



HAL
open science

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

Hugues Buissette

► **To cite this version:**

Hugues Buissette. Nuisances sonores, évaluation des causes de surdité et recherche de déficiences auditives dans la pratique d'odontologie. Médecine humaine et pathologie. 2011. hal-01880730

HAL Id: hal-01880730

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01880730>

Submitted on 25 Sep 2018

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

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



AVERTISSEMENT

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

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

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

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

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

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

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

Université Henri POINCARÉ NANCY I

Faculté de Pharmacie

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

Mémoire en vue de l'obtention du

Diplôme d'État d'Audioprothésiste

BUISSETTE Hugues

Année 2011

REMERCIEMENT

Je tiens à remercier tout particulièrement le corps enseignant du centre de formation en audioprothèse qui m'a formé durant ces trois années d'études, celles-ci ayant été enrichissantes et intéressantes, mais aussi tous les collègues et amis et tout particulièrement :

-Mr DUCOURNEAU, enseignant à la Faculté de Pharmacie de Nancy, co-directeur du Diplôme d'État d'Audioprothésiste et chercheur à l'INRS (Institut National de Recherche et Sécurité) de Nancy,

-Mme le professeur FRIANT-MICHEL, enseignante à la Faculté de Pharmacie de Nancy et au D.E d'Audioprothésiste,

-Tous les intervenants au D.E. d'Audioprothésiste,

-Mr KOSZTUR, mon maître de stage,

-Mme VANCLAIRE, audioprothésiste, et référente pour le dépistage néo-natal au CHL de Lens,

-Dr FALLET et son équipe, Dr TARISSI, Dr HARLET, Dr DRON, Dr MARCINKOWSKI, Dr LONG et Dr BOURRET, chirurgiens dentistes et stomatologues,

-Dr FATOUX, Médecin du travail à Béthune,

-Mr PARMENTIER, la société ECIB (Engineering Construction Installation Anti-Bruit), pour leur prêt de matériel de mesure acoustique,

-Mr FAUCHEUX et Mr DHONET, la société 01dB-Metravib, pour l'aide à l'utilisation de l'exposimètre.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

CHAPITRE I : Définitions et rappels acoustiques

I – PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL AUDITIF.....	2
1) L'oreille externe.....	3
2) L'oreille moyenne.....	4
3) L'oreille interne.....	5
II – ETUDE PHYSIQUE DU BRUIT.....	9
1) Le bruit.....	9
2) La fréquence.....	10
3) L'intensité.....	11
4) Le spectre.....	11
III– SENSIBILITE DE L'OREILLE.....	12
1) Le son : généralités.....	12
2) Le décibel.....	12
A) Le décibel A : dB(A).....	12
B) Différence entre décibel audiométrique (HL) et acoustique (SPL).....	12
3) Détermination du niveau d'exposition.....	16
4) Les ultra-sons et leurs effets sur l'audition.....	20

CHAPITRE II : Traumatisme acoustique et surdité professionnelle

I – TRAUMATISME SONORE AIGU.....	21
II – ETIOLOGIE.....	22
1) Les agents traumatiques.....	22
2) Le niveau critique d'intensité du bruit.....	22
3) La durée d'exposition.....	23
4) La fréquence d'exposition.....	23
5) L' influence des facteurs individuels.....	24
III – EVOLUTION PROGRESSIVE DE LA SURDITE.....	24
IV – EFFETS DU BRUIT.....	24
1) Fatigue auditive.....	24
2) Adaptativité auditive.....	25
3) Effet de masque	26
4) Développement de la surdité.....	26

CHAPITRE III : Etude du matériels utilisés par les Chirugiens-dentistes

I – LA TURBINE.....	28
1) Historique.....	28
2) Fonctionnement et principe d'une turbine.....	32
3) Etude de la turbine.....	34
A) Etude fabricant.....	34
B) Etude personnelle de la turbine.....	35
i) Etude du local seul.....	37
ii) Etude de la turbine à vide.....	38
iii) Etude de l'accélération de la turbine.....	39
iiii) Etude de la turbine appliquée sur une dent.....	40
II – ETUDE DU DETARTREUR.....	42
1) Etude du détartreur à vide.....	42
2) Etude du détartreur appliqué sur une dent.....	43
III – ETUDE DE L'ASPIRATION.....	44
IV – COMBINAISONS ENTRE APPAREILS.....	45

CHAPITRE IV : Etude de l'audition et de l'exposition sonore auprès des Chirugiens-dentistes

I - MESURES AUDIOMETRIQUES AUPRES DE PRATICIENS ODONTOLOGISTES.....	50
1) Anamnèse.....	50
2) Otoscopie.....	53
3) Examen audiométrique.....	53
A) Durée d'exposition au bruit : de 0 à 10 ans.....	54
B) Durée d'exposition au bruit : de 10 à 20 ans.....	57
C) Durée d'exposition au bruit : de 20 à 30 ans et plus.....	60
II - MOYENS ET TECHNIQUES DE PREVENTION CONTRE LE BRUIT.....	64
III - REGLEMENTATION - CONFRONTATION A LA LEGISLATION.....	67
CONCLUSION.....	75
ANNEXE.....	76
BIBLIOGRAPHIE.....	86

INTRODUCTION

Le sujet étudié ici a été choisi de part de la présence accrue de praticiens de l'odontologie et du nombre de patients chirurgiens-dentistes en retraite que j'ai pu rencontrer en rendez-vous lors de mes stages professionnels dans le cadre de la formation du D.E d' Audioprothésiste.

Il était intéressant d'approfondir et de compléter le mémoire de Mr TOUNZI, concernant les nuisances sonores au cabinet dentaire. En effet, depuis la soutenance de celui-ci en 1994, il a été décrété de nouvelle directive européenne concernant le niveau d'exposition sonore quotidien toléré par le code du travail, mais aussi l'élaboration de nouveau matériel de mesure d'exposition sonore. Ces outils mis à notre disposition ont été utilisés.

Après quelques rappels d'anatomie de l'oreille, de physiologie du système auditif, ainsi que des rappels acoustiques, nous définirons la surdité professionnelle : est-elle attribuable à la pratique d'odontologie?. Cette partie traitera d'une étude sur le traumatisme sonore acoustique.

Dans un troisième temps, nous développerons le travail expérimental que nous avons effectué auprès de 17 chirurgiens-odontologistes dans la région Nord Pas-de Calais pour tenter de déterminer, dans le cadre de leur pratique, les causes et conséquences des nuisances sonores sur l'audition, engendrées par les turbines, les détartreurs et les aspirations dans un cabinet dentaire.

Nous présenterons les résultats des mesures des bruits ambiants émis par tous ces appareils durant une journée d'exercice au sein d'un cabinet dentaire à l'aide d'un sonomètre tiers d'octave, et d'un analyseur de spectre, ceci afin de mettre en corrélation ces niveaux avec les audiométries réalisées.

La dernière partie de l'étude concerne les moyens de prévention et de protection contre le bruit subi qui pourraient être compatibles avec la pratique d'odontologie ainsi qu'une partie réglementation, confrontation à la législation.

CHAPITRE I

DEFINITIONS ET RAPPELS ACOUSTIQUES

I – PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL AUDITIF

L'oreille, constituée de cavités creusées dans le rocher (partie épaisse et dure de l'os temporal), est un appareil [1] de transmission de l'information sonore acoustique, qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique. Elle se compose de trois parties : l'oreille externe, moyenne et interne :

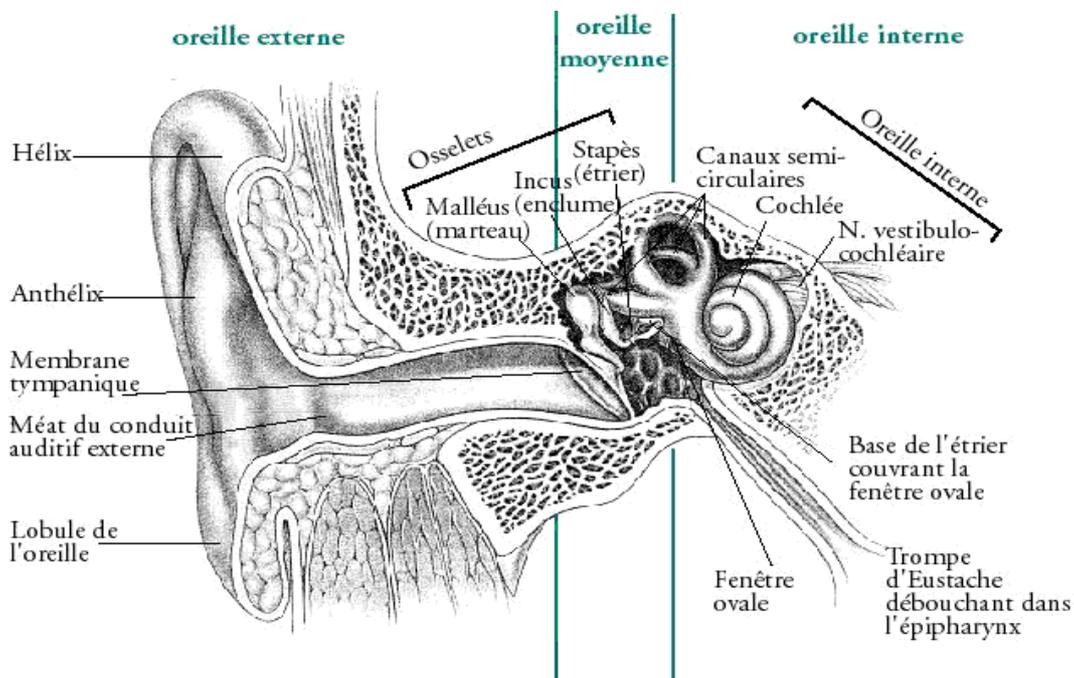


Figure n° 1. *Structure de l'organe de l'audition* [2]

L' appareil auditif est par définition l'organe qui capte le son, c'est donc l'organe de l'ouïe, cette organe joue également un rôle important dans l'équilibre.

Le pavillon, qui constitue l'oreille externe, a pour rôle de capter les sons et de faciliter la localisation spatiale sonore.

1) L'OREILLE EXTERNE

L'oreille externe comprend :

- Le pavillon de l'oreille, lame plissée, fibreuse et cartilagineuse qui joue le rôle de cornet acoustique [1] et dirige les ondes vers le conduit auditif externe,
- Le conduit auditif externe (CAE) de 8 mm de diamètre et de 25 mm de longueur, transmet les sons captés par le pavillon jusqu'au tympan.

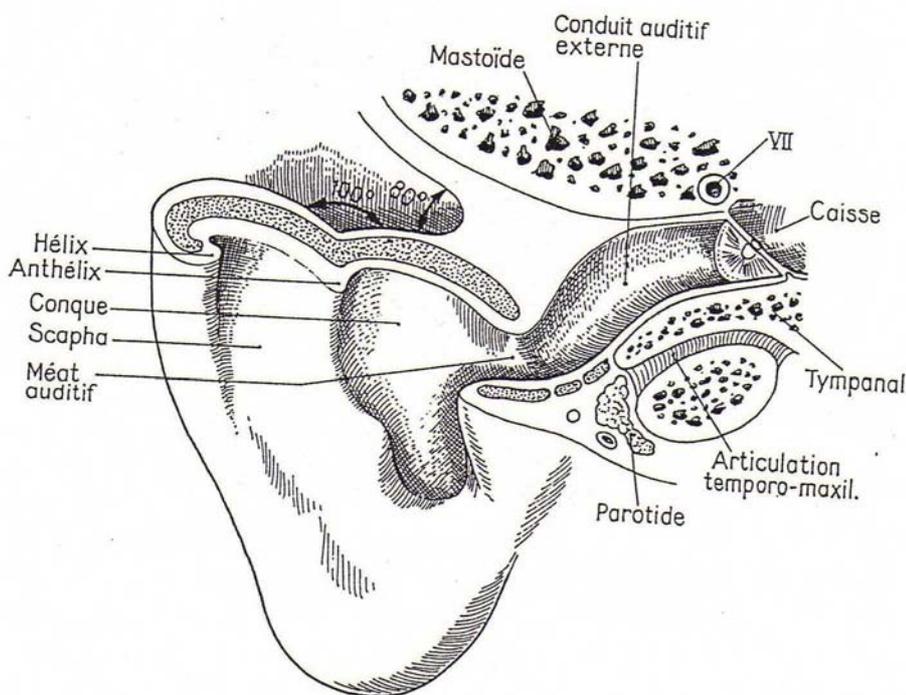


Figure n° 2. Anatomie de l'oreille externe [3]

Ces vibrations mettent ainsi en mouvement la chaîne ossiculaire de l'oreille moyenne.

2) L'OREILLE MOYENNE

Cette cavité renferme la chaîne ossiculaire, qui lie le tympan à la fenêtre ovale, transmettant les vibrations du tympan via le marteau, l'enclume et l'étrier jusqu'à la fenêtre ovale.

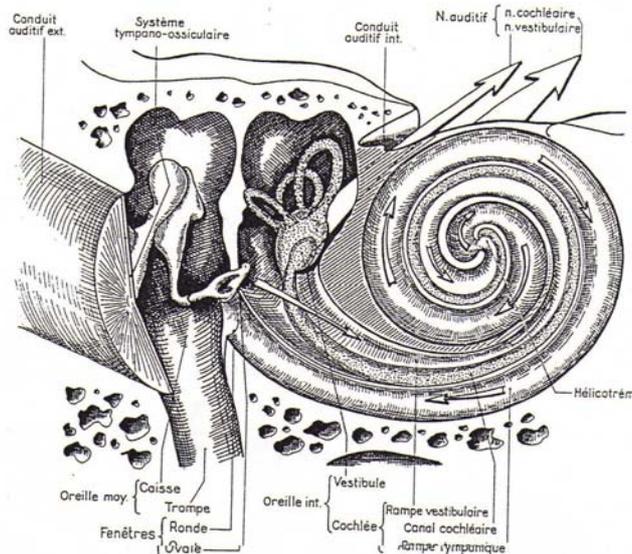


Figure n° 3. Anatomie de l'oreille moyenne et interne
Rôle physiologique dans la transmission sonore [4]

La surface de tympan faisant 17 fois celle de la platine de l'étrier (respectivement 50 à 60 mm² et 3,2 mm²), on en déduit que l'oreille moyenne joue un rôle d'amplification, et que ce rôle sert à la compensation de l'affaiblissement qui résulte du passage des sons de l'air aux liquides de l'oreille interne.

Par ailleurs, la fonction essentielle de l'oreille moyenne est de transmettre les vibrations acoustiques [4] de façon à ce que la qualité du son soit conservée (prosodie) et que la distance et la localisation soient appréciées.

Cette transmission se fait dans des conditions optimales. En effet, il faut que la trompe d'Eustache joue son rôle d'équipression entre la pression atmosphérique ambiante et celle de l'oreille moyenne.

Les muscles de l'oreille moyenne, sous l'influence de sons intenses, entrent en jeu par un réflexe de protection appelé le réflexe stapédien, afin de diminuer la transmission des sons nocifs pour l'oreille interne. Le rôle du réflexe stapédien est limité par son temps de latence et par l'apparition de fatigue et d'adaptation musculaire auditives qui en réduisent la durée.

3) L'OREILLE INTERNE

L'oreille interne, baptisée labyrinthe du fait de sa complexité, comprend plusieurs éléments :

- Le labyrinthe membraneux qui est clos et renferme un liquide appelé liquide endolympatique. Il se loge dans le labyrinthe osseux au milieu de la périlymphe.

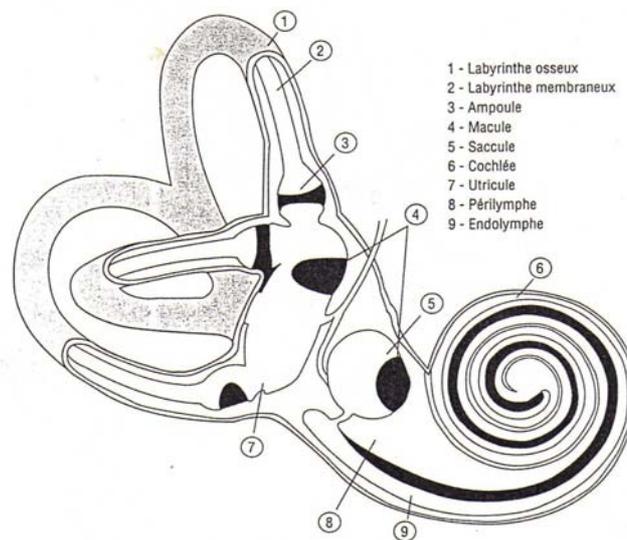


Figure n° 4. *Labyrinthe membraneux* [1]

- Le labyrinthe osseux renferme toutes les structures membraneuses et l'organe sensoriel de l'oreille interne [5]. Il est composé par :
 - Le vestibule (formé de l'utricule et la saccule),
 - Les canaux semi-circulaires (organes de l'équilibration),
 - La cochlée (ou limaçon osseux, organe de l'audition comprenant trois rampes : tympanique, vestibulaire et cochléaire).

Les deux premières rampes : tympanique et vestibulaire, font parties du labyrinthe osseux et communiquent entre elles à l'apex de la cochlée par l'hélicotréma. A la base, la rampe tympanique est reliée à la fenêtre ronde et la rampe vestibulaire au vestibule.

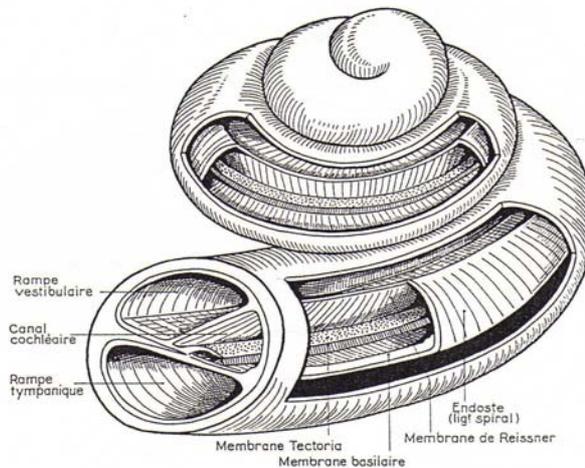


Figure n° 5. *Limaçon* [1]

Entre ces deux rampes se situe la rampe ou canal cochléaire. Elle est fermée à l'apex de la cochlée et est reliée à sa base au saccule.

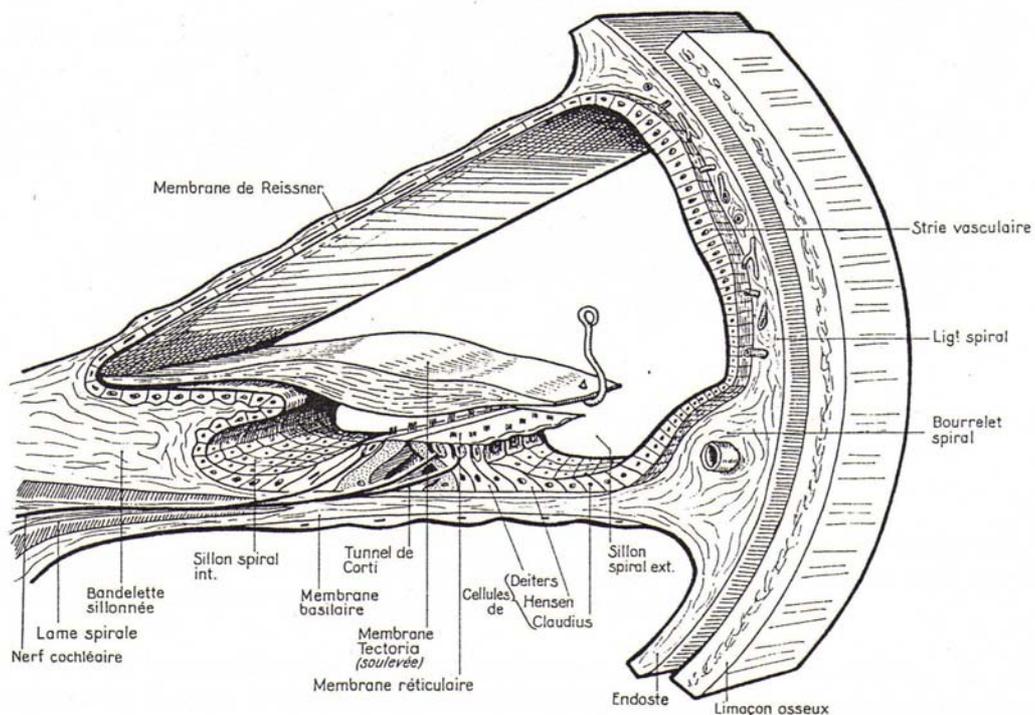


Figure n° 6. *Canal cochléaire* [5]

Un des côtés de la membrane repose contre le labyrinthe osseux, le second est constitué par la membrane de Reisser qui sépare le canal cochléaire de la rampe vestibulaire.

