conclure que :

1) L'équipement dentaire présente un niveau sonore élevé
2) Le niveau sonore des instruments neufs est moins élevé que celui des instruments usés
3) Les niveaux de bruits détectés dans cette étude sont proches du seuil à partir duquel nous avons un risque de perte auditif (80 dB)

Une autre étude a été réalisée en 2010 à Rome (Italie) comparant le risque auditif entre les dentistes et les médecins généralistes. [47]

Dans cette étude ont été sélectionné 100 dentistes et 100 médecins généralistes.

Un questionnaire, précédemment validé par une enquête commandée par le ministère italien de la santé, a été délivré à tous les participants.

[47] Messano et Petti, « General dental practitioners and hearing impairment ».

Generic section (GDPs and GPs)

Age	(years)
Gender	F(0)/M(1)
Time since the start of practice	(years)
Mean daily working time	(hours)

Exposure to generic HI-associated risk factors

Recreation	
Firearms (e.g., hunter)	Never(0)/almost never(0)/occasionally(0)/Frequently(1)
Discotheque	Never(0)/almost never(0)/occasionally(0)/Frequently(1)
Diving	Never(0)/almost never(0)/occasionally(0)/Frequently(1)
Driving/Riding in race-track	Never(0)/almost never(0)/occasionally(0)/Frequently(1)
Traffic noise in the area of residence	High(1)/Medium(0)/Low(0)
Family history	
Hypoacusis	N(0)/Y(1)
Autoimmune diseases	N(0)/Y(1)
Otosclerosis	N(0)/Y(1)
Multiple sclerosis	N(0)/Y(1)
Current/past regular user of	
Aminoglycosides	N(0)/Y(1)
Quinine	N(0)/Y(1)
Cisplatin	N(0)/Y(1)
Regular smoker since 10 years or more	N(0)/Y(1)
Current/past affected by	
Cardio-vascular diseases	N(0)/Y(1)
Diabetes	N(0)/Y(1)
Ear diseases	N(0)/Y(1)
Hypertension	N(0)/Y(1)
Head and/or neck trauma with temporary/permanent hearing damage	N(0)/Y(1)

HI-associated symptoms

Ever perceived	
Tinnitus	N(0)/Y(1)
Hypoacusis in one or both ears	N(0)/Y(1)
Fullness in one or both ears	N(0)/Y(1)
Perceived during or at the end of working days	
Tinnitus	N(0)/Y(1)
Hypoacusis in one or both ears	N(0)/Y(1)
Fullness in one or both ears	N(0)/Y(1)
Perceived during weekends	
Tinnitus	N(0)/Y(1)
Hypoacusis in one or both ears	N(0)/Y(1)
Fullness in one or both ears	N(0)/Y(1)

Fig. 1 – Questionnaire. Tinnitus is the perception of sound in the absence of corresponding external sources of noise. Hypoacusis is a slightly decreased auditory sensitivity. Fullness is the sensation that ears are stuffed or congested, thus resulting in muffled hearing.

A l'issue de ce questionnaire, les résultats furent répartis dans le tableau suivant (tableau 7) :

Tableau 7 : Caractéristiques des échantillons

Variable	GDPs (n = 100)	GPs (n = 115)	Statistical analysis
Age (years)	43.7 (s.d., 7.9)	44.4 (s.d., 8.2)	t = 0.62 (p = 0.53)
Gender (%)	F = 20.0%, M = 80.0%	F = 30.4%, M = 69.6%	χ^2 = 2.54 (p = 0.11)
Time since the start of practice	17.0 (s.d., 7.0)	21.2 (s.d., 9.2)	t = 3.77 (p = 0.0002)
Average daily working hours	7.3 (s.d., 1.7)	8.1 (s.d., 1.5)	t = 3.72 (p = 0.0002)
Recreation			
Firearms	7.0%	3.5%	χ^2 = 0.74 (p = 0.38)
Discotheque	13.0%	17.4%	χ^2 = 0.49 (p = 0.48)
Diving	15.0%	13.0%	χ^2 = 0.05 (p = 0.82)
Driving/riding in race-track	2.0%	3.5%	χ^2 = 0.06 (p = 0.80)
Traffic noise in residence (% high)	9.0%	9.6%	χ^2 = 0.00 (p > 0.99)
Family history			
Hypoacusis	16.0%	17.4%	χ^2 = 0.01 (p = 0.92)
Autoimmune diseases	0.0%	1.7%	χ^2 = 0.38 (p = 0.53)
Otosclerosis	0.0%	0.0%	
Multiple sclerosis	0.0%	0.0%	
Use of			
Aminoglycosides	1.0%	0.9%	χ^2 = 0.00 (p > 0.99)
Quinine	3.0%	0.0%	χ^2 = 1.67 (p = 0.96)
Cisplatin	0.0%	0.0%	
Smoking (≥10 years)	37.0%	37.4%	χ^2 = 0.00 (p > 0.99)
Cardio-vascular diseases	2.0%	0.9%	χ^2 = 0.02 (p = 0.90)
Diabetes	0.0%	1.7%	χ^2 = 0.38 (p = 0.53)
Ear diseases	3.0%	1.7%	χ^2 = 0.03 (p = 0.87)
Hypertension	6.0%	8.7%	χ^2 = 0.24 (p = 0.62)
Head/neck trauma with hearing damage	0.0%	0.0%	
HI-associated symptoms			
Tinnitus	10.0%	4.3%	χ^2 = 1.84 (p = 0.17)
Hypoacusis	16.0%	9.6%	χ^2 = 1.48 (p = 0.22)
Fullness	7.0%	2.6%	χ^2 = 1.45 (p = 0.22)
Presumptive HI (≥1 symptom)	30.0%	14.8%	χ^2 = 6.39 (p = 0.01)
95% confidence interval presumptive HI	21.0–39.0%	8.3–21.3%	

Source: Messano et Petti, « General dental practitioners and hearing impairment », 2012

A partir de ce tableau nous pouvons dire que :

- 10% des dentistes ont des acouphènes face à 4% chez les médecins
- 16% des dentistes ont de l'hypoacousie face à 10% chez les médecins
- 30% de présomption de perte auditive chez les dentistes face à 15% chez les médecins

Cependant au cours de cette étude, pour se rapprocher au maximum de la réalité, les variables avec des coefficients p > 0,10 ont été éliminées.
Donc de ce tableau ce que nous allons retenir est qu'il y'a la double présomption de perte auditive chez les dentistes que chez les médecins.

Cette étude ne se finit pas ici et va aller chercher les variables associées à la déficience auditive présomptive dans l'échantillon globale (médecins + dentistes) mais également les variables associées à la déficience auditive présomptive uniquement chez les dentistes.

Et il ressort de ces résultats :

- Dans l'échantillon globale (médecins + dentiste) les différents facteurs associés à la perte auditives sont (tableau 8) :
    1) Antécédent familial d'hypoacousie
    2) Fumeur>10 ans
    3) Maladies auditives
    4) Hypertension
    5) ***<u>Dentisterie</u>***

- Par ailleurs dans l'échantillon ne regroupant que des dentistes, les différents facteurs associés à la perte auditive sont (tableau 9) :
    1) Ultrasons
    2) Turbine dentaire

Tableau 8 : Résultats des facteurs associés à la perte auditive dans l'échantillon globale

Variable	Risk group	OR (95% confidence interval)	*p*-Value
Family history of hypoacusis	Yes	4.3 (1.9–9.8)	0.0004
Smoking	≥10 years	2.1 (1.0–4.3)	0.04
Ear diseases	Yes	7.5 (1.2–47.8)	0.03
Hypertension	Yes	4.4 (1.4–13.5)	0.01
Occupation	GDP	3.1 (1.5–6.4)	0.002

Note: Marginal overfit (number of less common events (47)/number of variables (5) = 9.4). No collinearity (all *r* values lower than 0.2). Goodness of fit of the model: likelihood ratio $\chi^2_{5df} = 32.51$; $p < 0.0001$. Validation analysis: ear diseases (OR = 8.8, 95% CI, 0.4–195.1) and hypertension (OR = 6.4, 95% CI, 0.7–56.7) were no longer statistically significant predictors.

Source: Messano et Petti , « General dental practitioners and hearing impairment », 2012

Tableau 9 : Résultats des facteurs associés a la perte auditive chez les dentistes

Variable	Risk group	OR (95% confidence interval)	*p*-Value
Prosthodontics	Frequent	3.9 (1.3–11.5)	0.01
Ultrasonic scaler	Frequent	3.6 (1.1–12.2)	0.03
Dental turbine	Aged > 1 year	7.3 (2.6–20.8)	0.0002

Note: No overfit (number of less common events (30)/number of variables (3) = 10). No collinearity (all *r* values lower than 0.2). Goodness of fit of the model: likelihood ratio $\chi^2_{3df} = 24.37$; $p < 0.0001$. Validation analysis: prosthodontics (OR = 1.8, 95% CI, 0.4–8.5) was no longer a statistically significant predictor. Interaction: the interaction terms were tested in addition to the starting set of variables in two different models, which led to the same final model.