Le troisième repose sur la lame spirale et la membrane basilaire. Celle-ci comprend l'organe de Corti.

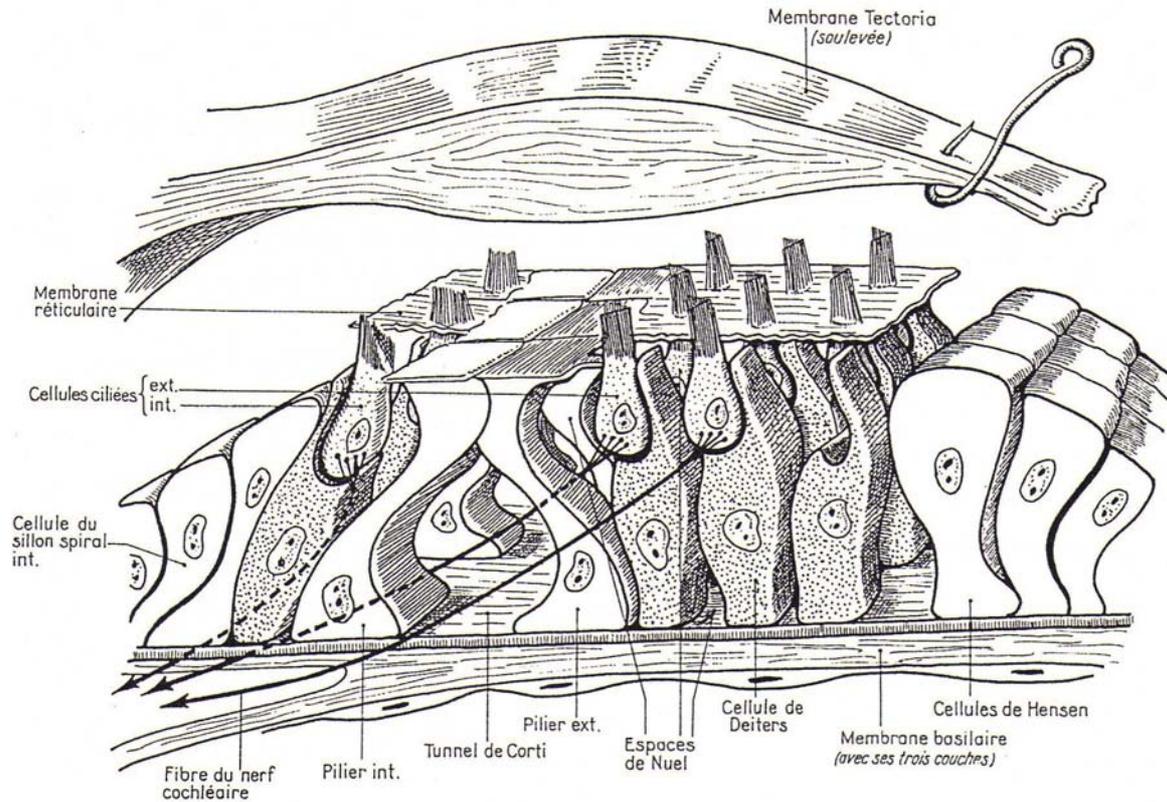


Figure n° 7. *Organe de Corti* [5]

L'organe de Corti contient les cellules ciliées auditives. Elles adhèrent à la membrane tectoria par leur extrémité tandis que leur base est en contact avec les fibres nerveuses qui constituent le nerf cochléaire.

Les cellules sensorielles sont réparties d'une façon topographique déterminée : les cellules externes sur la partie la plus mobile de la membrane basilaire (l'apex) et les cellules internes sur la partie interne du canal cochléaire.

Les vibrations amplifiées [5] au niveau de la platine de l'étrier entrent dans la fenêtre ovale et mettent en mouvement les liquides labyrinthiques de la membrane vestibulaire jusqu'à l'hélicotréma. Ces vibrations sont transmises à la membrane des liquides de la rampe tympanique.

En phase avec les mouvements de la membrane basilaire, l'organe de Corti se déplace et crée ainsi un frottement des cellules ciliées sur la membrane tectoriale.

Ces mouvements excitent les cellules ciliées internes pour de fortes amplitudes, et les cellules ciliées externes pour de faibles amplitudes.

Ces cellules créent un influx nerveux qui aboutit au cortex temporal, dans les centres auditifs.

Par conséquent, les ondes acoustiques de l'appareil de transmission (oreille externe et moyenne) sont transformées par l'oreille interne en énergie nerveuse, électrique, acheminée jusqu'aux centres d'intégration corticale.

II – ETUDE PHYSIQUE DU BRUIT

1) Le bruit

Le bruit est un phénomène vibratoire mécanique qui se propage dans un milieu élastique : l'air. Le terme de bruit désigne tout phénomène acoustique produisant une sensation désagréable ou gênante.

Le son pur est une onde sinusoïdale, rythmique et régulière, caractérisée par sa fréquence et son intensité. Les sons purs n'interviennent quasiment jamais dans la vie courante, mais superposés entre eux, ils constituent ainsi l'ensemble des sons existants dans notre environnement.

Le son complexe est un son présentant un mélange de fréquences avec des amplitudes plus ou moins fortes. La mise en évidence de ses composantes fréquentielles nécessite une analyse spectrale. Les sons complexes comme les bruits sont les sons naturels de la vie courante.

Les sons sont classés afin de les différencier [6] :

- Continu
 - ▶ Stable : niveau sonore ne variant pas de plus de 3 dB.
 - ▶ Fluctuant : niveau sonore variant de manière périodique ou non de façon continue de plus de 3 dB par rapport au niveau sonore moyen.
 - ▶ Varié : bruit aléatoire à changement de niveau brutal.

- Intermittent
 - ▶ Sons constitués de phases sonores d'une durée supérieure à une seconde entrecoupées de pauses.

- Impulsionnel
 - ▶ Le son impulsionnel est un bruit qui contient une brusque variation de pression acoustique dont la durée est inférieure à la seconde et séparées par des intervalles de durée supérieure à 0,2 secondes.

Les bruits continus ou intermittents correspondent aux bruits industriels et aux bruits engendrés par les systèmes techniques, générateurs de surdités professionnelles.

La nocivité du bruit est liée aux caractères suivants :

- Le spectre du bruit : les bruits de fréquence aiguë (hautes fréquences) sont, à intensité égale, plus nocifs que les bruits de fréquences grave.
- La pureté : un son pur de forte intensité acoustique est plus traumatisant pour l'oreille interne qu'un bruit large bande. Mais il faut noter que les sons purs en tant que tels sont peu fréquents en milieu industriel, en effet si on les superpose, ils peuvent générer des sons très harmoniques.
- L'intensité du bruit : le risque de fatigue auditive et/ou de surdité professionnelle croît avec l'augmentation du niveau d'intensité acoustique.
 - ▶ 120 dB = le seuil de la douleur : un son très intense, au lieu d'être véritablement entendu, procure une sensation désagréable, puis douloureuse. 120 dB constitue le seuil de la douleur, au delà de 120 dB les tympans peuvent subir des lésions importantes.
- L'émergence et le rythme du bruit : un bruit impulsionnel ayant un caractère soudain et imprévisible est plus nocif qu'un bruit stable et continu,
- La durée d'exposition : pour une même ambiance sonore, plus la durée d'exposition est élevée plus les lésions auditives de l'oreille interne seront considérables,
- L'association avec les vibrations : l'exposition au bruit industriel, associée aux vibrations, aggrave le traumatisme sonore chronique.

2) La fréquence

La fréquence aussi appelée hauteur tonale, traduit le nombre de périodes par seconde, elle s'exprime en Hertz (Hz). Plus la fréquence [6] est basse, plus le son est grave, et plus la fréquence est élevée et plus le son est aigu.

3) L'intensité

Le niveau d'intensité, ou sonie, correspond à l'énergie transmise à l'oreille par la vibration aérienne, elle pourrait être exprimée [6] en puissance par unité de surface (Watts/m² ou cm²) ou en pression vibratoire (Pascal). En pratique, ce niveau est exprimé en décibels (dB).

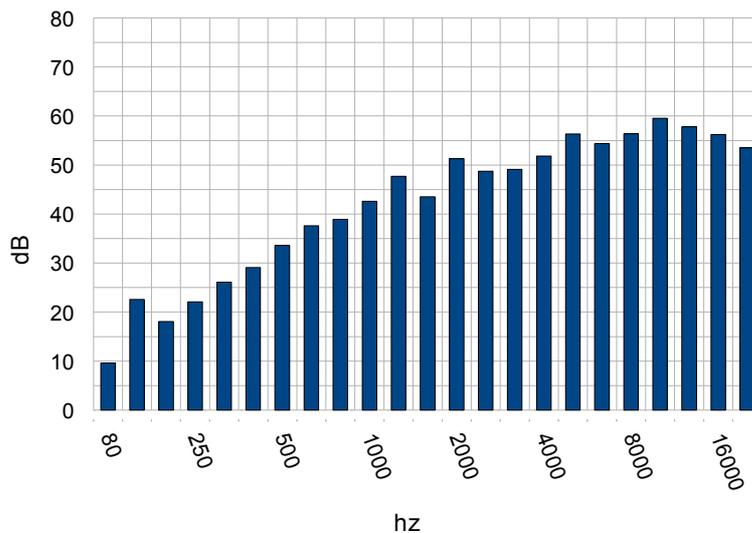
$$L_I = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \text{ (dB)}$$

avec $I_0 = 10^{-12}$ W/m² : intensité du seuil d'audibilité,
et L_I exprimé en décibel (dB).

4) Le spectre

La plupart des bruits ne sont pas des sons purs, mais leurs combinaisons composent globalement un bruit complexe. Les analyses spectrales des matériels utilisés en laboratoire dentaire, notamment turbine et pompe à salive, nous permettront de les mettre en corrélation avec les audiométries pratiquées auprès des praticiens.

Le spectre est une variation d'amplitude ou de pression en fonction des fréquences. Voici un exemple de spectre de pression acoustique :



Graphique n° 1. Spectre de turbine à vide en dB pondérés

III- SENSIBILITE DE L'OREILLE

1) Le son : généralités

L'oreille humaine perçoit les sons de fréquences comprises entre 20 et 20 kHz. Ce domaine fréquentiel comprend les basses fréquences, les fréquences audibles et les hautes fréquences (inférieures à 20 kHz).

Les ultra-sons [7] et les infra-sons ne sont pas perçus par l'oreille humaine, mais néanmoins peuvent engendrer chez l'homme des dangers. Les fréquences aiguës sont plus lourdement nocives que les fréquences graves du fait de la tonotopie de la cochlée, en effet, les fréquences graves se situent à la base de celle-ci.

La zone de fréquences conversationnelles est la bande de fréquences de la parole humaine, elle s'étend de la fréquence 250 Hz à 4000 Hz, avec un maximum d'utilisation et de perception aux alentours des 2000 Hz.

2) Le décibel

A) Le décibel A : dB (A)

La sensibilité de l'oreille humaine pour chaque fréquence du champ auditif n'est pas la même. En effet l'oreille est plus sensible entre 2 et 5 kHz, et moins sensible tant aux fréquences plus hautes que plus basses [6]. Le phénomène est aussi plus accentué aux faibles niveaux de pression acoustique qu'aux niveaux élevés.

Pour évaluer exactement le bruit perçu par l'oreille, les sonomètres sont dotés d'un circuit électronique comprenant des filtres passe-bande dont la sensibilité varie en fonction de la fréquence de la même façon que l'appareil auditif humain. Ce circuit constitue un système de pondération.

B) Différence entre décibels audiométrique (HL) et acoustique (SPL)

Le décibel (dB), dixième partie de l'unité fondamentale [6] le « Bel », est l'unité physique des sons la mieux adaptée aux propriétés de l'oreille. En acoustique,

les puissances varient dans des rapports considérables de l'ordre de 10^{14} , il est donc indispensable d'utiliser le système logarithmique, mais cette unité étant trop petite, nous avons retenu le 10 multiplier Bel : le décibel. Cette unité va permettre de mesurer en échelle logarithmique les pressions et les intensités sonores.

La sensation d'intensité sonore est sensiblement proportionnelle au logarithme décimal de l'excitation et croît comme le logarithme de l'excitation : loi de Weber-Fechner.

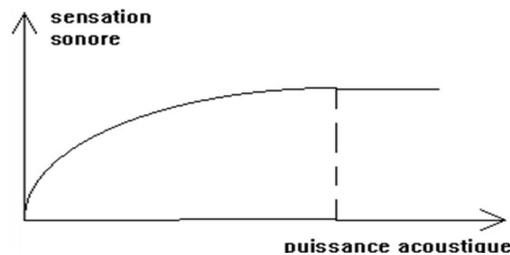


Figure n° 8. Représentation de la loi de Weber-Fechner [6]

Le zéro décibel correspond au seuil d'audibilité de l'humain pour un son de fréquence 1000 Hz, défini par une pression acoustique (p_0) de 20μ Pascal.

Le décibel est donc représentatif du rapport de deux pressions acoustiques.

Par définition une grandeur en décibel s'exprime par :

$$\blacktriangleright \quad L_{SPL} = 10 \log \left(\frac{p_{eff}}{p_0} \right)^2 = 20 \log \left(\frac{p_{eff}}{p_0} \right) \quad (dB \text{ SPL})$$

L'oreille n'étant pas linéaire tant en fréquence qu'en niveau il s'agit du décibel « physique » désigné par le terme SPL (Sound Pressure Level).

Les courbes isosoniques correspondent à une sensation d'égale intensité : indicées en Phones, ces courbes mettent en évidence les variations de la sensation auditive avec la fréquence [20].

L'échelle en phones est fixée par correspondance avec l'échelle en dB à la fréquence 1 kHz.

Les courbes isononiques présentent un minimum entre 2 et 4 kHz du fait de la résonance du conduit auditif.

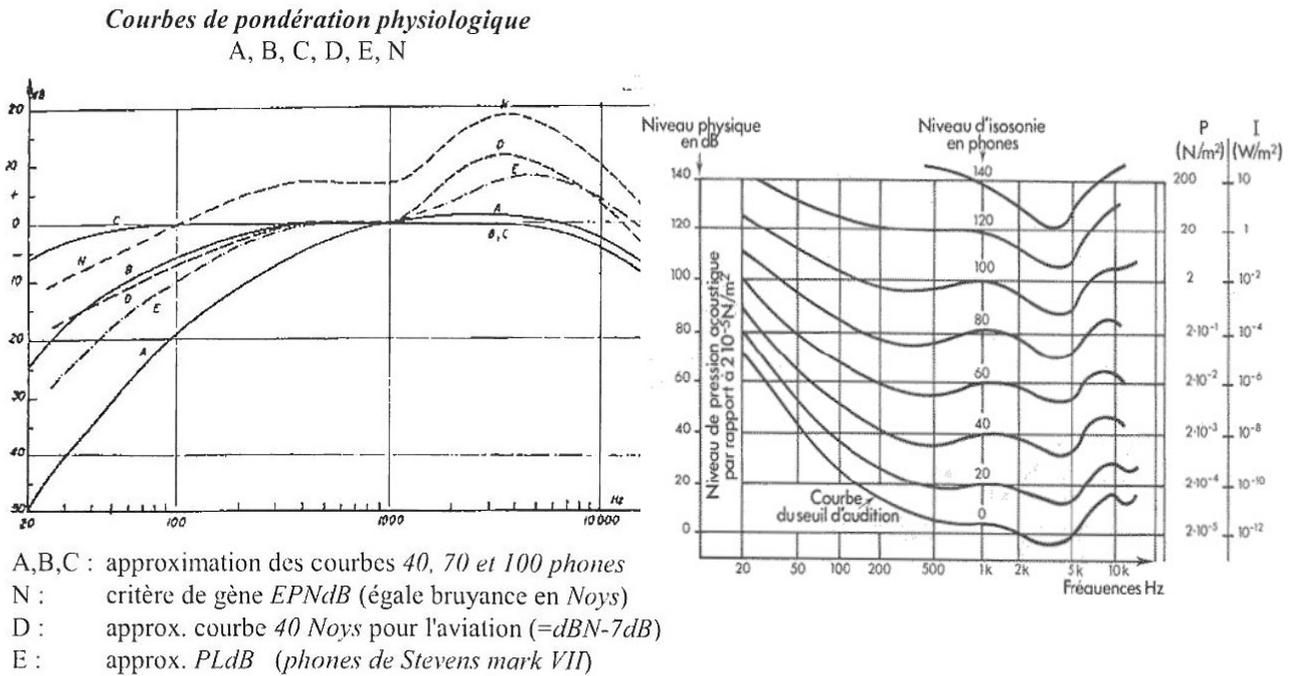


Figure n° 9. Courbes isononiques et courbes de pondération [8]

Pour tenir compte des réponses en fréquences de l'oreille, des courbes de pondérations ont été utilisées :

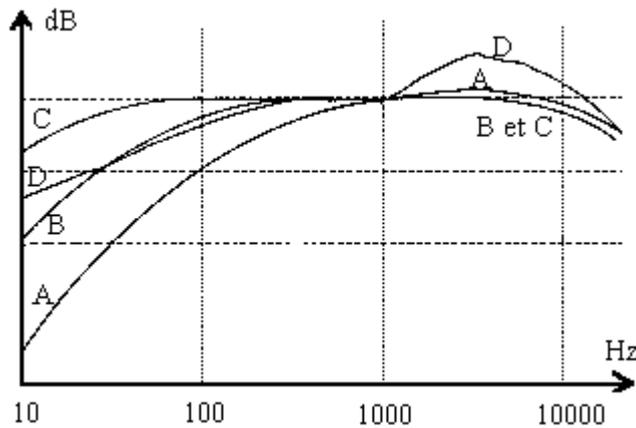


Figure n° 10. Courbes de compensation en fréquences utilisées dans le sonomètre [8]

La pondération A, la plus utilisée, correspond à la courbe isosonique 40 phones.

La pondération B, correspond à la courbe isosonique 70 phones.

La pondération C, correspond à la courbe isosonique 110 phones.

Nous utiliserons le décibel H.L (Hearing Level) dans la prise de mesures des niveaux audiométriques. La courbe au seuil d'audition est ramenée à une droite figurant le 0 dB H.L, ayant pris comme niveau de référence le 0 dB affiché à l'audiomètre. La variation des fréquences est indiquée dans le tableau ci-dessous :

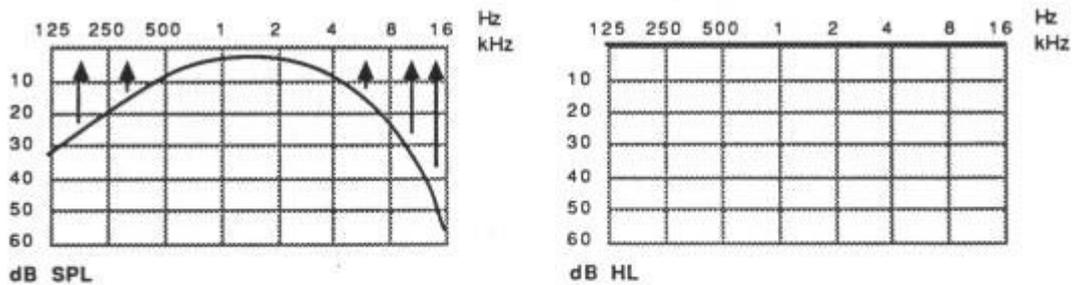


Figure n° 11. Transformation des unités audiométriques dB SPL en dB HL [9]

Un son de 100 dB (SPL) équivaut à un son de $(100 - X)$ dB (HL), l'oreille humaine entend le son de 100 dB (SPL) à un niveau de $(100 - X)$ dB (HL), X étant la différence de la transformation des unités audiométriques dB SPL en dB HL pour chaque fréquences.