Source: Messano et Petti , « General dental practitioners and hearing impairment », 2012

En conclusion de cette étude, les dentistes présentent un risque de perte auditive plus élevé que chez les médecins généralistes. Cependant un tel risque n'est pas généralisé à tous les dentistes mais seulement a ceux qui utilisent fréquemment la turbine dentaire et les ultrasons au cours de leur pratique quotidienne.

Il existe également une étude réalisée en 2010 par le professeur Julien Nizard auprès de 27 chirurgiens-dentistes. Dans cette étude le professeur Nizard a pris 27 dentistes :

- Qui exercent l'omni pratique
- Qui présentent au moins 20 ans de carrière
- Qui ont moins de 60 ans
- Qui n'ont pas d'antécédents de problème auditifs

Au cours de cette étude le microphone était placé à équidistance du conduit auditif externe du praticien et de la source sonore.
Après anamnèse et réalisation de tous les tests, les résultats sont les suivants :

- Turbine à vide : 79 dB
- Aspiration à vide : 79 dB
- Turbine + Aspiration sur le patient : Entre 85 et 92 dB
- Ultrasons sur le patient : Autour de 84 dB

De plus ***une autre étude a été réalisée en 2011 (par Buissette hugues thèse 2011)*** afin d'évaluer le niveau sonore au cabinet dentaire. [48]
Au cours de cette étude, plusieurs éléments ont été observés :

- Niveau sonore dans un local seul : Le niveau sonore global atteint est de 43 dB

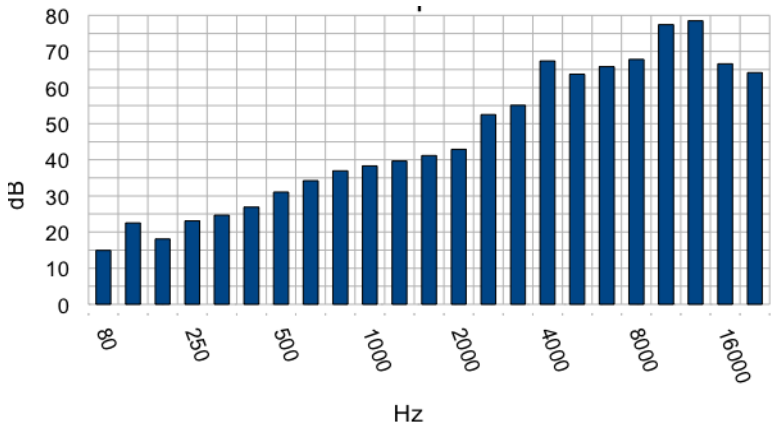
- Étude de la turbine appliquée sur une dent : On atteint un niveau sonore global de 70 dB

- Niveau sonore du détartreur à vide : On atteint un niveau sonore global de 62dB

[48] Buissette, « Nuisances sonores, évaluation des causes de surdité et recherche de déficiences auditives dans la pratique d'odontologie ».

- Niveau sonore du détartreur appliqué sur une dent (Figure 15) : On atteint un niveau sonore de 82 dB pendant un soin.

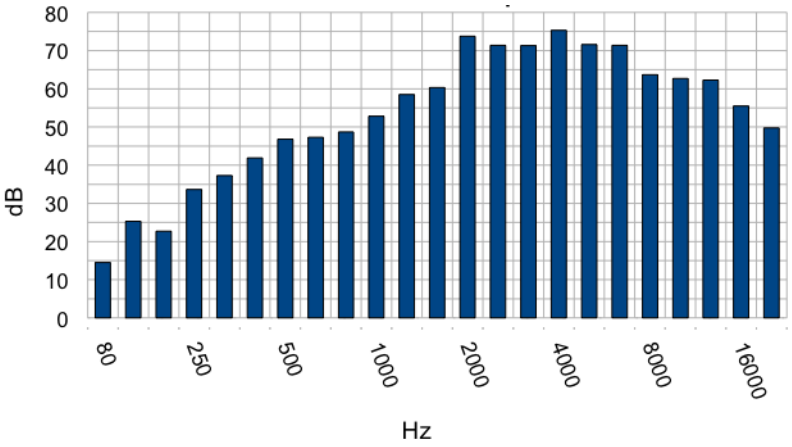
Figure 15 : Spectre de détartreur appliqué sur une dent



Source : Buissette , Nuisances sonores, évaluation des causes de surdité et recherche de déficiences auditives dans la pratique d'odontologie, 2011

- Étude de l'aspiration dans la cavité buccale adulte (Figure 16) : Le niveau sonore global sur tous les spectres des bruits d'aspiration est de 80 dB.