Donc d'après le tableau : à 1000 Hz, 0 dB HL correspond à 7,5 dB SPL.

Fréquences émises	Audiométrie	Niveau de référence par rapport à $2 \times 20 \mu\text{Pa}$
125	0dB	45 dB
250	0dB	27 dB
500	0dB	13,5 dB
1000	0dB	7,5 dB
1500	0dB	7,5 dB
2000	0dB	9 dB
3000	0dB	11,5 dB
4000	0dB	12 dB
6000	0dB	16 dB
8000	0dB	15,5 dB

Tableau n° 1. *Tableau des équivalences dB HL, dB SPL* [6]

3) Détermination du niveau d'exposition

Il s'agit de mesurer le bruit reçu. Le bruit reçu dépend de la nature des activités professionnelles et des circonstances de l'exposition au bruit des machines et équipements. Il varie en fonction de l'espace et du temps.

Deux indicateurs sont à prendre en considération :

- ✓ **Le niveau de pression acoustique de crête, L_{pc}** est exprimé en dB (C). C'est la valeur crête de la pression acoustique instantanée, observée durant une période de temps représentative de la journée de travail.

Le niveau de pression acoustique équivalent $L_{A,eq}$ pondéré A, en décibels, est déterminé sur un intervalle de temps T :

$$L_{A,eq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] (dB(A))$$

-Avec $p_A(t)$ la pression acoustique instantanée pondérée A du signal acoustique,

-et p_0 représente la pression acoustique de référence: 20 μ Pa.

Ce niveau de pression acoustique équivalent permet d'évaluer le niveau sonore du bruit, en ce qui concerne l'évaluation du risque pour l'audition.

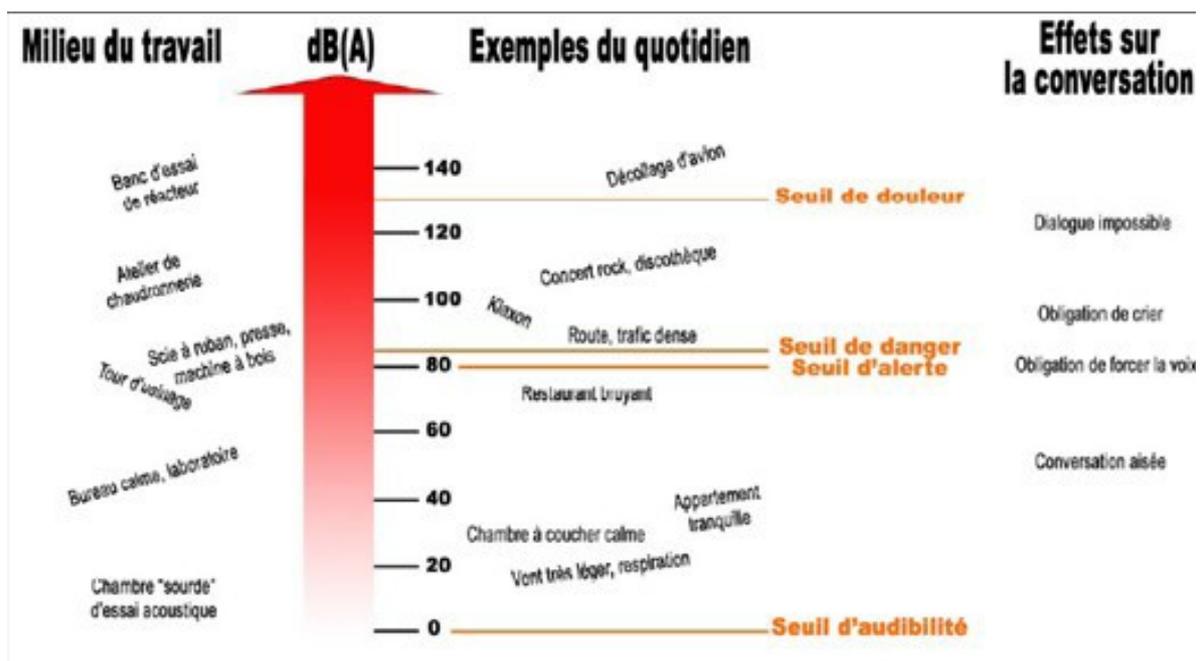


Figure n° 12. Ordres de grandeur de niveaux sonores [10]

- ✓ **Le niveau d'exposition sonore quotidienne ou $L_{EX,d}$** , est le niveau de bruit qu'un salarié peut recevoir, pendant 8 heures (durée habituelle de travail). Être exposé à la même énergie sonore, [11] donc au même risque que celle qu'il reçoit à son poste de travail pendant la durée réelle quotidienne de travail (qui peut être différente de 8 heures).

Avec $L_{EX,d}$: **L** pour level (niveau en anglais), **d** pour day (jour), **EX** pour exposition. Cet indice est déterminé à partir du niveau sonore mesuré à l'aide d'un exposimètre ou d'un dosimètre intégrateur pendant une durée d'exposition T.



Photographie n° 1. Illustration de l'exposimètre dB Wed de 01dB-Metravib [12]

Au niveau du système auditif humain, il existe un facteur de tolérance du bruit en fonction de son niveau d'intensité et de la durée d'exposition :

Niveau sonore en dB (A)	Durée d'exposition quotidienne maximale	Exemples d'activités	Conséquences
0	Seuil de L'audition
30	...	<i>Promenade en forêt</i>	...
60	...	<i>Conversation courante</i>	<i>travail intellectuel</i>
70	...	<i>Restaurant bruyant</i>	<i>pénible</i>
75	...	<i>Klaxon de voiture</i>	<i>travail de bureau difficile</i>
80	8H	<i>Compresseur,</i>	...
83	4H	<i>Machine</i>	<i>Risque pour l'audition</i>
86	2H	<i>outil</i>	...
89	1H	<i>Walkman</i>	<i>Le bruit est pénible à entendre</i>
92	30 min	<i>Trafic intense</i>	...
95	15 min	<i>Passage d'un train en</i>	...
98	7 min 30 S	<i>gare</i>	...
101	3 min 45 S	<i>Scies circulaires</i>	...
104	1 min 52 S	<i>Discothèques (pic à</i>	...
107	56 S	<i>120 dB)</i>	...
110	28 S	<i>Atelier de</i>	...
		<i>chaudronnerie</i>	
118	14 S	<i>Concert techno</i>	
121	7S	<i>Marteau piqueur</i>	Seuil de la douleur
			...
130		<i>Passage Formule 1</i>	...
		<i>Coup de fusil</i>	...

Tableau n° 2. Tableau d'équivalence [13]

Ce n'est pas tant le bruit par lui-même qui est en cause mais bien son niveau d'intensité et sa durée d'exposition.

Ces deux facteurs sont à l'origine de troubles auditifs qui peuvent être dans certains cas irréversibles.

Exemple : un salarié exposé à 100 dB (A) pendant 5 minutes correspond à une exposition à 80 dB (A) pendant 8 heures.

- Au-dessous de 30 dB, les effets du bruit sur l'audition sont négligeables,
- Entre 30 et 80 dB, il existe quelques incidences psychiques et physiologiques,
- Au-delà de 80 dB, il existe des troubles importants en fonction de la durée d'exposition.

➤ **Niveau sonore d'exposition quotidienne au bruit nécessitant une action**

Niveau sonore en dB(A)	Durée maximale d'exposition
80	8 h
83	4 h
86	2 h
89	1 h
92	30 min
95	15 min
98	7,5 min

Tableau n° 3. *Durée d'exposition quotidienne au bruit nécessitant une action* [14]

Etre exposé 8 heures à 80 dB (A) est aussi dangereux que d'être exposé 1h à 89 dB (A).

4) Les ultra-sons et leurs effets sur l'audition

La question s'est posée sur la nocivité des ultra-sons. En effet, certains matériels de chirurgie dentaire présentent au spectrogramme, une gamme fréquentielle supérieure à 16 kHz, c'est pourquoi nous avons poussé l'étude à la limite de la perception auditive humaine.

Les ultra-sons ne permettent pas l'éveil de la sensation auditive chez l'homme, mais peuvent être perçus dans la gamme audible [15] comme étant des sous-harmoniques.

Rappelons que les ultra-sons dits « basses fréquences », se situent dans une plage fréquentielle se situant au-delà du 16 kHz et ne nous permettent pas de reconnaissance de quelque nature que ce soit.

Les effets des ultra-sons sur l'audition

Rien ne prouve que les ultra-sons soient nocifs et qu'ils engendrent le moindre déficit auditif. Nous pouvons être certains que les bruits de machines, des matériels dentaires engendrent des ultra-sons qui sont associables aux sons émis par la gamme fréquentielle audible, en effet ce sont des sous-harmoniques se situant dans la gamme audible.

Outre les appareils de chirurgie dentaires, certaines machines industrielles peuvent engendrer des déficits auditifs, ne prouvant pas la nocivité isolée des ultra-sons du fait qu'ils sont accompagnés de sons audibles intenses [15].

Concernant la sensibilité de l'oreille, plusieurs facteurs sont à prendre en considération :

- le niveau d'intensité sonore,
- la durée d'exposition,
- la zone fréquentielle la plus sollicitée.

Dans le cadre d'une activité professionnelle, ces trois paramètres peuvent aboutir à un traumatisme acoustique qui, éventuellement engendrerait une surdité irréversible.

CHAPITRE II

TRAUMATISME ACOUSTIQUE ET SURDITE PROFESSIONNELLE

I – TRAUMATISME SONORE AIGU

Le traumatisme sonore aigu résulte de l'exposition brutale de la cochlée à une pression acoustique excessive, dépassant ses capacités de tolérance. Que ce soit par des bruits impulsionnels ou par des bruits continus de courte durée, les atteintes auditives induites peuvent être définitives même pour une exposition unique et isolée.

Pour des bruits de très forte intensité supérieure à 140 dB, la perte d'audition est immédiate et irréversible. Le tympan peut se déchirer sous une pression acoustique excessive : ces cas sont limités aux explosions ou armes à feu.

Pour des bruits d'intensité moindre de l'ordre de 100 à 140 dB, la perte d'audition peut être temporaire avec une élévation des seuils auditifs plus marqués au niveau des fréquences aiguës, ces sons intenses engendrent des acouphènes et des troubles de l'équilibre.

Pour les bruits de 75 à 100 dB, ceux que nous rencontrons principalement dans les laboratoires dentaires, engendrent des dommages à long terme, la perte d'audition s'installe progressivement.

Du point de vue légal, la surdité professionnelle reste une pathologie d'actualité car le risque sono-traumatique demeure important malgré les progrès techniques réalisés dans le cadre de la prévention collective. Par ailleurs, la surdité installée étant irréversible, la loi a prévu une réparation juridique dans le cadre du tableau 42 des maladies professionnelles.

Notre étude se limitera aux surdités par traumatisme sonore aigu et progressives.

II) Etiologie

Nous étudierons les agents traumatiques, c'est à dire les bruits puis les caractères physiques des bruits nocifs et enfin l'influence des facteurs individuels chez les dentistes.

1) Les agents traumatiques

Les bruits sont variés et sont classés suivant différents paramètres en fonction de leurs effets psychologiques et physiologiques. Il existe donc :

- des bruits gênants à faible intensité et répétitifs,
- des bruits à une intensité plus forte qui entraînent des réactions neuro-végétatives et émotionnelles,
- des bruits douloureux, dits traumatisants de la vie ouvrière, salariale.

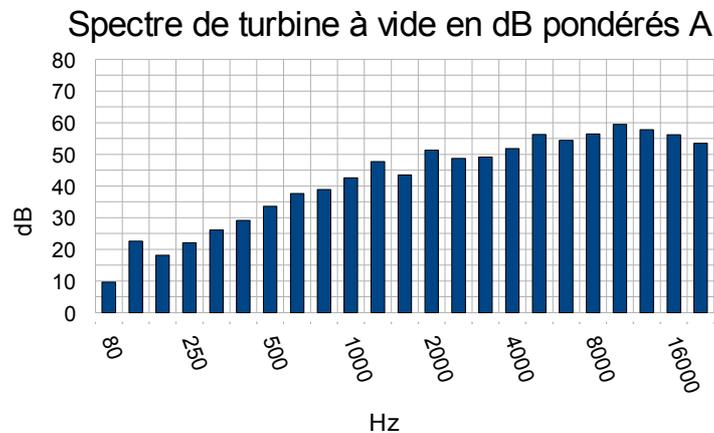
On définit, dans le cadre de la surdité professionnelle des bruits :

- Bruit de fond : en l'occurrence dans un laboratoire dentaire où les niveaux de bruits de fond sont importants par unité de surface, qui sont dus au ventilateur, au fonctionnement du matériel. Ces bruits peuvent être isolés et réduits par un traitement acoustique du laboratoire ou par la mise en isolement des machines en caisson acoustique.
- Bruit de machines : à savoir les bruits d'origines mécaniques émis par le fonctionnement des machines. En laboratoire les postes sont les mêmes, en revanche l'orientation de la source varie selon les actes pratiqués, selon les fonctionnements continus ou non et selon l'entretien de la machine.

2) Niveau critique d'intensité du bruit

L'analyse du matériel du chirurgien-dentiste notamment la turbine en céramique, nous a permis de la mettre en corrélation avec les audiométries pratiquées auprès des dentistes.

En effet, notre recherche a montré que pour des intensités égales, les sons des hautes fréquences sont beaucoup plus nocifs, traumatisants que les sons de basses fréquences.



Graphique n° 3 . *Représentation spectrale par tiers d'octave en dB pondéré A de l'aspiration à vide*

L'analyse du bruit de turbine à l'analyseur de spectre nous montre un maximum d'énergie acoustique ciblés entre les fréquences 6000 et 12500 Hz.

3) La durée d'exposition

La durée d'exposition est variable en fonction des rendez-vous. En effet, on estime qu'un dentiste est exposé 5 minutes par patient aux bruits de turbine, pompe à salive ou détartreur.

4) La fréquence d'exposition

La fréquence d'exposition est variable en fonction des praticiens et des pratiques réalisées. Ces troubles sont plus importants si les intervalles de repos ne sont pas observés.

Chacun possède sa propre sensibilité auditive, c'est pourquoi cette durée de repos est variable d'un individu à l'autre, afin de restaurer l'audition dans son intégralité.

On estime qu'un praticien dentaire est exposé $1/8^{\text{ième}}$ de son temps aux bruits de turbine, de détartrage et d'aspiration pour la pompe à salive, bruits qui sont d'autant plus nocifs si l'embout aspirant est étroit : émergence des bruits très aigus.

5) Influence des facteurs individuels

La susceptibilité auditive de chacun est différente, on peut avoir un professionnel exposé aux bruits pendant 40 ans et avoir une même courbe audiométrique qu'un jeune professionnel débutant avec des antécédents ORL (affections de l'oreille, surdité congénitale).

L'âge, l'état de santé, la fatigue, sont les facteurs les plus importants dans la surdité professionnelle et les plus variables.

III) Evolution progressive de la surdité

La surdité professionnelle est une affection qui peut être de deux types, progressive ou brutale, ici nous sommes soumis à des surdités progressives.

En effet, les professionnels dentaires ne sont pas soumis à des niveaux sonores élevés, ce sont principalement des sons stridents, récurrent de l'ordre de 78,5 dB (A) auxquels sont soumis les chirurgiens-dentistes pendant 3 à 7 minutes en moyenne à chaque patient.

Le déficit s'installe très lentement et de façon inaperçue, les sujets exposés depuis plus de 30 ans nous disent qu'ils se sont habitués aux bruits que font les turbines, l'aspiration, le détartrage et que ces bruits à leur sens n'avait rien de nocif, ce qui peut se traduire par l'habitude et donc l'adaptation et la fatigue auditive.

Mais la répétition journalière de ces bruits crée un déficit de compréhension et sont accompagnés à long terme d'acouphènes qui influenceraient sur intelligibilité.

IV) Effets du bruit

1) Fatigue auditive

C'est un phénomène que nous avons tous ressenti au sortir d'un lieu très bruyant. Elle consiste en une augmentation du seuil de perception. Elle est temporaire, dure souvent plusieurs heures [16]. Elle est régressive au début. Elle est

maximale pour les sons de 4000 Hz. Elle varie selon les individus, les niveaux sonores et les durées d'exposition.

Les problèmes commencent généralement par la fatigue auditive. La fatigue auditive c'est un déficit transitoire sur la fréquence 4000 Hz de la perception auditive lors d'une exposition à un bruit intense. Ce déficit est récupérable dans sa quasi-totalité en quelques heures après cessation de l'exposition au bruit lésionnel.

C'est le premier stade de l'atteinte auditive. La fonction auditive normale est récupérée après une période variant de 12 à 36 heures selon les individus et l'importance de l'exposition. A ce stade on peut parler de fatigue auditive.

2) Adaptativité auditive

Ce paramètre est important. En effet, l'entrée dans un laboratoire déclenche des sensations auditives gênantes, un état d'instabilité léger mais après quelques heures passées dans cet environnement, ces sensations s'atténuent progressivement et une fatigue auditive s'installe [17]. Au cours de la pratique le bruit est toléré, et fait place à l'habitude, en effet le bruit de la vie professionnelle devient récurrent et il s'oublie peu à peu, à long terme une gêne sociale hors contexte professionnelle s'installe.

Quand un son de forte intensité arrive à la cochlée, les muscles de l'oreille moyenne : le réflexe stapédien tend la chaîne ossiculaire, l'empêchant ainsi de suivre des oscillations de grande amplitudes. Du fait de l'habitude de l'exposition aux bruits forts, le réflexe stapédien s'inhibe, et donc ne joue plus son rôle de protection de l'oreille moyenne.

Il se trouve que si l'on prolonge une exposition à un bruit fort, un sujet continue d'éprouver la même sensation. Néanmoins si ce bruit intense n'est présent que dans une seule oreille pendant un certain temps, le sujet estime le même son présenté à l'oreille contro-latérale beaucoup plus fort que celui présenté depuis un certain moment à la première oreille.

On a donc ainsi mis en évidence l'adaptativité auditive au bruit.

3) Effet de masque

Deux sons proches en fréquence vont se masquer l'un l'autre : comme parler dans un brouhaha.

Le son fort masque facilement un son de faible niveau.

Le son masque facilement ceux dont la fréquence est supérieure.

On peut distinguer :

- Les bruits blancs : qui sont des bruits à large spectre, très gênants pour cet effet de masque : mer, pluie, vent.
- Les fréquences graves : Si un camion passe, pour être audible, il faut parler plus fort et plus haut, donc amplifier les fréquences aiguës. Sur certains appareils existent des filtres pour atténuer certaines zones graves : filtres coupe-bas ou passe-haut des enregistreurs ou des consoles de mixage etc...

4) Développement de la surdité

Cette évolution se fait en plusieurs phases :

- La première, dite phase d'accoutumance :

L'audiogramme pratiqué en fin de journée de travail montre un léger scotum réversible sur le 6000 Hz ne dépassant pas 30 dB avec quelques acouphènes aigus, chez un sujet avec une audition « parfaite ». L'audiogramme au lendemain se révèle normal, car retiré du milieu bruyant.

- La deuxième, dite phase de latence :

Le scotum est étendu aux fréquences voisines de part et d'autre de la fréquence concernée, ce scotum bilatéral irréversible, passe la plupart du temps inaperçu.

- La troisième, dite phase de surdité débutante :

Le scotum crée un déficit important dans la compréhension, marqué par une hypoacousie et des acouphènes aigus intermittents. Présence d'une gêne auditive

dans l'intelligibilité lors d'une conversation à voix chuchotée, ou en groupes. Le scotum se creuse davantage.

La nature du bruit, le niveau d'intensité sonore et la durée d'exposition, sont des paramètres pouvant induire une surdité professionnelle se caractérisant en plusieurs états évolutifs :

- l'accoutumance, avec une légère élévation des seuils auditifs de l'ordre de 10 dB avec une récupération totale, après quelques minutes hors milieu bruyant,
- la fatigue auditive,
- l'adaptativité auditive,
- l'installation de la surdité, lente et progressive ciblé aux alentours du 6000 Hz avec une élévation des seuils limitée aux fréquences aiguës.

Afin de quantifier ces conséquences sur l'audition et d'évaluer la nocivité du matériel utilisé par nos professionnels, nous étudierons en détail leurs outils de travail.

CHAPITRE III

ETUDE DU MATERIEL UTILISE PAR LES CHIRURGIENS-DENTISTES

I - Les turbines

1) Historique

C'est dans les années 1900, que les réseaux électriques se généralisent, ce qui se traduit par une meilleure fiabilité des moteurs et micromoteurs électriques, dès lors les problèmes acoustiques ont pris une importance particulière dans la pratique d'odontologiste depuis l'avènement des turbines et des aspirations des pompes à salive.

Le dentiste belge Emile Huet est le précurseur dans la reconnaissance du bénéfice de l'augmentation de la vitesse des instruments rotatifs pour améliorer l'efficacité du fraisage et le confort du patient [18].

C'est en 1911 il développe un moteur électrique "en doublant les pôles de l'inducteur". Il obtient ainsi une vitesse de rotation de 10 000 tours minutes, soit une vitesse trois fois supérieure aux moteurs de première génération.

Il réalise aussi un embrayage électromagnétique qui amène un arrêt instantané de la fraise en la désolidarisant du moteur à l'aide d'une pédale de contact et d'un variateur de réglage des vitesses.

Cependant, les pièces à main n'étant pas conçues pour de telles vitesses, celles-ci s'échauffent pouvant induire un blocage mécanique des coussinets ainsi qu'à l'émergence de bruits stridents nocifs.

Les nouveaux contre-angles à grandes vitesses

Ce n'est qu'à partir de 1950 que les travaux d'Emile Huet seront reconnus avec l'évolution des turbines et l'avènement des nouveaux contre-angles entraînés par un engrenages [19].

En Europe, la société Kavo innove avec un modèle où la queue de la fraise et l'engrenage de la tête sont supportés par deux roulements à billes miniatures qui assurent donc des vitesses maximums de 40 000 tours-minute.

La firme américaine Midwest introduit un modèle à roulement à billes en utilisant les fraises conventionnelles de 2,34 mm mais avec un système de lubrification par

pression, ce qui permet d'atteindre des vitesses maximum de l'ordre de 125.000 tours-minutes.

La turbine hydraulique « Turbo-jet »

En 1953, Robert Nelsen et le National Bureau of Standart de Washington DC innove la première turbine hydraulique qui peut opérer jusqu'à 60 000 tours-minute.

La turbine, composée de 6 pales et de 2 roulements à billes, est située dans la tête du contre-angle. Elle est alimentée par une pompe à eau qui débite 6 litres à la minute, qui paraît conséquent mais évite ainsi tout échauffement et émergence de bruits stridents nocifs.

Le fonctionnement de la turbine est silencieux et présente un couple important.

C'est en 1955 que Richard Page introduit un contre angle à transmission par courroie [20]. Sur ce modèle les engrenages sont remplacés par une courroie unique qui circule sur des poulies à roulements à billes dans le corps du contre-angle et sur une poulie attenante à deux roulements à billes miniatures située dans la tête du contre-angle.

Les 100 000 tours obtenus par ce mécanisme mettent ce modèle au sommet des systèmes à hautes vitesses mais avec l'inconvénient est un fonctionnement très bruyant.

En 1874, Straub dépose le brevet d'une turbine destinée à alimenter par une pompe à eau ou à air par un mécanisme composé d'un rotor de turbine composé de 13 lames [21].

Bien que la profession ne prête pas beaucoup d'attention au concept de Staub on peut considérer cette turbine à air comme la première à usage dentaire.

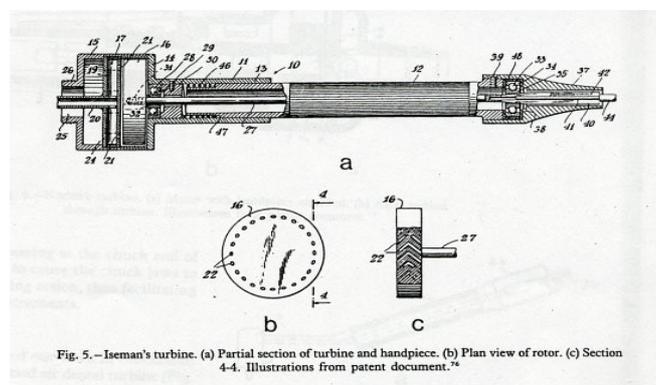


Fig. 5. -- Iseman's turbine. (a) Partial section of turbine and handpiece. (b) Plan view of rotor. (c) Section 4-4. Illustrations from patent document.⁷⁴

Figure n° 13. Représentation d'une section de la tête de turbine Straub [21]

En 1941 John W. Iseman brevète une pièce à main actionnée par une turbine à air prétendue tourner à 25 000 tours-minute.

En 1948 Ivar Norlen présente en Suède une turbine à air appelé le "Dentalair".

La spécificité du "Dentalair" concerne la position de la turbine, qui est située à l'extrémité du tuyau d'alimentation d'air, qui est elle-même en connexion avec un slip-joint, ce qui lui permet d'inter-changer les pièces à main.

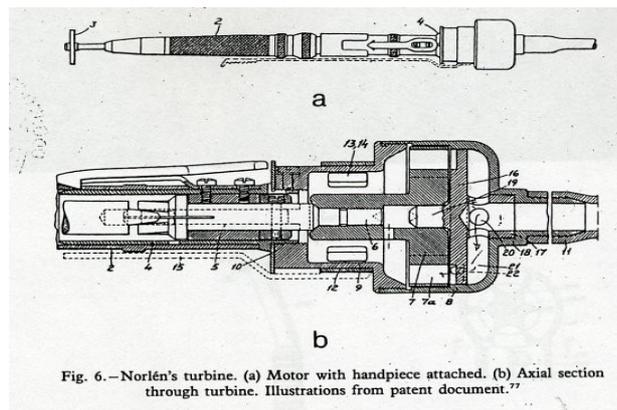


Figure n° 14. Représentation d'une coupe de turbine « Dentalair » [21]

Une consommation importante d'air comprimé de 80 litres par minute est nécessaire pour activer la turbine. La vitesse de rotation obtenue est de l'ordre de 120 000 tours minute et chute à 50 000 tours au niveau de la fraise.

La turbine est supportée avec deux roulements à billes dont la force motrice est transmise à la pièce à main et à la fraise par une série d'engrenages

Cette réalisation sera rapidement erronée par l'invention de J.V. Borden, qui réalise une turbine à air où le rotor est situé dans la tête du contre-angle.

Les ingénieurs John Walsh et H.F. Simmons, du département de physique d'Otago, constatent dès 1945, que le seuil maximum de sensibilité en rapport avec les vibrations du fraisage correspondait à une vitesse de rotation de 42000 tours.

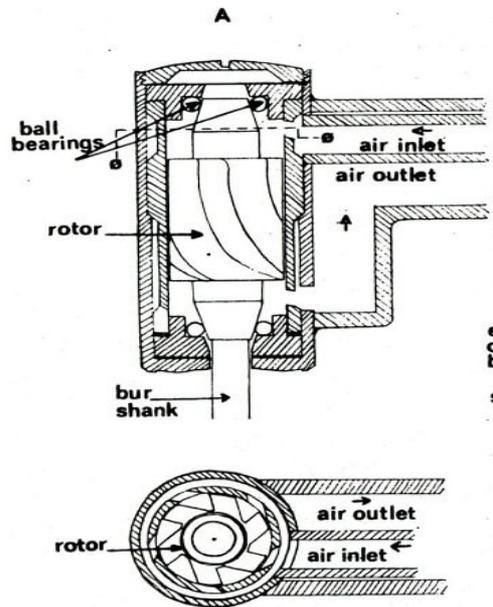


Figure n° 15. Représentation d'un rotor de turbine à air de J.V. Borden [22]

En 1949, John Walsh poursuit des recherches en Nouvelle Zélande avec la collaboration du laboratoire physique appelé "Dominion Physical Laboratory" de Wellington, sur un contre angle induit par une turbine miniature à air comprimé avec deux roulements à billes située dans la tête même du contre-angle et dont la fraise peut atteindre la vitesse de 60 000 tours minutes [22].

Ce prototype, qui fût breveté en 1950, présente cependant de nombreux problèmes : l'échauffement de la pièce aboutit rapidement au blocage des roulements à billes. L'émergence d'un sifflement strident nocif et le rejet d'une grande quantité d'air dans la bouche du patient constituent les deux autres difficultés posées par ce prototype.

Pour palier à ces difficultés, les roulements seront donc lubrifiés en permanence par une vaporisation d'huile entraînée par le courant d'air comprimé, dont l'échauffement de la pièce est compensé par un spray continu au sein même de la tête du contre-angle ce qui assure le refroidissement de la fraise et de la dent.

En 1960 un nouveau modèle est commercialisé sous le nom de "Airotor". Ce nouveau modèle portent sur les améliorations suivantes :

- la réduction de la taille de la tête du contre-angle,
- la diminution du bruit de la turbine,
- l'amélioration du système de refroidissement avec un spray à deux jets,
- l'adoption du graissage périodique.

Ce sont dans les années 1960, que les premières turbines à coussin d'air font leur première apparition.

En l'espace de 40 ans la vitesse de rotation des contre-angles est passée de 4000 à 350 000 tours minutes. Ces très grandes vitesses ont non seulement réduit le temps d'exécution des soins, mais elles ont aussi supprimé les dangers engendrés par le dérapage des fraises et le blocage fréquent.

Notons que dans les années 50 les premières turbines posent des problèmes sonores. En effet l'origine des vibrations sonores proviennent des aspirations, des détartreurs à ultrasons ainsi que des turbines à air. Notons que le fraisage à grande vitesse est plus répandu et plus bruyant.

Les turbines à roulements à billes émettent un sifflement plus intense que la turbine à coussin d'air [23].

2) Fonctionnement et principe d'une turbine

Il existe deux systèmes pour l'entraînement de l'instrument rotatif, un système utilisant l'air et un système électrique.

Dans le système à air, une distinction est faite entre les turbines et les moteurs à air. Avec les turbines, [24] l'instrument rotatif est directement entraîné par un rotor situé dans la tête de celle ci, ce rotor est constitué grâce à un engrenage lui même entraîné par de l'air comprimé. Les turbines peuvent atteindre une vitesse de rotation au ralenti de 330 000 à 400 000 tr/min.

La vitesse de travail est environ la moitié de la vitesse en mode ralenti, soit 150 000 à 250 000 tr/min. En fonction de la pression de contact [24].

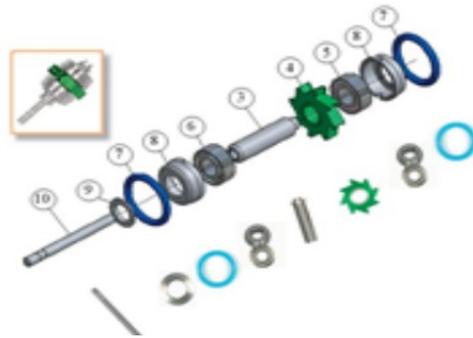


Figure n° 16. Représentation éclaté d'un rotor de turbine complet [24]

On atteint également une puissance maximale de 10 à 22 watts dans cette gamme.

Le moteur à air entraîne l'instrument rotatif, par l'intermédiaire d'un instrument de transmission : un contre-angle ou une pièce à main. Le moteur à air atteint une vitesse d'environ 25 000 tr/min.

Au fil des années, est apparu le désagréable problème des importantes émissions sonores de haute fréquence des turbines, les moteurs électriques, eux, sont généralement plus silencieux et plus agréables pour les oreilles que les turbines.

Mécaniquement la turbine entre en rotation à vide, l'accélération provoque la dilatation du joint torique sous l'effet de la force centrifuge, une propulsion d'air arrive au rotor, la vitesse de rotation se stabilise à une vitesse de 200.000 tr/min, qui est la vitesse optimale de travail. Lorsque la fraise effleure la dent, la vitesse de rotation diminue, le joint torique se rétracte suite à la diminution de la force centrifuge, pour contrer cette diminution de vitesse de rotation, d'autant plus d'air arrive à la turbine d'où un maintien de la vitesse de rotation à environ 200.000 tr/min est ainsi le couple de rotation est conservé et constant.

Le contact entre la fraise et la dent génère un bruit strident et peuvent dépasser le niveau d'intensité autorisé par la législation du travail soit 80 dB (A) depuis 2006.

Avant de mesurer le niveau sonore engendré par ces turbines, on relève les vitesses de rotation des têtes de turbines.

Notons qu'une turbine qui tourne vite ne signifie pas obligatoirement que le bruit produit sera plus élevé qu'une autre turbine qui tourne moins vite. Tout dépend de l'agencement des composants (bruit de souffle) et de la qualité des têtes de turbines

(roulement céramique à billes, à coussin d'air...).

Le relevé se sont fait à 30 cm de l'oreille du praticien et 45° à l'arrière pour éviter l'effet de souffle qui pourrait s'y produire.

3) Etude de la turbine

A) Note du fabricant

Lors de l'achat d'une nouvelle tête de turbine, les praticiens prennent en compte les critères suivants en fonction de différents soins pratiqués [25] à l'exception du niveau d'intensité sonore, c'est pourquoi nous avons mesurés, à l'aide du sonomètre Scantek Cat - Tiers d'octave, les niveaux d'intensités sonores de différentes têtes de turbines à vide afin de sensibiliser les chirurgiens-dentaires et ainsi diriger différemment leurs choix :

	Tête de turbine	Vitesse rotation	de Couple	dB (A)
Kavo	Gent Silence	350.000 tr/min	18 W	67,5
Sirona	T3 Racer	400.000 tr/min	17 W	66,2

Tableau n° 5. *Différentes têtes de turbines à roulement à billes*

Nous remarquons que les turbines à coussinets d'air sont plus bruyantes que les turbines à roulements car la vitesse de rotation est plus élevée. Notons à ce sujet l'extension des turbines à roulement céramique au détriment des turbines à coussin d'air.

	Tête de turbine	Vitesse rotation	de Couple	dB(A)
Bien Air	Gryo long life	500.000 Tr:min	18 W	73,8
Kavo	Contact air	350.000 Tr:min	18 W	69,7

Tableau n° 6. *Différentes têtes de turbines à coussinet d'air*

L'étude interne menée par le fabricant KAVO de la turbine Gentil Silens, montre un pic de pression acoustique ciblé sur le 6000 Hz pour atteindre une valeur de 57 dB pondéré A pour celle de nouvelle génération et 67 dB pondéré A pour la turbine d'ancienne génération.

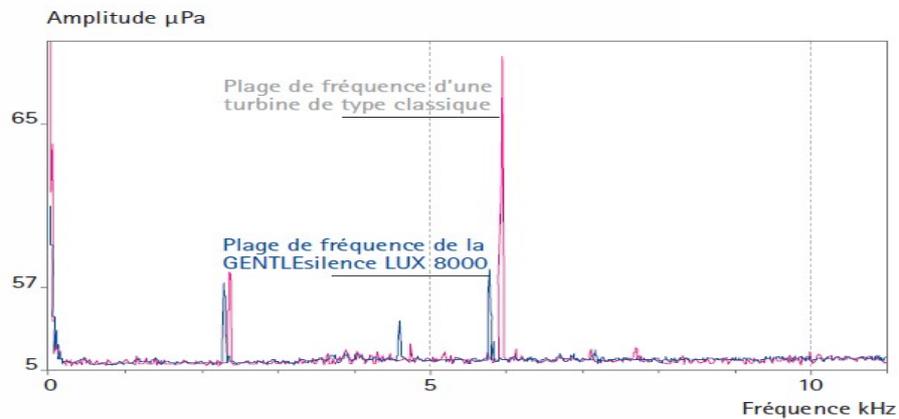


Figure n° 17. Représentation de l'analyse au spectrogramme de la turbine KAVO [25]

B) Etude personnelle de la turbine

L'analyse personnelle au spectrogramme de la turbine W&H (turbine de type classique) à l'aide du logiciel Audacity va nous permettre de mettre en évidence les zones fréquentielles les plus marquées (et ainsi les mettre en corrélation avec les audiométries pratiquées et avec les études internes pratiquées).

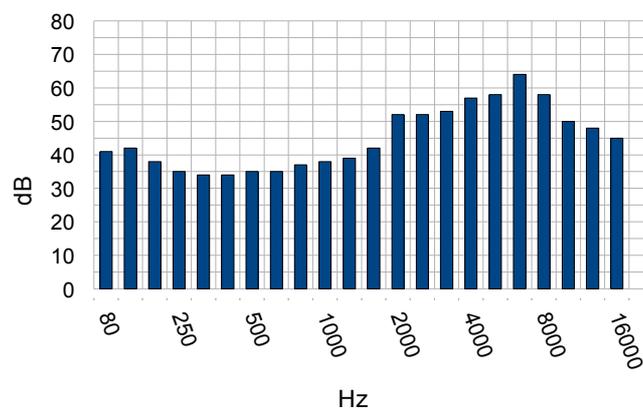


Figure n° 18. Représentation de l'analyse en fréquences de la turbine W&H à l'aide du logiciel Audacity 1.3 Béta

On observe que le spectre de la turbine atteint un pic d'énergie acoustique ciblé sur le 6000 Hz et atteint une valeur de 64 dB pondéré A.

Lors de l'anamnèse menée auprès des chirurgiens dentistes, la majorité d'entre eux

estime être conscient que le rayonnement de la turbine provoque à long terme une diminution de l'acuité auditive.

On peut émettre l'hypothèse que l'utilisation de turbines à long terme peut provoquer une atteinte auditive ciblée sur le 6000 Hz et au-delà dans les hautes fréquences.

La pratique de l'odontologie demande une présence quasi-constante du praticien dans son office. Pour lui, le cabinet dentaire est son second domicile. La durée moyenne de son activité est de 4 à 6 jours par semaine, soit 30 à 50 heures de temps opératoire. Durant ce temps, il est soumis à des conditions de travail particulières et rencontre plusieurs difficultés qui ne sont pas sans influence sur son état de santé. Parmi ces difficultés le médecin dentiste est obligé d'utiliser des instruments générateurs de bruit pour exercer son activité quotidienne. Ce bruit peut-être responsable en plus de la gêne incessante, de fatigue, de surdité plus ou moins profonde, et de troubles du comportement.

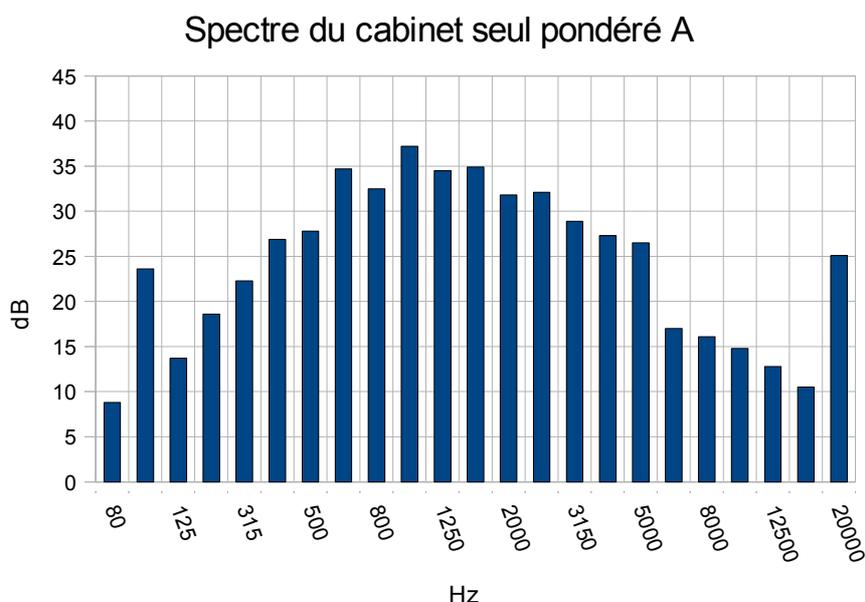
Pour renforcer cette hypothèse une autre étude du spectre sonore de la turbine W&H à été menée et pratiquée au cabinet du Dr Didier Fallet à Mazingarbe, ces relevés ont été pratiqués à l'aide du sonomètre Scantek Cat - tiers d'octave, les résultats bruts sont analysés ci-dessous :

Pour l'étude de la turbine, nous avons analysé différents paramètres que sont :

- ✓ La turbine en fonctionnement de façon continue à vide,
- ✓ l'accélération en début de cycle et la décélération en fin de cycle de la turbine,
- ✓ la turbine en fonctionnement appliquée sur une dent dans une cavité buccale.

i) Etude du local seul

Notons qu'au préalable nous avons réalisé un relevé de référence du niveau sonore global du cabinet à vide sans praticien ni patients. Les relevés ont été synthétisés sous forme de diagrammes en bâtons.