Figure 16 : Spectre de l'aspiration sur la muqueuse

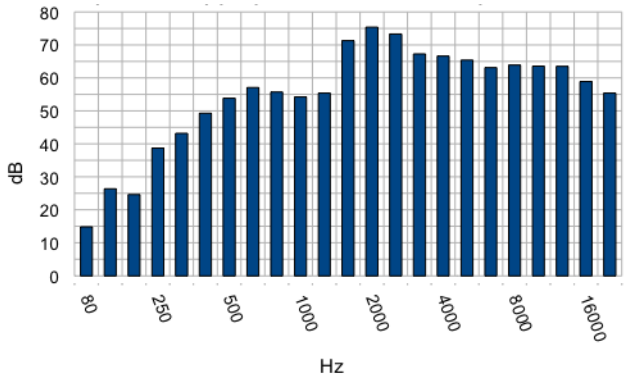


Source : Buissette, Nuisances sonores, évaluation des causes de surdité et recherche de déficiences auditives dans la pratique d'odontologie, 2011

Cette étude est allée encore plus loin et a analysé le niveau sonore de plusieurs combinaisons possibles au cabinet dentaire :

- Turbine associée à l'aspiration sur une dent (Figure 17) : Une valeur maximale de 75 dB est atteinte et le niveau sonore global est de 80 dB.

Figure 17 : Spectre de la turbine associé à l'aspiration



Source : Buissette, Nuisances sonores, évaluation des causes de surdité et recherche de déficiences auditives dans la pratique d'odontologie, 2011

- Détartreur associé à l'aspiration sur une dent : La valeur maximale de 78 dB est atteinte et un niveau sonore globale de 80 dB

Même si les résultats sont incertains et imprécis, les chirurgiens-dentistes sont tout de même exposés globalement à des niveaux sonores proches du seuil de risque auditif.

De plus une étude audiométrique sur plusieurs catégories de praticiens en fonction des durées d'exposition au bruit a été réalisée (***par Buissette hugues thèse 2011)*** :

- Moins de 10 ans : 6 praticiens (âgés de 25 à 36 ans)
- De 11 à 20 ans : 5 praticiens (âgés de 37 à 45 ans)
- De 21 ans et plus : 6 praticiens (âgés de 46 à 63 ans)

Tous ces praticiens ont été touchés par une perte d'audition. En effet au cours de cette études nous avons, sans exception, une altération de l'audition ciblée sur les fréquences aigues (6kHz)

Donc dans l'incertitude des conclusions et en l'absence d'études plus significatives il faudrait, par principe de précaution, inciter les dentistes à se protéger face au risque de perte d'audition.

5 : Moyens de préventions

Étant donné que la perte auditive due au bruit n'est pas médicalement traitable, il est important de prévenir ces troubles. L'environnement du travail peut être modifié pour diminuer les effets du bruit. Le maintien d'une bonne posture, le maintien d'une distance appropriée par les patients, le maintien de l'équipement dentaire en bon état de fonctionnement et l'utilisation de dispositifs de protection auditive appropriés sont autant de mesures que nous pouvons prendre pour prévenir les acouphènes et les pertes auditives.

5.1. Les protections auditives collectives

Puisque le bruit fait partie de l'environnement dentaire, la façon la plus logique de réduire les risques de perte auditive est de travailler avec un équipement moins bruyant et d'utiliser une forme de protection auditive directe, qui sont beaucoup plus silencieux que les modèles précédents. Les pièces à main à haute vitesse, mal entretenues ou usées sont plus bruyantes et donc l'entretien quotidien permet de garder l'équipement plus fluide et d'éviter l'usure prématurée des pièces à main.
L'utilisation des fraises en bon état permet aussi une diminution du niveau sonore.
Des compresseurs silencieux sont maintenant disponibles mais s'il est bruyant, le placer en dehors du cabinet dentaire et le plus loin possible. Les unités dentaires mobiles sont maintenant fabriquées avec des composants très silencieux

5.2. Les protections auditives individuelles

En 1918, apparaissent les boules de cires Quies et séduisent de nombreuses personnes aspirant au calme. Ces bouchons d'oreilles en cire se modèlent avec les doigts et s'insèrent dans le conduit auditif. Elles protègent du bruit en réduisant le niveau sonore de 27 dB. [49]

Cependant plusieurs inconvénients résultent de ces dispositifs :
- Absence d'échange avec l'assistante et le patient
- Les contraintes d'entretien et de manipulations
- Encombrants

Plusieurs nouveaux dispositifs ont été mis en place pour y remédier.

[49] Société quies, « Protection auditive en cire ».

5.2.1. Earpad universel

Ce dispositif est pourvu d'un filtre acoustique CLI (Correcteur loudness intégré) et peut être réalisé sur mesure à l'aide d'une empreinte du conduit auditif afin de s'adapter parfaitement au praticien. L'atténuation moyenne de 16 dB, en fait véritablement un protecteur universel et c'est la raison pour laquelle il est déjà réclamé par de nombreux utilisateurs (musiciens, professionnels exposés au bruit) Fait à base d'une résine acrylique biocompatible, il assure un plus grand confort, ce dispositif va protéger efficacement l'audition contre tous les risques liés au bruit tout en permettant d'entendre son patient ou son assistante.

Ce dispositif a une durée de vie d'environ 5 ans. Il faut l'entretenir régulièrement (après chaque utilisation nettoyer avec de l'eau et du savon).[50]

En fonction des fréquences, l'atténuation va être différente. Le tableau 10 regroupe les atténuations :

Tableau 10 : Atténuation Earpad universel

Fréquence (Hz) /	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Affaiblissement (dB)	7,7	9,7	9,2	12,3	14,8	22,9	23,7	19,5
Ecart Type (dB)	2,3	2,8	1,1	2,2	2,7	4,8	5,9	6,1
APV (dB)	5,3	6,9	8,1	10,1	12,1	18,1	17,8	13,4

Niveau moyen d'affaiblissement : 16 dB (A) - SNR : 15 dB - H : 16 dB - M : 12 dB - L : 10 dB

Source: Earsonic protection auditive, « earpad universel », 2018

5.2.2. Motus

Ce dispositif est doté d'un filtre tubulaire, qui opère comme un "réducteur" du canal auditif. Il va limiter l'entrée des vibrations acoustiques et permettre une atténuation non-linéaire.

Autrement dit il va respecter le schéma de perception naturel du son par l'oreille ;

Par exemple à un niveau sonore équivalent, les sons aigus et les médiums ne sont pas perçus avec la même intensité que les sons graves.

Les différentes matières, forme d'embout et niveau d'atténuation vont permettre d'ajuster ce protecteur auditif au plus près des exigences du client (musique, travail ...)[51]

[50] Earsonics SAS, « Earpad universel: le protecteur auditif intelligent ».
[51] Surdifuse, « Motus ».

Figure 18 : Protection auditive motus

Source : Surdifuse, « Motus », 2018

Le tableau 11 met en évidence la courbe d'atténuation de ce dispositif :

Tableau 11 : Courbe atténuation de Motus

		125	250	500	1000	2000	4000	8000
FILTRE VERT	Moyenne	15,1	16,9	20,2	26,2	31,6	32,8	36,8
	Écart type	6,2	5,7	4,4	4,3	4,7	5,2	5
	Minimum requis	5	8	10	12	12	12	12
	APV	8,9	11,2	15,8	21,9	26,9	27,6	31,8
		H	M	L	SNR			
		27	19	14	23			
		125	250	500	1000	2000	4000	8000
FILTRE ROUGE	Moyenne	17,8	19,7	22,2	26	32,8	35,4	39,1
	Écart type	5	5	4,1	5,5	3,5	3,6	6,6
	Minimum requis	5	8	10	12	12	12	12
	APV	12,8	14,7	18,1	20,5	29,3	31,8	32,5
		H	M	L	SNR			
		28	21	17	25			

Tests N° C95-143 et validation CE certificat N° C36-169, ont été réalisés par : TNO Human Factors Research Institute (0336) à 3769ZG Soesterberg, Netherlands.