Graphique n° 4. *Représentation spectrale en dB pondéré A par tiers d'octave, du cabinet seul*

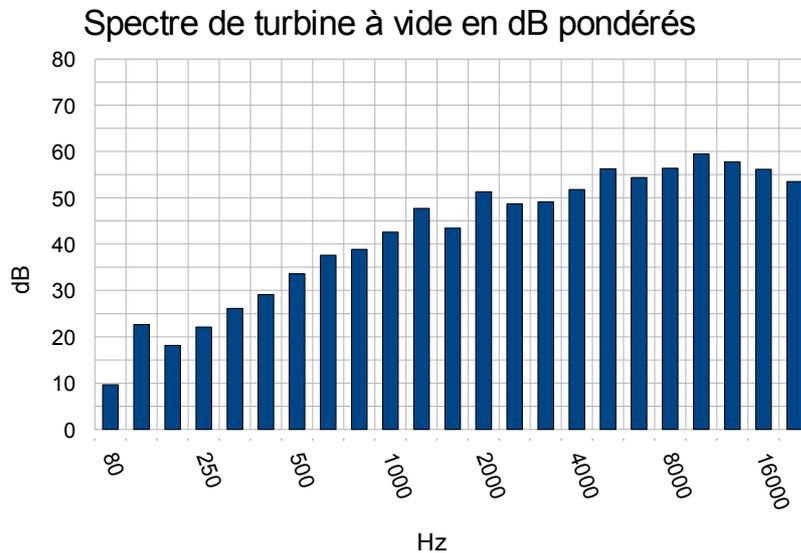
On observe que la plus grande quantité d'énergie est centrée entre 630 Hz et 2500 Hz pour atteindre une valeur de 35 dB. Le maximum de l'énergie acoustique est centré sur le 1000 Hz et atteint une valeur de 37, 2 dB.

On peut donc en déduire que le bruit ambiant engendré par un cabinet seul sans praticien ni fauteuil sous tension est causé par les basses fréquences et les fréquences médiums. Notons que le niveau sonore total sur tout le spectre pour le local seul est de l'ordre de $L_1 = 43,6$ dB (A), soit nettement inférieur aux normes de 80 dB (A).

Comparons ensuite le niveau sonore total engendré par un bruit de turbine en fonctionnement à vide.

ii) Etude de la turbine à vide

On observe que la plus grande quantité de l'énergie acoustique se situe entre le 4000 Hz et le 14000 Hz pour atteindre une valeur de 50 dB.



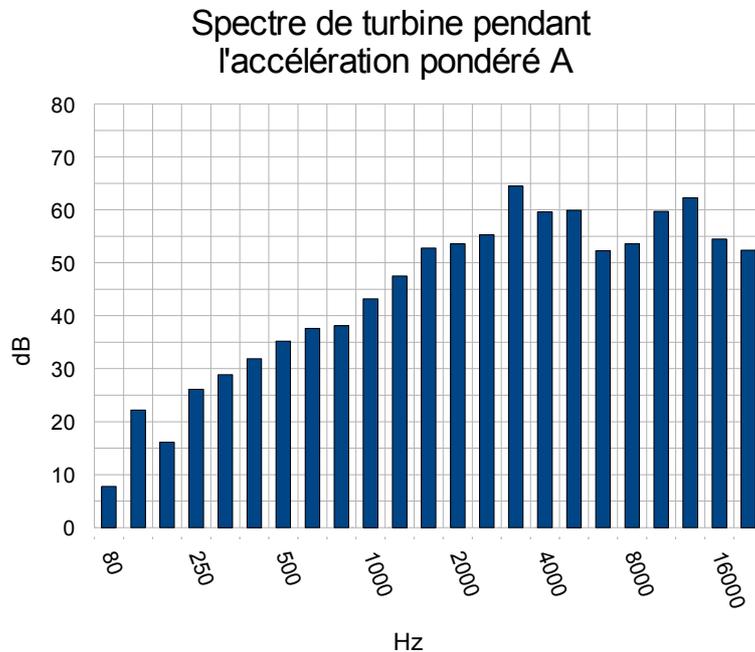
Graphique n° 5. *Représentation spectrale en dB pondéré A de la turbine à vide W&H par tiers d'octave*

Des pics d'énergie acoustique sont observés sur les fréquences 6300 Hz, 8000 Hz, 10000 Hz pour atteindre une valeur moyenne de 57 dB.

On peut dire que le bruit de turbine à vide ou même du contre-angle à vide est causé par les fréquences aiguës ciblées aux alentours du 6000 Hz, considérant les fréquences conversationnelles. Le bruit de la turbine à vide en elle-même ne paraît pas nocive, car elle est inférieure à la norme fixée à 80 dB (A), en effet le niveau sonore total sur tout le spectre des bruits de turbine ici est de $L_1 = 65,8$ dB (A).

iii) Etude de l'accélération de la turbine

Il était intéressant d'analyser l'accélération et la décélération de la turbine W&H.



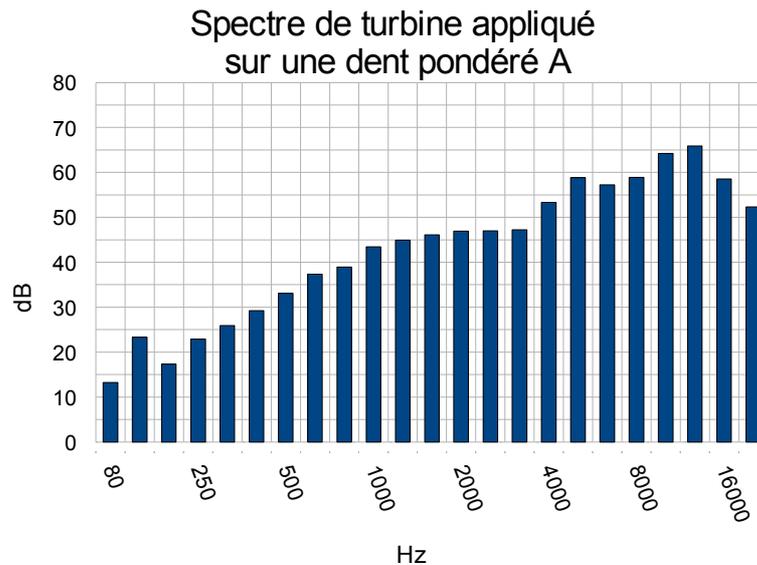
Graphique n° 6. Représentation spectrale en dB pondéré A de l'accélération et décélération la turbine W&H par tiers d'octave

On observe que l'énergie acoustique est répartie fréquemment avec un maximum ciblé sur le 3,15 kHz pour atteindre une valeur de 64,5 dB, la plus grande partie d'énergie acoustique est ciblée sur les fréquences aiguës et hautes fréquences.

On peut dire que le bruit de l'accélération de la turbine ou même du contre-angle est causé par les fréquences aiguës ciblées aux alentours du 3,15 kHz, considérant les fréquences conversationnelles. On atteint au maximum une valeur de 64,5 dB considérée comme inférieure par rapport aux nouvelles normes d'exposition acoustique de 80 dB (A), en effet le niveau sonore total sur tout le spectre des bruits de la turbine W&H à vide est de l'ordre de $L_1 = 69,5$ dB (A).

iii) Etude de la turbine appliquée sur une dent

Pour analyser de façon optimale le bruit engendré par la turbine, nous l'avons mesuré pendant un minute, avec une intégration toutes les secondes, à l'occasion d'un soin dentaire nécessitant l'utilisation de la turbine. Les paramètres sont maintenus : sonomètre situé à 20 cm et à 45° en arrière de la tête du praticien pour ainsi éviter l'effet de souffle.



Graphique n° 7. Représentation spectrale en dB pondéré A de la turbine appliquée sur une dent dans une cavité buccale, par tiers d'octave

On observe une zone prédominante qui atteint un maximum situé entre la fréquence 5 kHz et 16 kHz pour atteindre des valeurs respectives de 58,8 dB et 58,5 dB, et un pic d'énergie dans cette zone fréquentielle ciblée sur la fréquence 12,5 kHz à une valeur de 65,9 dB.

On ne peut pas incriminer dans l'absolu les effets néfastes de l'utilisation de la turbine dans la pratique de soins dentaires car les relevés sont inférieurs à la norme fixée à 80 dB (A), en effet le niveau sonore total sur tout le spectre des bruits de turbine pendant un soin est de l'ordre de $L_I = 70$ dB (A).

On peut en conclure que concernant les turbines, que ce soit l'utilisation à vide, au démarrage ou même pendant un soin utilisant la turbine seule, les niveaux sonores totales des bruits de turbine n'atteignent jamais le seuil limite d'exposition acoustique réglementaire normé à 80 dB (A). En effet on obtient au maximum un niveau d'exposition acoustique de 70 dB (A).

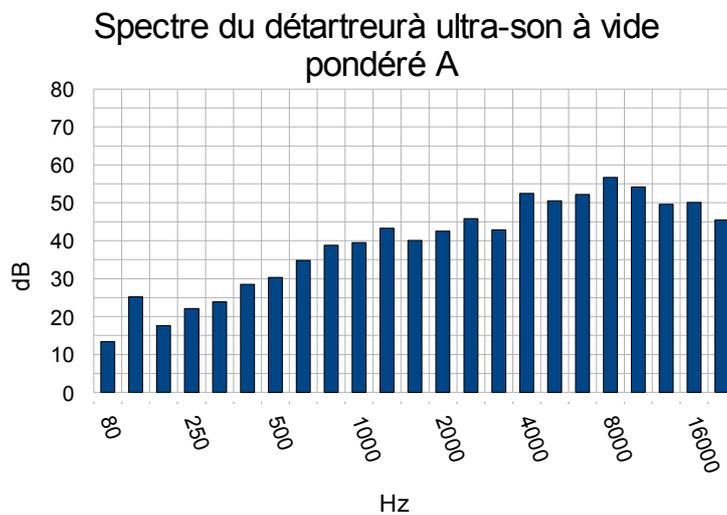
Notons que la vétusté, le mauvais entretien du matériel peuvent élever de façon importante les niveaux sonores. De ce fait, les chirurgiens-dentistes sont victimes à long terme, sans aucun doute, de fatigues auditives et de traumatismes auditifs.

Depuis l'avènement des moteurs électriques et d'autant plus des roulements à billes en céramique, les niveaux sonores et donc les conditions de travail dans la pratique de l'odontologie se sont nettement améliorées.

II - Etude du détartreur

De même que pour la turbine, l'étude du détartreur à ultra-son va nous révéler les zones fréquentielles les plus sollicitées. Notons que les ultras-sons contiennent une multitude d'harmoniques qui sont contenues dans la zone des fréquences conversationnelles.

1) Etude du détartreur à vide



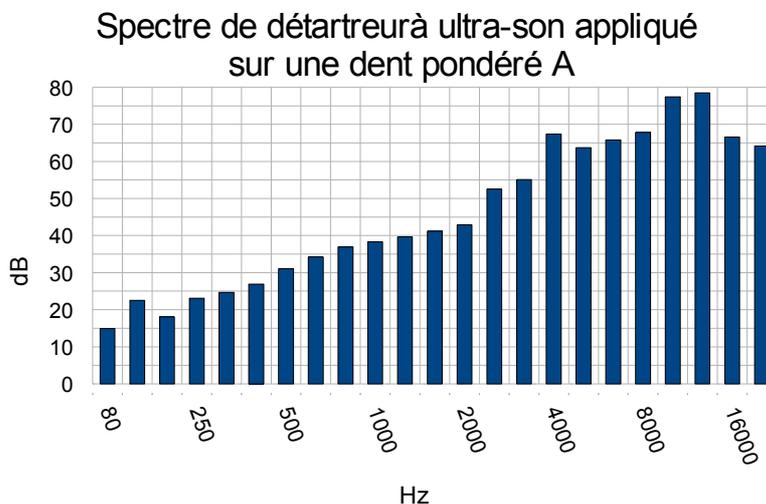
Graphique n° 8. Représentation spectrale en dB pondérée A, par tiers d'octave du détartreur à ultra-son Cavitron Select

On observe une zone fréquentielle dans laquelle on distingue les maximums de l'énergie acoustique. En effet, cette zone la plus révélatrice s'étend de la fréquence 4 kHz à 10 kHz pour atteindre des valeurs respectives de 52,5 dB et 54,2 dB : cette zone détient un pic d'énergie acoustique ciblée sur la fréquence 8 kHz à une valeur de 56,7dB.

On ne peut incriminer l'utilisation du détartreur à ultra-son comme étant l'un des facteurs directement nocifs car le bruit du détartreur à ultra-son est inférieur à la norme réglementaire de 80 dB (A). En effet, le niveau sonore total des bruits de détartreur à vide est de l'ordre de 61,9 dB (A).

2) Etude du détartreur appliqué sur une dent

L'étude du détartreur est ensuite menée dans une situation de détartrage.



Graphique n° 9. Représentation spectrale en dB pondérée A, par tiers d'octave du détartreur à ultra-son Cavitron Select appliqué sur une dent

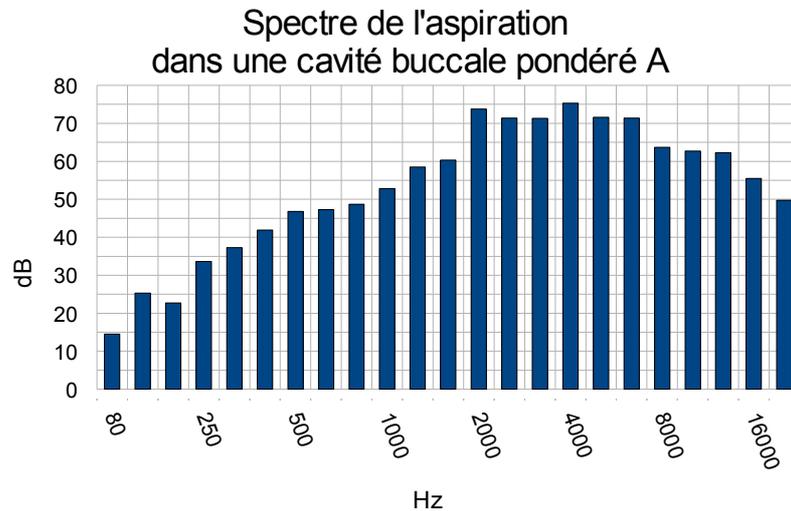
On observe une zone énergétique sonore ciblée sur les fréquences 10 kHz et 12,5 kHz à des valeurs respectives de 77,4 dB et 78,5 dB. Ces niveaux sonores sont considérés comme élevés pour cette profession et ces praticiens, mais ils sont aussi considérés comme nocifs car le niveau sonore acoustique est supérieur à la limite de réglementation. En effet, le niveau sonore acoustique pour le détartreur pendant un soin est de l'ordre de $L_1 = 81,8$ dB (A).

Le détartreur est relié à un réservoir et à une pompe à vide pour l'irrigation des solutés médicamenteux situés sur la pièce à main. Le bruit engendré provient de la pompe et du compresseur basse pression.

Les relevés fabricants nous révèlent des niveaux sonores oscillants entre 78 dB et 84 dB, considérés comme des niveaux élevés. Le niveau sonore d'exposition dépasse les normes de risques d'expositions fixés à 80 dB (A), en effet ici il est de l'ordre de 81,8 dB (A), ces résultats équivalent aux relevés obtenus lors de nos mesures en ciblant davantage les fréquences majoritairement sollicitées.

III - Etude d'aspiration

L'étude se poursuit en analysant la pompe à salive de la même façon que la turbine et le détartreur en conservant les mêmes paramètres.



Graphique n° 10. *Représentation spectrale en dB pondérée A, par tiers d'octave de la pompe à salive dans une cavité buccale adulte*

On observe que le maximum de l'énergie acoustique est ciblé entre la fréquence 2 kHz et 6,3 kHz pour atteindre des valeurs respectives de 73,8 dB et 71,4 dB, et atteint un maximum sur la fréquence 4 kHz à une valeur de 75,3 dB.

Ces valeurs mesurées paraissent élevées mais inférieures aux normes acoustiques réglementaires au travail.

On peut donc dire que concernant les appareils mesurés séparément, les relevés nous montrent une zone fréquentielle majoritairement marquée ciblée entre les fréquences 4 kHz et 16 kHz et atteint des valeurs légèrement supérieures à la nouvelle norme d'exposition du code du travail fixée à 80 dB (A). En effet ici le niveau sonore total sur tout le spectre des bruits d'aspirations est de l'ordre de $L_I = 80,8$ dB (A).

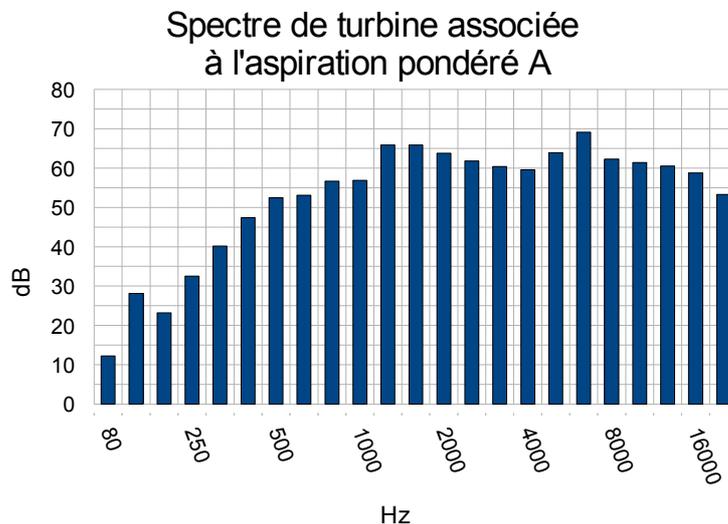
Néanmoins on peut dire que l'utilisation quotidienne de quelques minutes à près d'une heure d'utilisation journalière peut provoquer à long terme une accentuation des lésions auditives.

IV - Combinaisons entre appareils

Après avoir analysé indépendamment tous les bruits qui nous paraissaient nocifs dans la pratique de l'odontologie, nous avons analysé plusieurs combinaisons en fonction de divers scénarios possibles tels que :

- turbine + pompe à salive ou aspiration,
- turbine + pompe à salive ou aspiration appliquées sur une dent,
- détartreur à ultra-son + pompe à salive ou aspiration,
- détartreur à ultra-son + pompe à salive ou aspiration appliqués sur une dent.