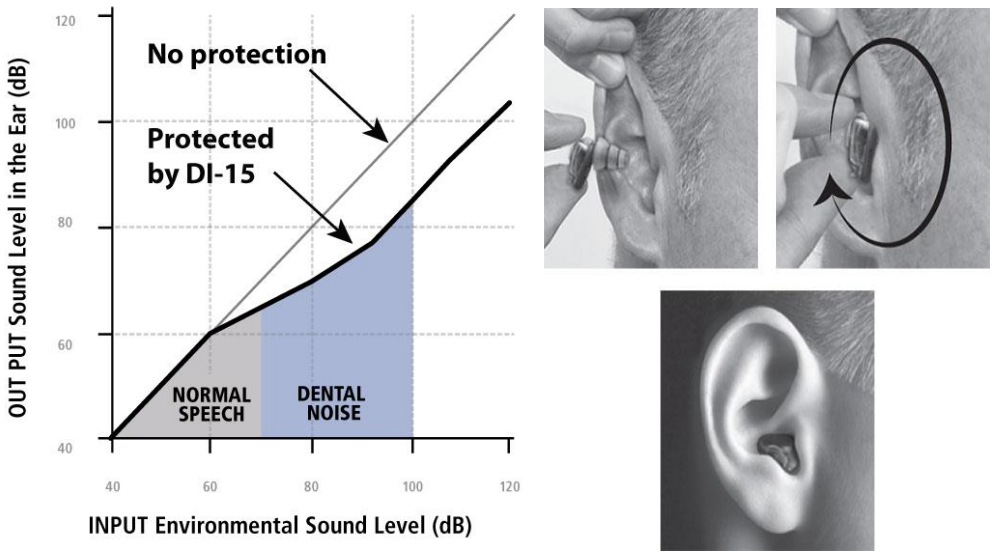
Source : Surdifuse, « Motus », 2018

5.2.3. Le bouchon auriculaire DI-15

Le bouchon auriculaire DI-15, fabriqué par la société Crown Dental + Médical en Nouvelle-Zélande, a été spécialement développé pour protéger contre les fréquences et les niveaux sonores néfastes, générés par les pièces à main à grande vitesse, les unités d'aspiration, les détartreurs à ultrasons, les équipements de laboratoire et autres équipements présents dans tous les cabinets dentaires.
Le DI-15 passe automatiquement en mode de protection, lorsqu'il détecte des niveaux ou des fréquences sonores nuisibles, en supprimant les niveaux d'entrée du son dans les oreilles et en empêchant une perte auditive irréversible. Lorsque le son ou la fréquence dommageable s'arrête, la prise d'oreille revient en mode passif, ce qui permet d'entendre clairement la voix et d'autres sons. Contrairement aux bouchons d'oreille ordinaires, tous les sons et les paroles restent clairs, tout en étant plus silencieux, comme baisser le volume.
L'Indice de réduction du bruit est de 15 décibels[52]

Caractéristiques :
· Maintient une communication 100% naturelle ; les sons restent clairs sans étouffer les bouchons d'oreille classiques
· Circuit électronique personnalisé haute définition ;
· Petit, léger, à peine visible et facile à utiliser

Figure 19 : Atténuation et utilisation de DI-15



Source: Crown dental et Medical, «Noise Induced Hearing Loss in Dentistry», 2018

[52] New zealand dental association, « New products ».

Conclusion

Le bruit est omniprésent dans la pratique quotidienne des chirurgiens-dentistes et présente un impact non négligeable sur la fatigue nerveuse et/ou physique.

Malgré les avis divergents des auteurs en ce qui concerne le bruit produit par les instruments en odontologie nous sommes globalement proche de la limite en décibels à partir de laquelle il existe un risque de perte d'audition, et qu'on est dans les critères de durées d'exposition.
Du fait de cette incertitude, par précaution, il serait judicieux d'inciter les dentistes à se protéger avec des appareils individuels confectionnés par des audioprothésistes.

De plus en tant que profession majoritairement libérale, la pratique de l'odontologie n'est pas soumise à la médecine du travail, médecine qui a pour mission exclusive d'éviter tout altération de la santé des travailleurs dans leur travail.
Par conséquent ne serait-il pas souhaitable de prévenir toute perte auditive dès l'enseignement, non seulement en sensibilisant les futurs praticiens aux risques du métier mais aussi en leur permettant d'accéder à une formation réelle et à une information vis-à-vis des caractéristiques de leur équipement et de leur matériel.
Plus encore, les dentistes exerçant à titre de salarié ne devraient pas être soumis à une surveillance ?

La toxicité liée au bruit ne peut se limiter à des normes purement administratives. Il existe indéniablement un niveau sonore toxique pour chaque praticien dans son exercice quotidien de sa profession. Encore faut-il le démontrer.

Bibliographie

Binhas, E. *La gestion globale du cabinet dentaire. volume 1, L'organisation technique*. Rueil-Malmaison : Ed.CdP, 2011.

BIUSanté. « Histoire du cabinet dentaire », 2018. http://www.biusante.parisdescartes.fr/sfhad/cab/texte22.htm.

Blanc, G. « Les appareils à ultrasons et les soins dentaires ». *Le fil dentaire* (blog), 2008. https://www.lefildentaire.com/articles/pratique/ergonomie-materiel/les-appareils-a-ultrasons-et-les-soins-dentaires/.

———. « Les clés pour bien choisir et utiliser un compresseur ». *Le fil dentaire* (blog), 2010. https://www.lefildentaire.com/articles/pratique/ergonomie-materiel/les-cles-pour-bien-choisir-et-utiliser-un-compresseur/.

Bouccara, D., E. Ferrary, I. Mosnier, et O. Sterkers. « Presbyacousie ». *EMC.Oto-rhino-laryngologie*. [20-185-C-10]. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2016. http://www.em-premium.com.frodon.univ-paris5.fr/article/1072722.

Bruitparif. « L'échelle des décibels », 2018. https://www.bruitparif.fr/l-echelle-des-decibels/.

Buissette, H. « Nuisances sonores, évaluation des causes de surdité et recherche de déficiences auditives dans la pratique d'odontologie ». Thèse d'exercice : chirurgie dentaire, Université de Lorraine, 2011. http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCDPHA_MAUDIO_2011_BUISSETTE_HUGUES.pdf.