1) Turbine associée à l'aspiration



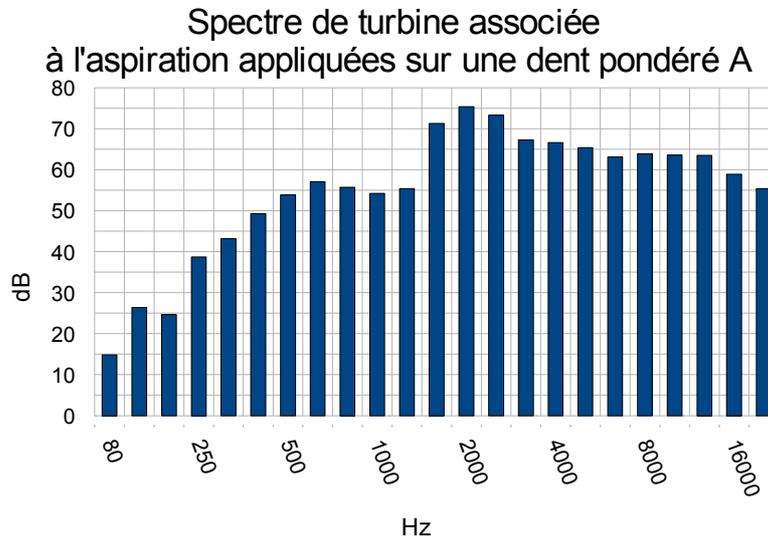
Graphique n° 11. *Représentation spectrale par tiers d'octave en dB pondérée A de la turbine associée à l'aspiration*

On observe que l'énergie est répartie sur tout le spectre, la combinaison de la turbine associée à l'aspiration révèle une zone où l'on observe des pics d'énergie ciblés entre les fréquences 1,25 kHz et 6,3 kHz pour atteindre des valeurs respectives de 65,9 dB et 69,1 dB.

Les résultats nous montrent des valeurs inférieures aux normes acoustiques réglementaires, en effet le niveau sonore total sur tout le spectre est de $L_I = 74,9$ dB (A).

La même expérience a été renouvelée avec pendant un soin : la turbine en fonctionnement associée à l'aspiration, appliquée sur une dent.

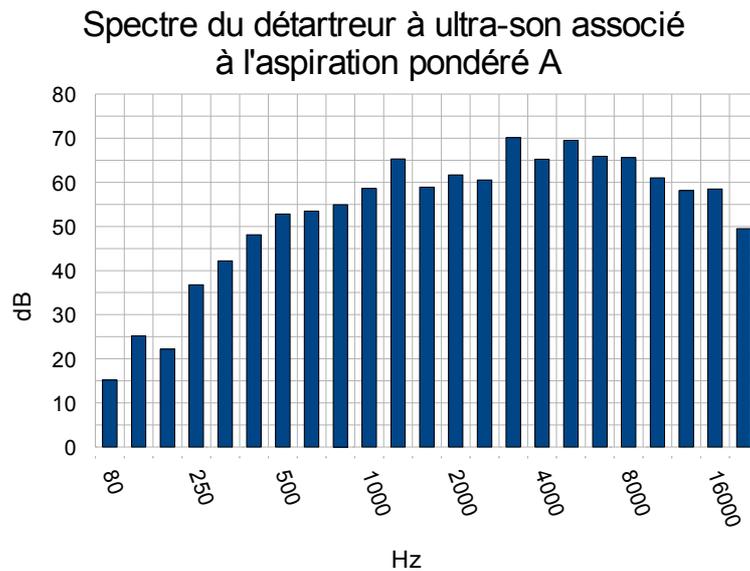
1bis) Turbine associée à l'aspiration, appliquée sur une dent



Graphique n° 12. *Représentation spectrale en dB pondérée A, par tiers d'octave de la turbine associée à l'aspiration appliquée sur une dent*

On observe que la turbine en fonctionnement appliquée sur une dent avec l'aspiration génère un bruit ciblé sur les fréquences aigus et les hautes fréquences. En effet, l'analyse du spectre sonore nous révèle un pic d'énergie centré sur le 2 kHz pour atteindre une valeur de 75,4 dB. Le niveau sonore global des bruits sur tout le spectre est de l'ordre de $L_1 = 79,8 \text{ dB (A)}$, soit quasiment égal au 80 dB (A) réglementaire.

2) Détartreur associé à l'aspiration



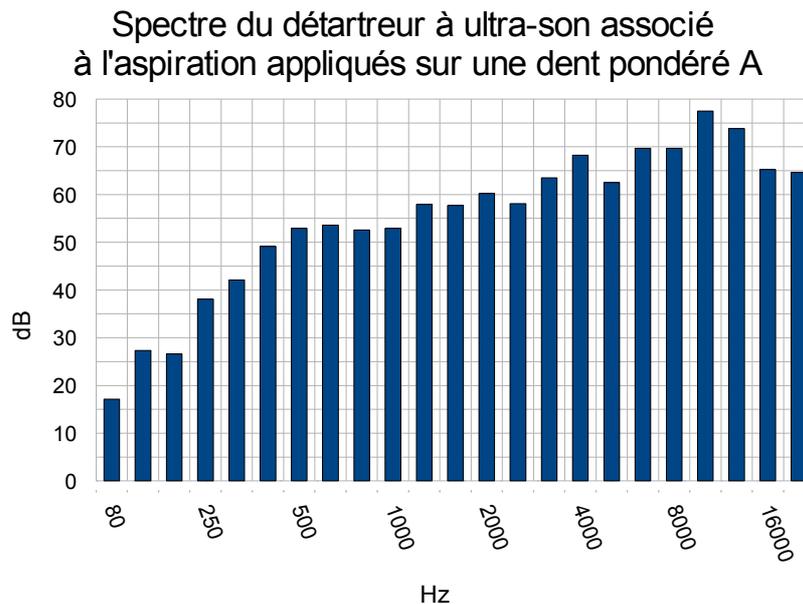
Graphique n° 13. *Représentation spectrale par tiers d'octave en dB pondérée A du détartreur à ultra-son associé à l'aspiration*

On observe que l'énergie est répartie sur tout le spectre, la combinaison du détartreur à ultra-son associé à l'aspiration révèle une zone où l'on observe des pics d'énergie ciblés entre les fréquences 3 kHz et 6,3 kHz pour atteindre des valeurs respectives de 70,1 dB et 65,9 dB.

Les résultats nous montrent une fois de plus que les valeurs sont inférieures aux normes acoustiques réglementaires : le niveau sonore global sur tout le spectre est de $L_1 = 76,1$ dB (A).

La même expérience a été renouvelée pendant un soin : le détartreur à ultra-son en fonctionnement associé à l'aspiration appliqués sur une dent.

2bis) Détartreur associé à l'aspiration, appliqués sur une dent



Graphique n° 14. Représentation spectrale par tiers d'octave en dB pondérée A du détartreur à ultra-son associé à l'aspiration, appliqués sur une dent

On observe que l'énergie est répartie sur tout le spectre, la combinaison du détartreur à ultra-son associé à l'aspiration, appliqués sur une dent révèle une zone où l'on observe des pics d'énergie ciblés entre les fréquences 6,3 kHz et 12,5 kHz pour atteindre des valeurs respectives de 69,3 dB et 73,8 dB. Le maximum de l'énergie est centré sur la fréquence 10 kHz à une valeur de 77,5 dB.

Les résultats du niveau sonore global sur tout le spectre, nous révèlent des valeurs légèrement supérieures aux normes acoustiques réglementaires, en effet, il est de l'ordre de $L_I = 80,4$ dB (A).

L'utilisation fréquente et journalière de la turbine associée à l'aspiration ou le détartreur associé ou non à l'aspiration provoque à long terme des lésions auditives irréversibles ciblées sur les fréquences médiums aiguës et touche d'avantage les hautes fréquences qui ne sont que des harmoniques des fréquences audibles conversationnelles.

Même si les niveaux d'exposition préconisés par les normes de la réglementation du code du travail ne sont que légèrement atteints ou dépassés, il apparaît néanmoins sans équivoque une prédisposition au traumatisme sonore dans la pratique de l'odontologie. En effet, on peut admettre qu'à long terme, l'exposition prolongée

provoque des lésions auditives ciblées aux alentours de la fréquence 6 kHz, qui peut en fin de carrière creuser d'avantage la perte sur les médiums aigus et donc amplifier davantage la presbyacousie.

Pour corroborer l'hypothèse que, dans la pratique de l'odontologie, il existe des risques liés à l'exposition aux bruits, nous avons pu pratiquer au cours de notre étude, 17 audiométries à l'aide d'un audiomètre portable Interacoustics Screening Audiometer AS 208, préalablement étalonné avec une sensibilité de 5 dB en 5 dB.

Les audiométries ont été pratiquées au sein même des cabinets dentaires à l'écart de toute source sonore qui aurait pu gêner le test.

CHAPITRE IV

ETUDE DE L'AUDITION AUPRES DES CHIRURGIENS-DENTISTES

I - Mesures audiométriques auprès des praticiens Odontologistes

Les audiométries se sont portées sur des praticiens en bonne santé générale, sans antécédent ORL à l'aide d'un audiomètre portable appelé Interacoustics Screening Audiometer AS 208.

Les audiogrammes sont classés selon le nombre d'années d'exercice.

Aupréalable nous avons effectué une anamnèse, un examen clinique et audiométrique de chaque sujet testé.

1) Anamnèse

L'anamnèse recueille l'ensemble des renseignements préliminaires qu'un patient fournit sur l'historique de sa maladie. En outre, nous avons approfondi l'étude en fournissant un questionnaire à chaque praticien testé :

- 1) A quelle tranche d'âge appartenez-vous ?
-Moins de 30 ans -Entre 31 et 39 ans -Entre 40 et 49 ans -Plus de 50 ans
- 2) Combien d'heures travaillez-vous par jour ?
-Moins de 6 heures -Entre 6 et 8 heures -Entre 8 et 10 heures
- 3) Depuis combien de temps exercez-vous ?
-Moins de 10 ans -Entre 11 et 20 ans -Entre 21 et plus
- 4) Pendant les soins, combien de temps les instruments sont-ils en fonctionnement ?
-Moins de la moitié du temps -Plus de la moitié du temps
- 5) Êtes-vous conscient du danger de l'exposition aux bruits ?
-Oui -Non

- 6) Comment considérez-vous le bruit dans le cabinet ?
-Bas -Moyen -Fort
- 7) Êtes-vous gêné par le bruit que génèrent les instruments ?
-Oui -Non
- 8) Quel instrument vous paraît le plus nocif ?
-Turbine -Détartreur -Aspiration
- 9) Après une journée de travail, que ressentez-vous ?
-Une fatigue auditive -Des céphalées -Des acouphènes
- 10) Avez-vous déjà utilisé des protections individuelles auditives ?

Les résultats ont été synthétisés sous forme de diagrammes.

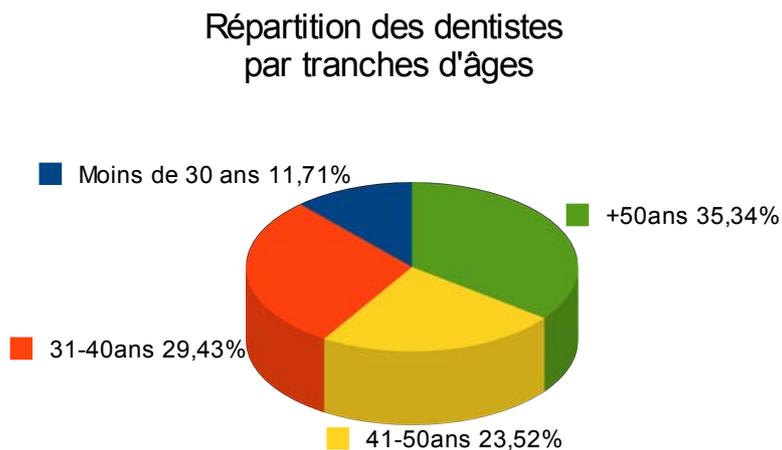


Figure n° 19. *Diagramme circulaire de la répartition des dentistes par tranches d'âges*

Sur les 17 chirurgiens dentistes, on compte :

- 11,7 % de moins de 30 ans,
- 29,4 % de 31-40 ans,
- 23,5 % de 41-50 ans,
- 35,29 % de plus de 50 ans.

-Sur les 11,7% de moins de 30 ans, on compte 100 % de praticiens ayant entre 0 et 10 ans d'exercice, ces 100 % estiment être exposés aux bruits moins de la moitié du temps de travail et ne sont pas conscients du danger lié à la pratique, mais néanmoins accusent une gêne liée au bruit. Il apparaît une équité au niveau du matériel le plus nocif entre la turbine et le détartreur à ultra-son. 100 % des moins de 30 ans ayant entre 0 et 10 ans d'exercice, estiment sortir du cabinet avec des acouphènes ainsi qu'une certaine fatigue auditive.

Diagramme de la répartition du questionnaire chez les dentistes.

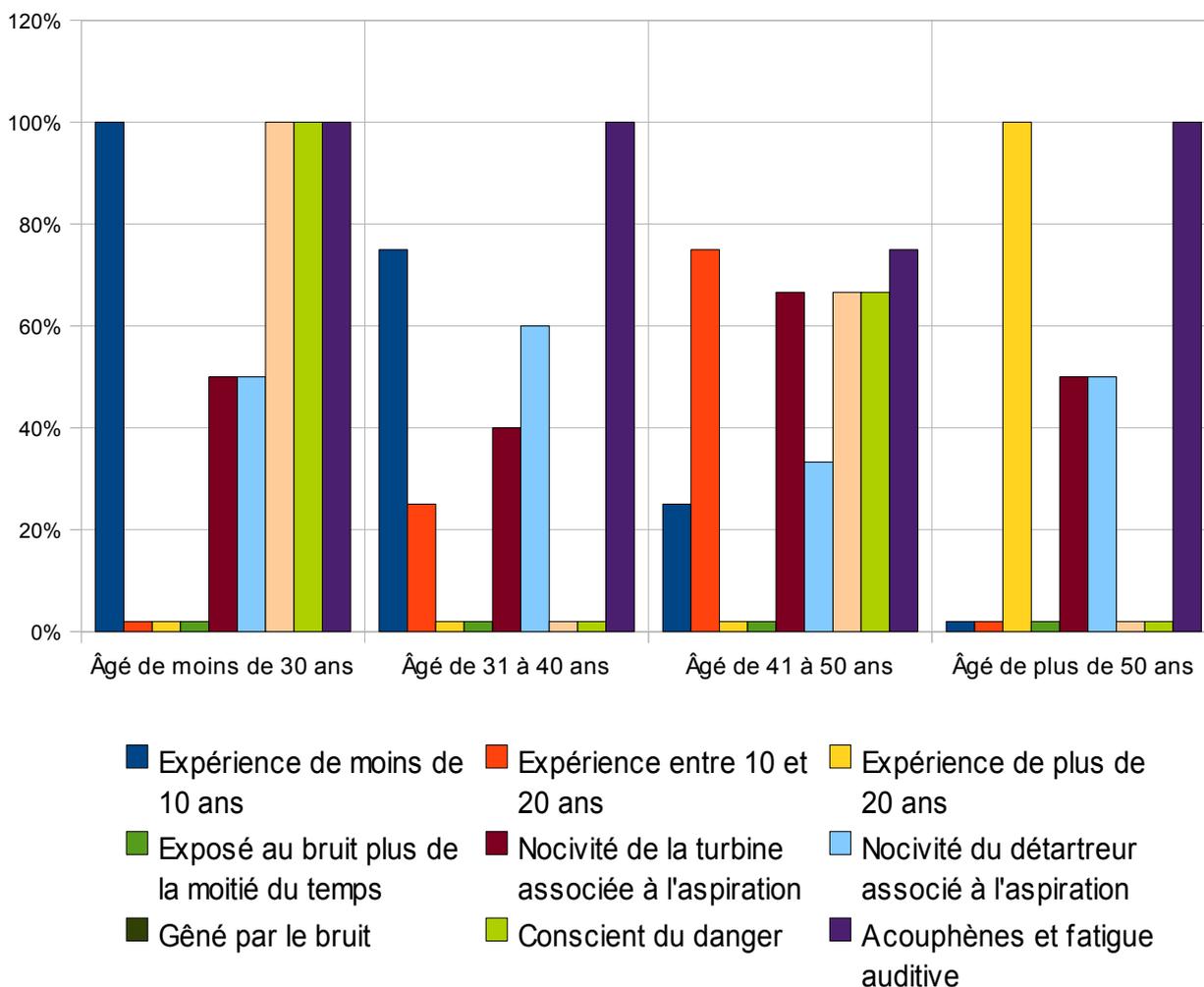


Figure n° 20. Diagramme en bâtons de la répartition du questionnaire chez les dentistes

- Sur les 29,4 % des 31-40 ans, on compte 75 % d'entre-eux, qui ont moins de 10 ans d'exercice et 25 % d'entre-eux, ont entre 10 et 20 ans d'exercice. Une forte majorité d'entre-eux accusent le détartreur comme étant le plus nocif et qui pourrait générer les acouphènes et potentiellement une fatigue auditive.
- Pour les 41-50 ans, soit 23,5 % du panel, on estime que $\frac{3}{4}$ d'entre-eux, ont une pratique de l'odontologie de 10 à 20 ans, et que le quart restant a une pratique située entre 0 et 10 ans. L'intégralité des 41-50 ans n'est pas consciente du danger dû à l'exposition au bruit prolongée et quotidienne. Néanmoins 50 % d'entre-eux sont gênés par le bruit au travail et tous nous disent avoir quelques acouphènes après l'arrêt du travail pendant quelques minutes. On observe une équité entre la turbine et le détartreur comme étant les plus nocifs.
- Pour les 35,29 % des plus de 50 ans, on compte que 100 % des praticiens ont une pratique de plus de 20 ans et qu'ils ne se sentent ni conscients ni gênés par le bruit que génèrent les instruments. Les acouphènes, chez tous les sujets sont quasi permanents quotidiennement et perdurent dans la soirée, durant plusieurs heures après la fin du travail. Chez beaucoup d'entre-eux dans cette tranche d'ages et d'années d'exercice, on parle d'adaptativité auditive.

Aucun des 17 chirurgiens-dentistes n'utilise des protections spéciales, pourtant tous estiment avoir des acouphènes associés à une fatigue auditive liée à l'utilisation récurrente et quotidienne des instruments tels que la fraise de turbine et le détartreur.

2) Otoscopie

L'otoscopie permet d'apprécier la normalité du conduit auditif externe ainsi que la normalité du tympan en lui-même : couleur, texture etc... Cet examen est nécessaire et primordial pour s'assurer qu'il n'existe pas d'obstacles tel qu'un bouchon de cérumen, un corps étranger etc... .

3) Examen audiométrique

Pour l'étude audiométrique, nous avons décomposé ce panel en plusieurs catégories en fonction des durées d'exposition aux bruits :

- 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).

Notons qu'en parallèle nous allons nous référer aux courbes de référence de l'audiométrie tonale en fonction de l'âge.