Centre d'information et de documentation sur le bruit. « Bruit et santé ». Cidb, 2013. http://www.bruit.fr/images/stories/pdf/guide-bruit-sante-cidb-2013.pdf.

Dauman, R., et M. Laffargue. « Acouphènes subjectifs : modèles physiopathologiques et recherche clinique ». *EMC.Oto-rhino-laryngologie*. [20-180-A-10]. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2007. http://www.em-premium.com.frodon.univ-paris5.fr/article/68056.

Earsonics SAS. « Earpad universel : le protecteur auditif intelligent », 2018. http://www.earsonics.com/protection-auditive/earpad-universel/.

Ebbo, D., et J. Fiorentino. « Orl audition : l'oreille, un organe pour entendre ». Masanté-info.com, 2007. http://www.orl-info.com/audition/l_oreille.shtml.

France acouphènes. « Bruit = danger : sons, décibels,fréquences sonores et législation », 2018. https://www.france-acouphenes.org/index.php/pathologies/dossiers/43-sons-decibels-et-frequences-sonores.

———. « Médicaments ototoxiques », 2018. https://www.france-acouphenes.org/index.php/pathologies/medicaments-ototoxiques.

France business partner. « Fiche pratique : le risque auditif dans l'entreprise ». InfoRisque, 2017. https://www.inforisque.info/fiches-pratiques/risque-auditif.php.

Glaude, V. « Les acouphènes : nos oreilles sont-elles en danger ? » Association socialiste de la personne handicapée, 2013. http://www.asph.be/Documents/analyse-etudes-2013/2013-14-acouphenes.pdf.

Grand audition. « Test audiogramme, test d'audiomètrie, audiogramme tonal, mesure d'audition ». GrandAudition, 2018. http://www.grandaudition.com/votre-audition/testez-votre-audition/.

Information hospitalière. « Acouphène ». *Dictionnaire médical*, 2006.

http://www.informationhospitaliere.com/dico-723-acouphene.html.
Institut national de recherche et de sécurité. « Bruit. réglementation, risques», 2017. http://www.inrs.fr/risques/bruit/reglementation.html.
Journée nationale audition. « Surdite,presbyacousie, hyperacousie ». JNA, 2011. https://journee-audition.org/surdite.html.
Journée nationale audition, Association. *L'audition : guide complet*. Paris : Jfil denLyon, 2012.
L'agence culturelle grand Est. « Caractéristiques d'un son ». L'agence culturelle grand Est, 2011. http://www.sonorisation-spectacle.org/caracteristiques-d-un-son.html.
Morin, Y. « Organe de corti ». *Larousse Medical*. Paris : Larousse, 2006. http://www.larousse.fr/archives/medical/page/229.
MacIver, P. « Tinnitus retraining therapy : what is it and does it work? » *Tinnitus advisor* (blog), 2014. http://www.tinnitusadvisor.com/tinnitus-retraining-therapy/.
Messano, G-A, et S Petti. « General dental practitioners and hearing impairment ». *Journal of dentistry* 40, nº 10 (2012): 821-28. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.06.006.
Mudry, A. « L'acoumétrie : otologie ». Otologie, 2018. https://www.oreillemudry.ch/l%E2%80%99acoumetrie/.
———. « L'audiométrie : otologie ». Otologie, 2018. https://www.oreillemudry.ch/l%E2%80%99audiometrie/.
———. « L'oreille interne : otologie ». Otologie, 2018. https://www.oreillemudry.ch/66/.
New zealand dental association. « New products ». *New Zealand dental journal* 112, nº 3 (2016): 98-98.
Nottet, J.-B. « Surdité professionnelle ». *EMC.Oto-rhino-laryngologie*. [7002]. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson, 2015. http://www.em-premium.com.frodon.univ-paris5.fr/article/993298.
Ohresser, M. *Les acouphènes: diagnostic, prise en charge et thérapeutique*. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson, 2017.
Pujol, R. « Audition, oreille, cochlée ». Voyage au centre de l'audition, 2017. http://www.cochlea.eu.
Ramé, A, et S Thérond. *Anatomie et physiologie. Aide-soignant et auxilliaire de puériculture*. 4eme éd. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2018.
Service public fédéral. « Caractéristiques du bruit ». Beswic, 2015. https://www.beswic.be/fr/themes/agents-physiques/bruit/caracteristiques-du-bruit.
Société quies. « Protection auditive en cire ». *Quies* (blog), 2016. https://www.quies.fr/produit/protection-auditive-en-cire/.
Surdifuse. « Motus ». surdifuse, 2018. https://www.surdifuse.com/motus.
Thomassin, J.-M., et P. Barry. « Anatomie et physiologie de l'oreille externe ». *EMC.Oto-rhino-laryngologie*. [20-010-A-10]. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2016. http://www.em-premium.com.frodon.univ-paris5.fr/article/1055448.
Thomassin, J.-M., P Dessi, J.-B Danvin, et C. Forman. « Anatomie de l'oreille moyenne ». *EMC.Oto-rhino-laryngologie*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2008. http://www.em-premium.com.frodon.univ-paris5.fr/article/178186.
Thomassin, J.-M., M.-E. Rossi, et A. Reyre. « Acouphènes objectifs ». *EMC.Oto-rhino-laryngologie*. [63718]. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson, 2015. http://www.em-premium.com.frodon.univ-paris5.fr/article/989893.
Toulouse, Chu. « Les explorations fonctionnelles en otologie », s. d. http://www.medecine.ups-tlse.fr/dcem3/module15/294%20(2)%20-%20Explorations%20fonctionnelles%20en%20otologie.pdf.