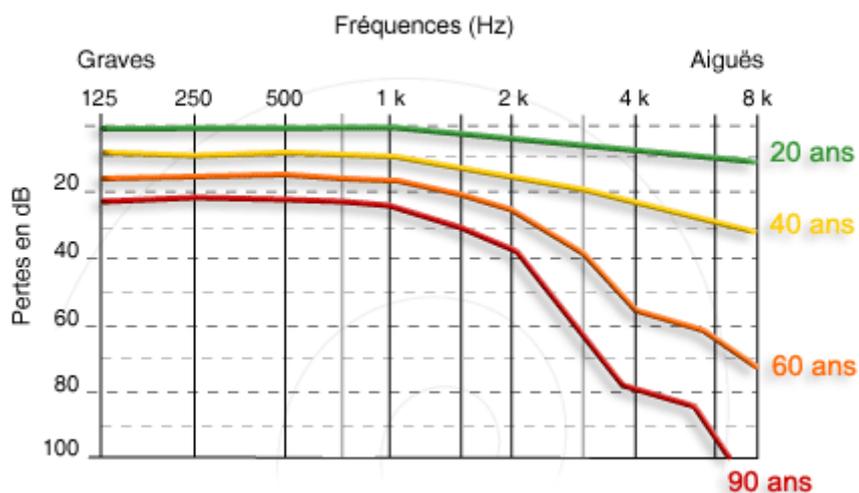


Figure n° 21. *Courbes audiométriques de référence représentant la capacité auditive de sujets dits "normaux" [26]*

A) Durée d'exposition au bruit : de 0 à 10 ans

- Pour la tranche d'âge de 20 à 29 ans : 2 praticiens (de 1983 : 3 ans d'expérience, et de 1986 : 1 an d'expérience)

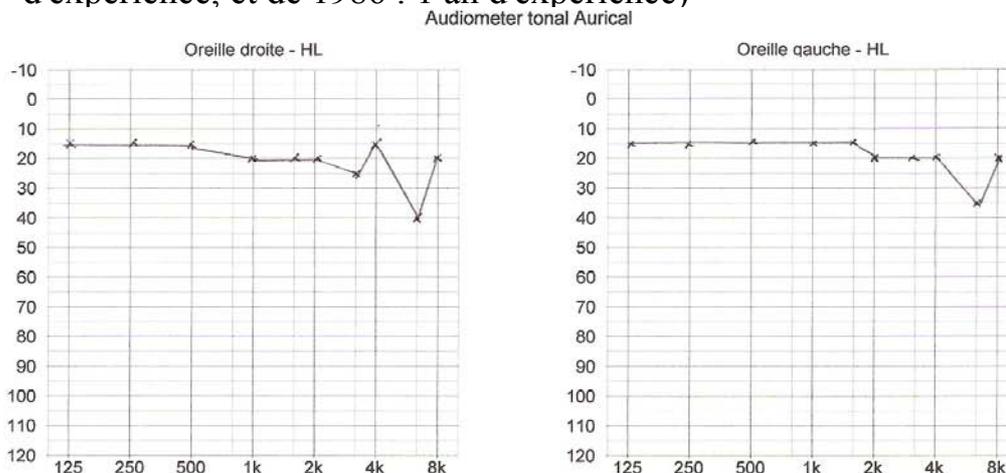


Figure n° 22. *Audiogramme tonal du sujet 1*

L'audiométrie 1 révèle un scotum marqué bilatéral ciblé sur le 6 kHz qui atteint une valeur de 40 dB à l'oreille droite et de 35dB à l'oreille gauche, soit une baisse de l'audition de 30 dB à droite et de 25 dB à gauche, sur le 6 kHz.

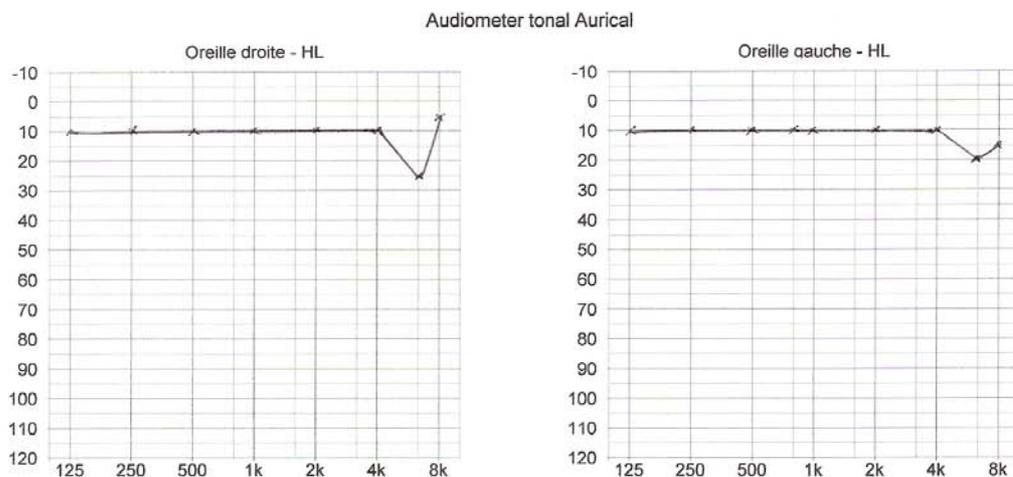


Figure n° 23. *Audiogramme tonal du sujet 2*

L'audiométrie 2 révèle un scotum sur le 6 kHz plus marqués à droite, qui atteint 25 dB, et 20 dB à l'oreille gauche, soit une baisse de l'audition de 15 dB à droite et de 10 dB à gauche sur le 6 kHz.

- Pour la tranche d'âge de 30 à 39 ans : 3 praticiens (de 1980 : 5 ans d'expérience, de 1979 : 4 ans d'expérience, de 1971 : 9 ans d'expérience)

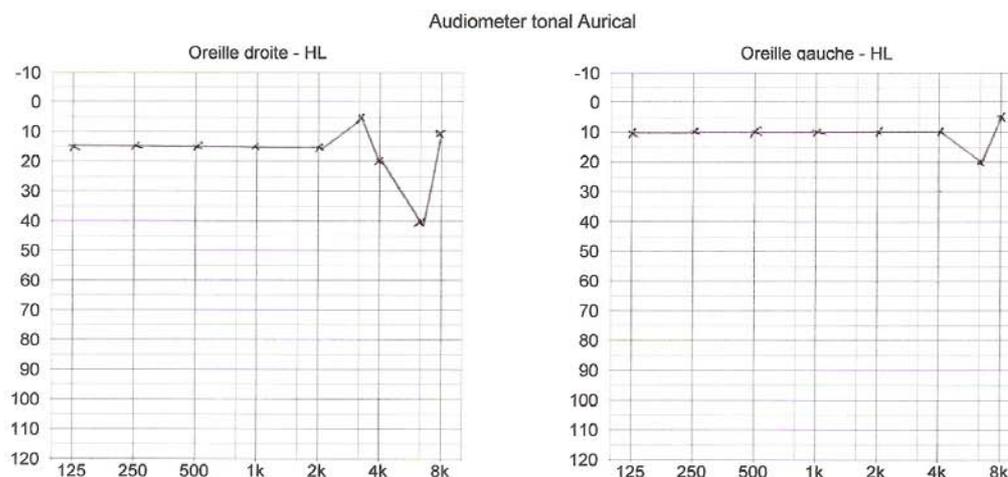


Figure n° 24. *Audiogramme tonal du sujet 3*

L'audiométrie 3 révèle un scotum marqué bilatéral ciblé sur le 6 kHz qui atteint une valeur de 40 dB à l'oreille droite et de 20 dB à l'oreille gauche, soit une baisse de l'audition de 25 dB à droite et de 5 dB à gauche, sur le 6 kHz.

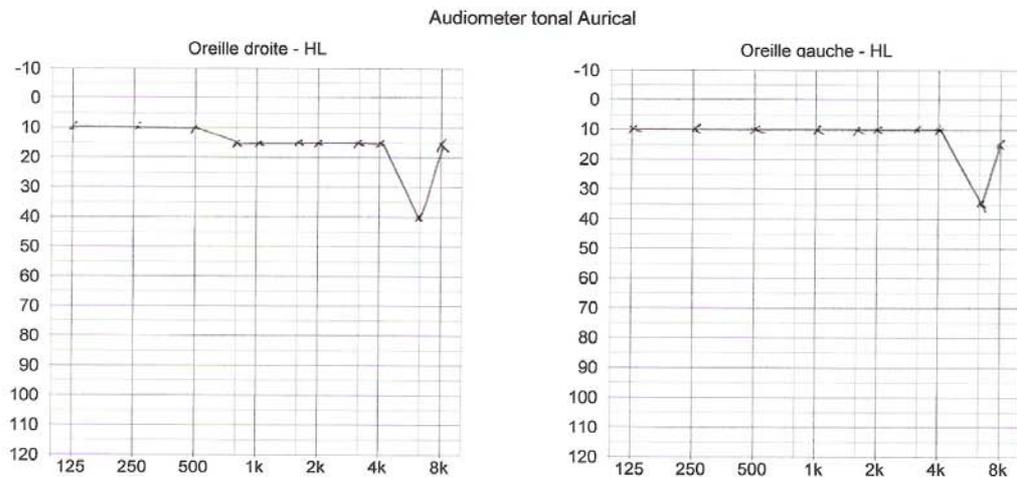


Figure n° 25. Audiogramme tonal du sujet 4

L'audiométrie 4 révèle un scotum marqué bilatéral ciblé sur le 6 kHz qui atteint une valeur de 40 dB à l'oreille droite et de 35 dB à l'oreille gauche, soit une baisse de l'audition de 25 dB à droite et de 20 dB à gauche, sur le 6 kHz.

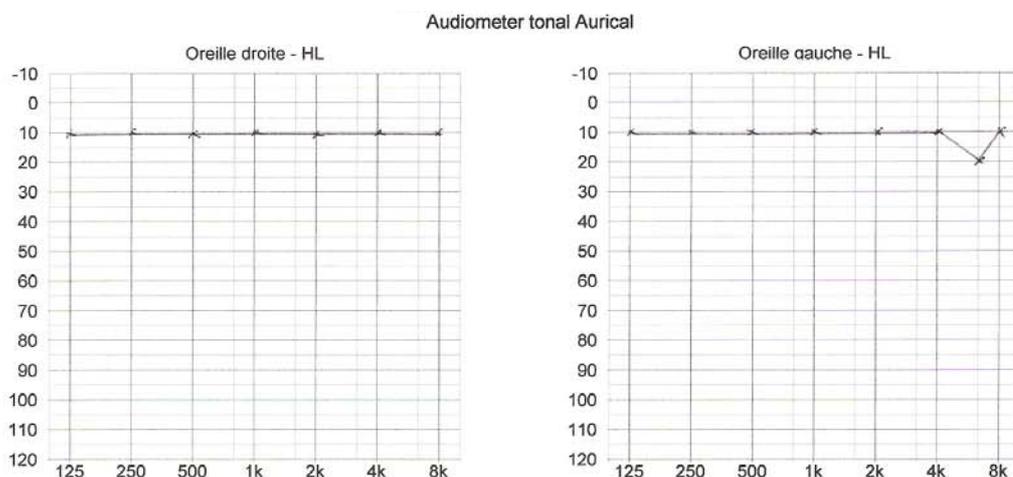


Figure n° 26. Audiogramme tonal du sujet 5

L'audiométrie 5 révèle une légère altération sur le 6 kHz à gauche qui atteint une valeur de 20 dB, soit une baisse de l'audition de 5 dB. L'audition à droite ne révèle aucune altération.

- Pour la tranche d'âge 40 à 49 ans : 1 praticien (de 1970 : 6ans d'expérience)

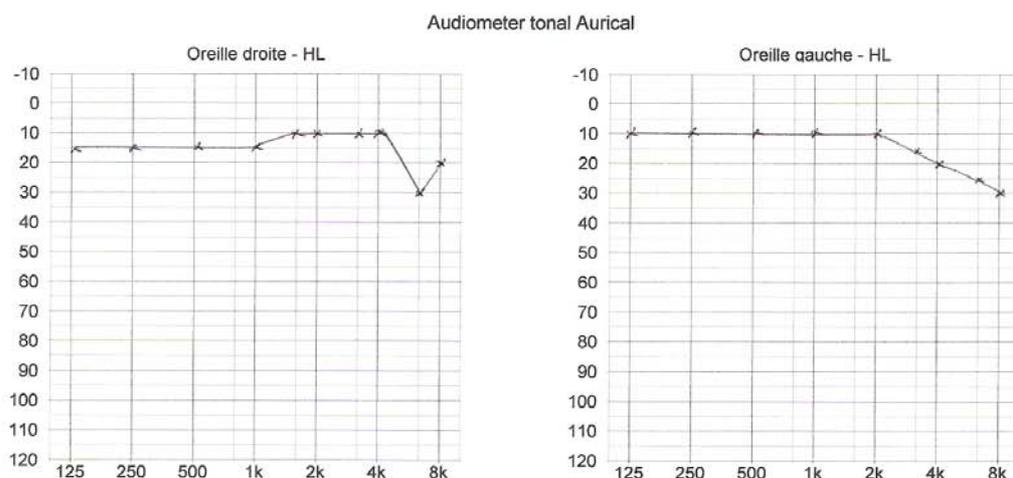


Figure n° 27. Audiogramme tonal du sujet 6

L'audiométrie 6 révèle un scotum marqué ciblé sur le 6 kHz à droite qui atteint une valeur de 30 dB. A gauche une légère presbyacousie débutante à 2 kHz qui atteint une valeur de 30 dB sur le 8 kHz. Soit une baisse de l'audition de 8 dB à droite et de 3 dB à gauche, sur le 6 kHz.

B) Durée d'exposition au bruit : de 10 à 20 ans

- Pour la tranche d'âge de 30 à 39 ans : 2 praticiens (de 1970 : 15 ans d'expérience, de 1973 : 13 ans d'expérience)

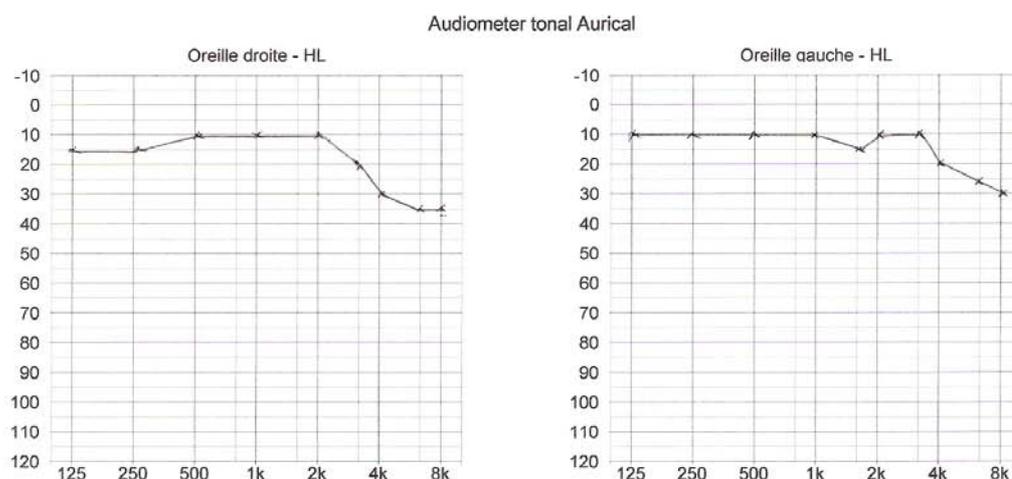


Figure n° 28. Audiogramme tonal du sujet 7

L'audiométrie 7 révèle une presbyacousie bilatérale plus marquée à droite débutant à 2 kHz et atteint une valeur de 35 dB sur le 6 kHz et 8 kHz. A gauche cette presbyacousie débute sur le 3 kHz pour atteindre une valeur de 30 dB sur le 8 kHz. On peut émettre l'hypothèse, que le scotum sur le 6 kHz est dissimulé dans la presbyacousie.

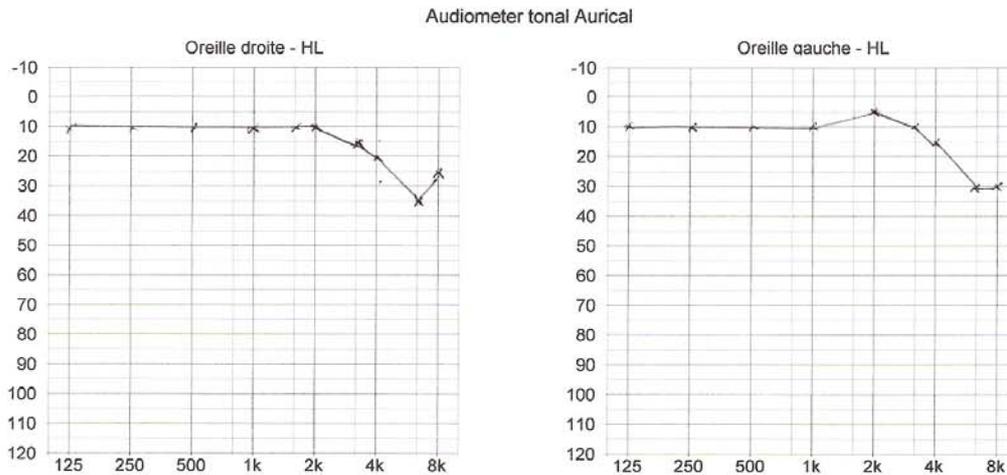


Figure n° 29. *Audiogramme tonal du sujet 8*

L'audiométrie 8 révèle un scotum marqué bilatéral ciblé sur le 6 kHz qui atteint une valeur de 35 dB à l'oreille droite et de 30 dB à l'oreille gauche, soit une baisse de l'audition de 5 dB à droite.

- Pour la tranche d'âge de 40 à 49 ans : 3 praticiens (de 1965 : 17 ans d'expérience, de 1965 : 20 ans d'expérience, de 1969 : 14 ans d'expérience)

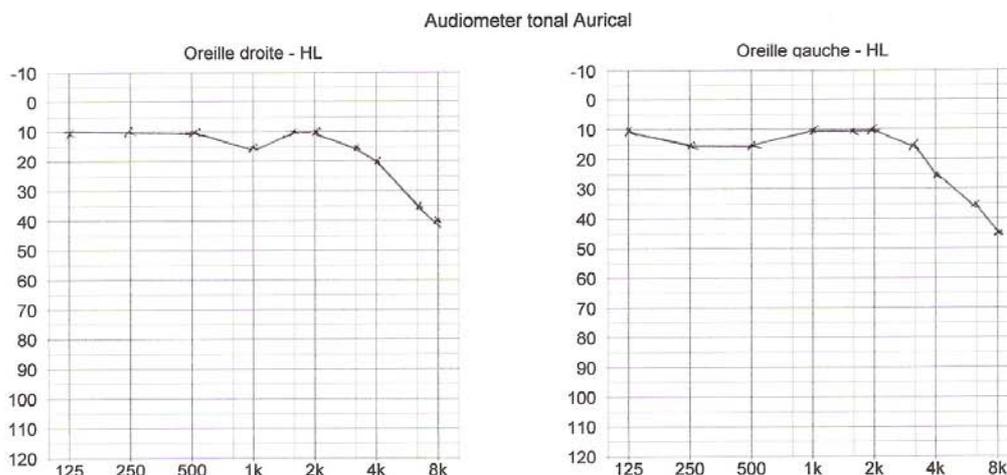


Figure n° 30. *Audiogramme tonal du sujet 9*

L'audiométrie 9 révèle une presbyacousie bilatérale symétrique débutant à 2 kHz et atteint une valeur de 40 dB sur le 6 kHz et 8 kHz. Soit une baisse de l'audition de 10 dB des deux côtés sur le 6 kHz et 8 kHz.

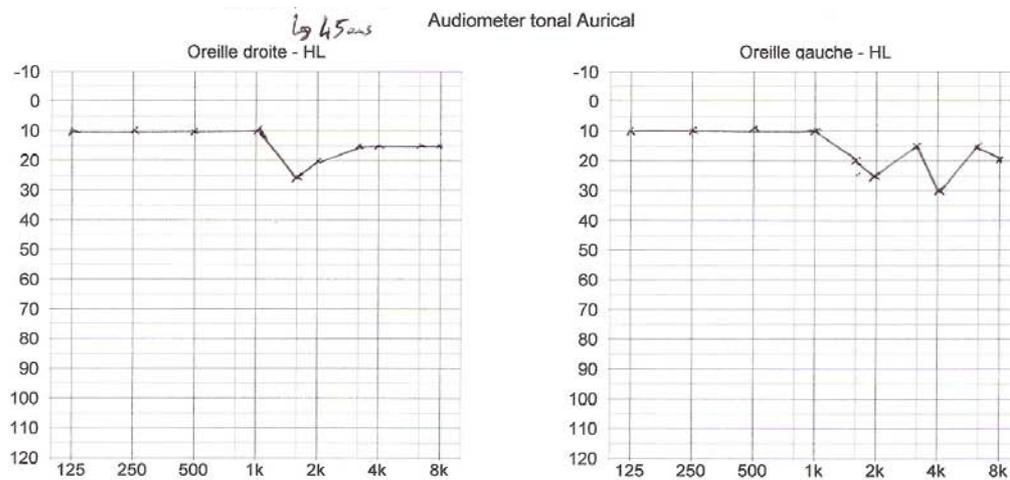


Figure n° 31. Audiogramme tonal du sujet 10

L'audiométrie 10 nous révèle une altération ciblée à gauche sur le 4 kHz mais rien ne nous permet de mettre en évidence une incidence de la pratique sur l'audition du fait d'un remaniement du tympan, celui-ci étant cicatriciel.