Vincent, B, et V Gissinger. « Les effets du bruit sur la santé », 2011. http://www.acoucite.org/IMG/pdf_effets_bruit-sante_2011.pdf.

Table des figures

Figure 1 : Oreille interne 5
Figure 2 : L'oreille moyenne 6
Figure 3 : L'oreille interne 7
Figure 4 : La cochlée 8
Figure 5 : L'appareil auditif 9
Figure 6 : Audiométrie tonale 18
Figure 7 : Audiogramme tonale 19
Figure 8 : Audiogramme vocal 20
Figure 9 : Degrès de surdité 21
Figure 10 : Test de Weber 22
Figure 11 : Test de Rinne 23
Figure 12 : Appareil auditif pour acouphène 27
Figure 13 : Thérapie des acouphènes 28
Figure 14 : Instrument de mesure (CENTER® 325 IEC 651 TYPE II) 38
Figure 15 : Spectre de détartreur appliqué sur une dent 45
Figure 16 : Spectre de l'aspiration sur la muqueuse 45
Figure 17 : Spectre de la turbine associé à l'aspiration 46
Figure 18 : Protection auditive motus 49
Figure 19 : Atténuation et utilisation de DI-15 50

Table des tableaux

Tableau 1 : Échelle logarithmique 15
Tableau 2 : Grandeur pour des bruits familier 15
Tableau 3 : Obligations de l'employeur 32
Tableau 4 : Durées d'exposition quotidiennes 33
Tableau 5 : Seuil et règlementation 35
Tableau 6 : Niveau sonores des différents équipements dentaires 39
Tableau 7 : Caractéristiques des échantillons 42
Tableau 8 : Résultats des facteurs associés à la perte auditive dans l'échantillon globale 43
Tableau 9 : Résultats des facteurs associés a la perte auditive chez les dentistes 43
Tableau 10 : Atténuation Earpad universel 48
Tableau 11 : Courbe atténuation de Motus 49

Vu, le Directeur de thèse

Docteur Fadi BDEOUI

Vu, le Doyen de la Faculté de Chirurgie dentaire
de l'Université Paris Descartes

Professeur Louis MAMAN

Vu, le Président de l'Université Paris Descartes
Professeur Fréderic DARDEL
Pour le Président et par délégation,

Le Doyen Louis MAMAN

Les risques auditifs pour le praticien dans l'exercice de l'odontologie

Résumé :

La pratique de l'odontologie est une profession à risques, le niveau sonore des différents instruments est non négligeable.

Les conclusions des différentes études divergent mais il en ressort tout de même que le bruit est omniprésent au sein du cabinet et que les niveaux sonores sont proches du seuil à partir duquel on a un risque de perte d'audition.

Ces bruits surajoutés à ceux de la vie quotidienne peuvent chez certains individus être la source d'une perte de l'acuité auditive.

Pour prévenir et éviter cette nuisance sonore, il est recommandé à la profession de prendre les mesures nécessaires.

Des actions préventives précoces, dès l'entrée dans le cursus des études de chirurgien-dentiste, le port de prothèses auditives, ainsi que la surveillance des odontologistes et du personnel par des audiométries régulières pourraient être intéressants.

Discipline :

Prévention, santé publique

Mots clés fMesh et Rameau :

Odontologie en santé publique -- Dissertations universitaires ; Bruit au travail -- Dissertations universitaires ; Risques professionnels -- Soins dentaires -- Thèses et écrits académiques ; Cabinet médicaux -- Bruit -- Thèses et écrits académiques

Université Paris Descartes

Faculté de Chirurgie dentaire

1, rue Maurice Arnoux

92120 Montrouge