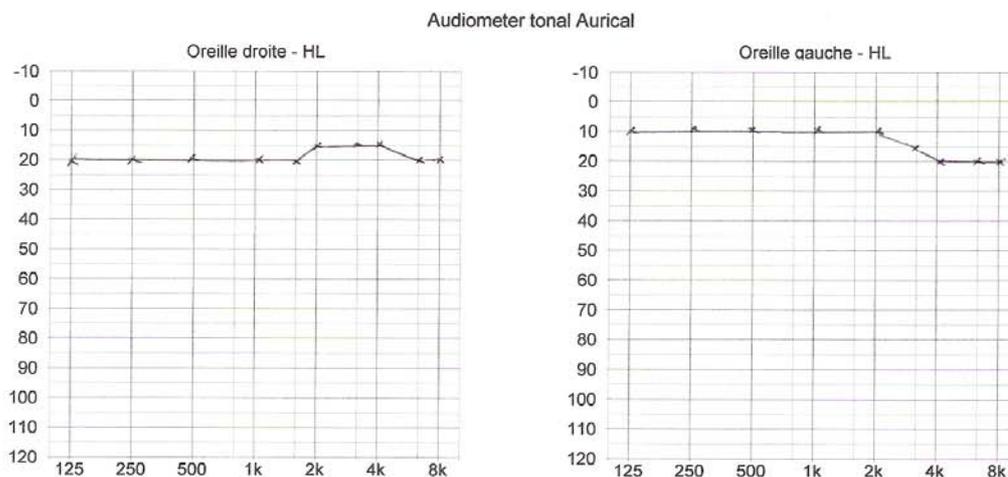


Figure n° 32. Audiogramme tonal du sujet 11

L'audiométrie 11 nous révèle une bonne audition de ce praticien, cette audiométrie ne nous révèle rien de suspect.

C) Durée d'exposition au bruit: de 20 à 30 ans et plus

➤ Pour la tranche d'âge de 50 à 59 ans : 4 praticiens

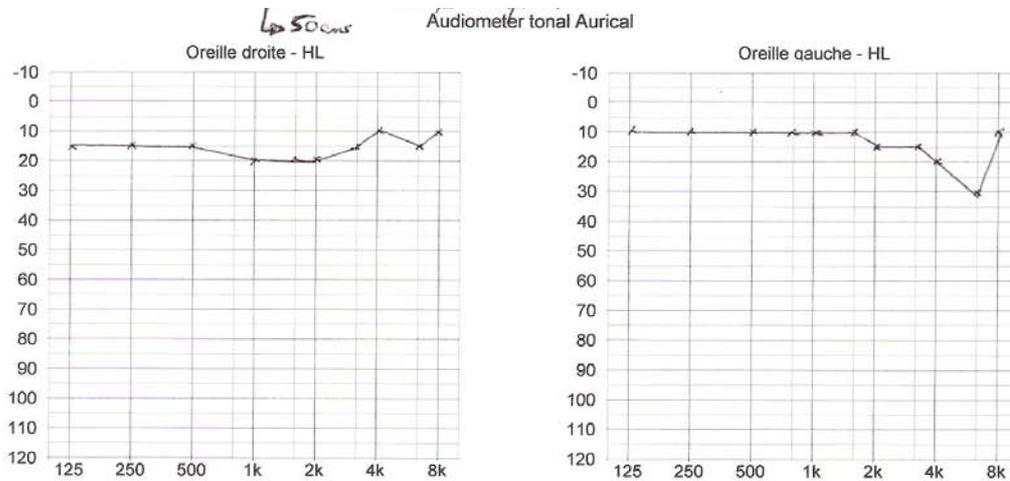


Figure n° 33. Audiogramme tonal du sujet 12

L'audiométrie 12 révèle un scotum marqué ciblé sur le 6 kHz à gauche qui atteint une valeur de 30 dB, débutant dès le 2 kHz. A gauche l'audition est normale.

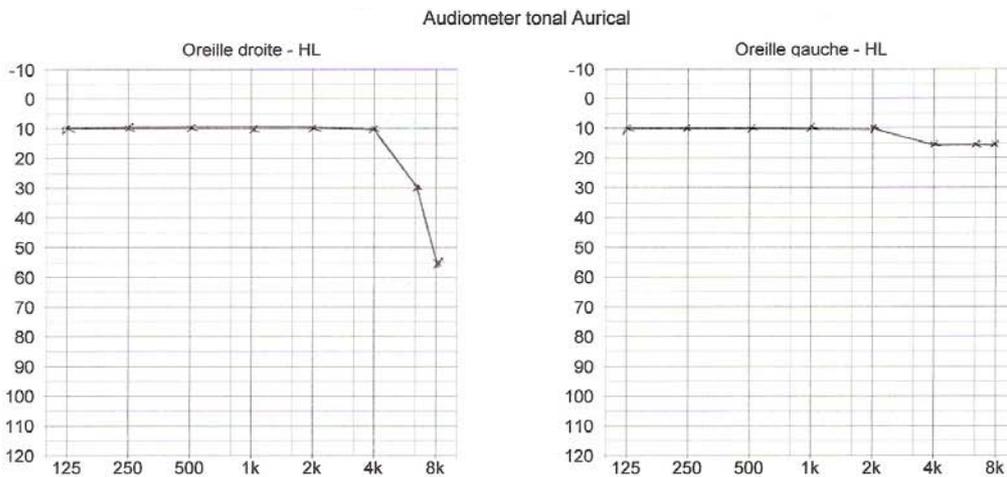


Figure n° 34. Audiogramme tonal du sujet 13

L'audiométrie 13 révèle une chute brutale dès la fréquence 4 kHz, atteignant 55 dB sur le 8 kHz à droite. Soit une baisse de l'audition de 10 dB sur le 8 kHz. L'audition à

gauche paraît normale.

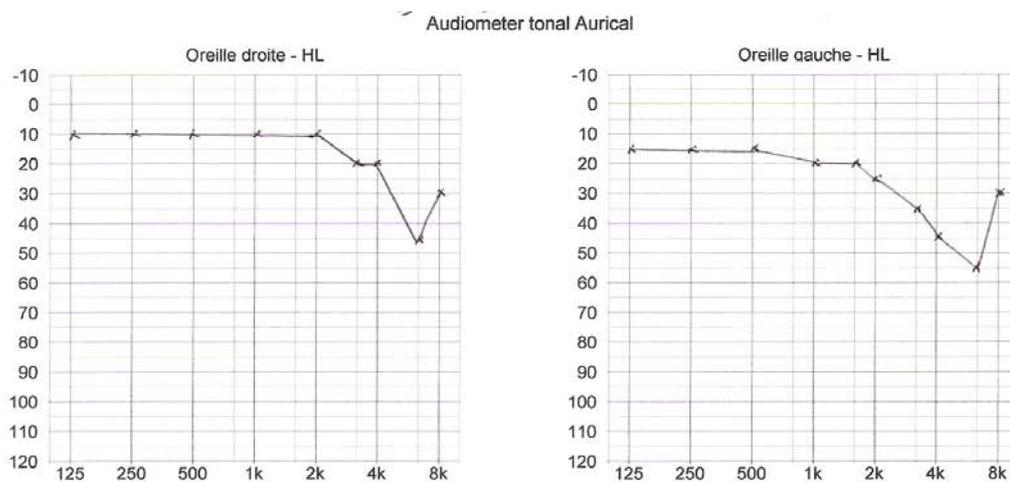


Figure n° 35. Audiogramme tonal du sujet 14

L'audiométrie 14 nous révèle un scotum bilatéral ciblé sur la fréquence 6 kHz pour atteindre une valeur de 45 dB à droite et 55 dB à gauche. Le scotum est plus évasé sur l'oreille gauche en effet, l'altération s'étend de la fréquence 750 Hz au 8 kHz et au-delà en audiométrie hautes fréquences, tandis que pour l'oreille droite, l'altération s'étend de la fréquence 2 kHz à 8 kHz et au-delà en audiométrie hautes fréquences. Soit une baisse de l'audition de 10 dB à gauche.

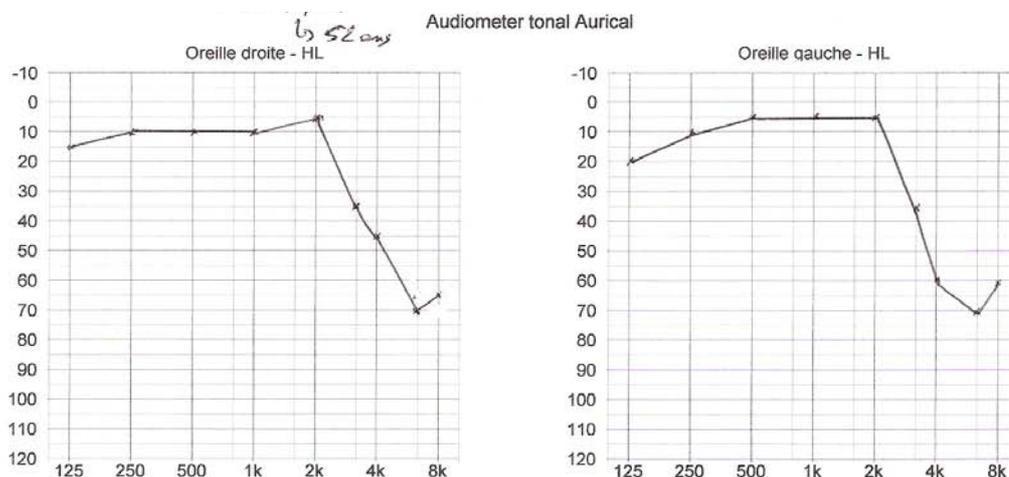


Figure n° 36. Audiogramme tonal du sujet 15

L'audiométrie 15, révèle un scotum important bilatéral et symétrique ciblé sur la fréquence 6 kHz atteignant une valeur de 70 dB. Soit un baisse d'audition de 25 dB à chaque oreille.

➤ Pour la tranche d'âge de 59 ans et plus : 2 praticiens

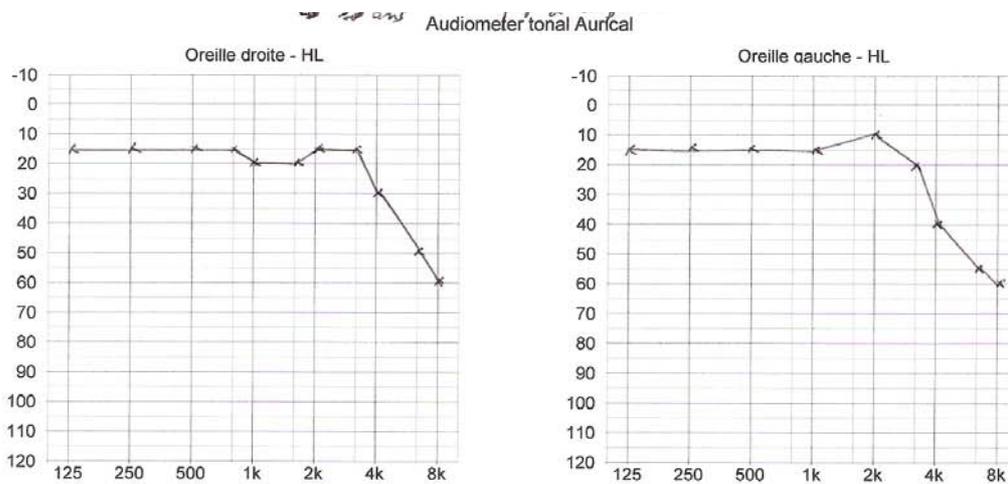


Figure n° 37. Audiogramme tonal du sujet 16

L'audiométrie 16 révèle une chute brutale de l'audition de façon bilatérale et symétrique qui s'étend de la fréquence 3 kHz jusqu'aux hautes fréquences et atteignant une valeur de 60 dB sur le 8 kHz.

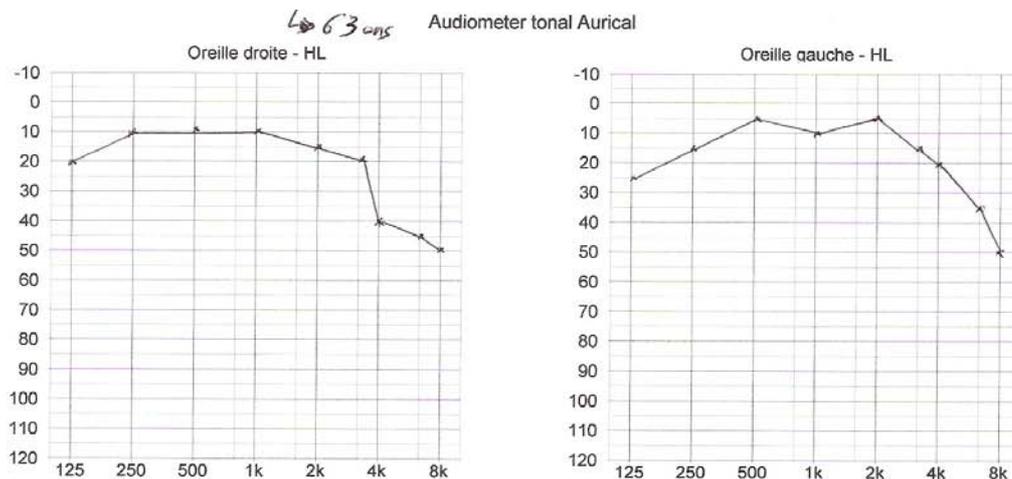


Figure n° 38. Audiogramme tonal du sujet 17

L'audiométrie 17, nous révèle une chute de l'audition débutant dès le 2 kHz et s'étend jusqu'aux hautes fréquences et atteignant une valeur de 50 dB sur le 8 kHz.

Toutes les tranches d'âges sont touchées. Nous remarquons sans exception une altération ciblée sur le 6 kHz, allant du 2 kHz aux 8 kHz. Ceci corrobore l'hypothèse que l'utilisation à long terme et de façon quotidienne du matériels étudiés altère les zones fréquentielles ciblées sur le 6 kHz. L'audiométrie hautes fréquences n'ayant pas été pratiquée par souci d'organisation et de disposition, nous ne pouvons pas apprécier les lésions ou altérations causées dans les hautes fréquences.

II - MOYENS ET TECHNIQUES DE PREVENTION CONTRE LE BRUIT

Selon les ingénieurs de la société ECIB (Engineering Construction Installation Anti-Bruit) d'insonorisation Industrielle du département études techniques et réalisations, se serait une hérésie de traiter le local du fait de la grande proximité du praticien et de la source sonore. Le praticien n'est pas gêné ni agressé par les réverbérations, mais par l'exposition proche de la source sonore, qui est de l'ordre de 20 à 30 cm.

L'amélioration de la réduction du bruit émis par les matériels rotatifs à hautes vitesses est étudiée par les fabricants eux-mêmes dans la conception et la configuration des turbines et rotors.

Pour atténuer l'émission des hautes fréquences émises par le démarreur à ultra-son, il existe des caissons [27] d'insonorisations pour les pompes à vide ou compresseurs basses fréquences, qui réduisent le niveau de 10 à 18 dB (A).

Le seul moyen pour prévenir ces risques sont des protections auditives individuelles comme les protections anti-bruits avec filtres sélectifs obturateurs réalisés sur mesure. Ces bouchons sont réalisés en silicone souple, anallergique pour plus de confort.

Prenons l'exemple de deux catégories de protections :

- 1) Passtop et tuttissimo (Interton/Protac),
- 2) Earpro 20/30 (Auditech Innovation).

1) **Passtop C** (C1, C2)

Les Passtop C sont ciblés pour une utilisation domestique, loisir, jardinage bricolage, sport, professions libérales, ces bouchons peuvent être portés en toutes circonstances et soulagent les troubles de la fatigue auditive.

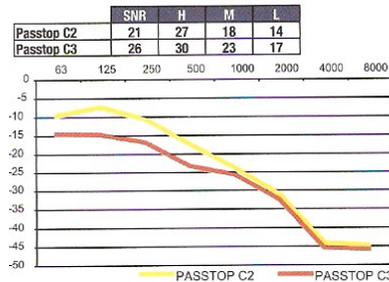
Son atténuation sur tout le spectre n'est pas linéaire, ces deux filtres interchangeables offrent une véritable protection auditive ciblant davantage les hautes fréquences.



Résultats acoustiques selon la norme NF EN 352-2. Directive 89/686/CEE applicable à ce type d'EPI

	FHz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Passtop C2 03980013	Mf dB	10,3	8,2	11,5	18,2	24,5	31,7	44,8	45,5
	Sf dB	4,8	2,6	3	4	3,7	3,9	4	4,2
	APV f dB	5,5	5,6	8,5	14,2	20,8	27,8	40,8	41,3
Passtop C3 03980014	Mf dB	15,3	15,5	17,7	24	26,4	33,2	46,2	46,6
	Sf dB	4,8	4,1	3,1	2,9	3,2	3,9	3,2	4,2
	APV f dB	10,5	11,4	14,6	21,1	23,2	29,3	43	42,4

CE INRS 0070-082-159



Avec Mf: Atténuation moy. En dB, Sf db: Ecart type en dB, APV f dB: Egale à (Mf-Sf)
 SNR: Indice global, H: Moyen $X > 2\text{KHz}$, M: Moyen $500 > X > 2\text{KHz}$, L: Moyen $X < 500\text{Hz}$

Figure n° 39. Relevés acoustiques et courbes d'atténuations des Passtop [28]

2) Tuttissimo

Le Tuttissimo est particulièrement recommandé pour un usage domestique pour soulager du stress et de la fatigue auditive occasionnés par des situations bruyantes. Son atténuation quasi linéaire et ces 5 filtres interchangeables offrent une véritable atténuation à la carte.



Résultats acoustiques selon la norme NF EN 352-2. Directive 89/686/CEE applicable à ce type d'EPI

	FHz	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tuttissimo® 13*	Sf dB	7,3	9,5	13,8	16,0	22,2	22,9	17,1
	Mf dB	3,2	2,8	2,9	2,9	4,0	3,5	4,3
	APV f dB	4,1	6,7	10,8	12,8	18,1	19,3	12,8
Tuttissimo® 15	Mf dB	10,8	12,8	17,0	17,9	22,9	23,5	17,5
	APV f dB	3,5	3,2	3,2	3,4	3,2	3,9	5,2
	Sf dB	7,3	9,6	13,7	14,4	19,7	19,6	12,3
Tuttissimo® 17	APV f dB	12,7	15,6	20,3	19,9	23,5	21,2	18,9
	Sf dB	3,2	3,6	3,5	3,2	2,8	4,8	4,6
	Mf dB	9,5	12,0	16,7	16,7	20,6	16,4	14,3
Tuttissimo® 18	Sf dB	17,5	19,1	21,4	21,8	21,9	23,3	19,1
	Mf dB	3,0	4,7	3,9	3,4	2,7	4,0	3,9
	APV f dB	14,4	16,0	17,8	18,3	19,1	18,6	14,0
Tuttissimo® 19	Mf dB	22,4	23,9	23,7	22,5	22,1	20,4	26,2
	APV f dB	3,3	4,7	3,9	2,4	2,7	4,0	3,9
	Sf dB	19,0	19,2	19,7	20,0	19,4	16,4	22,3

* Tuttissimo® 13 : à 125 et 250Hz, APV respectivement inférieur de 0,9 et 1,3 dB à l'atténuation minimum requise selon la norme EN 352-2-CE non applicable. Elacin ClearSound®.

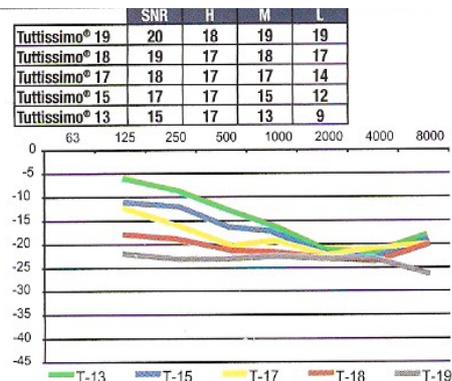


Figure n° 40. Relevés acoustiques et courbes d'atténuations du Tuttissimo [28]

3) Earpro 20/30

Les Earpro avec des filtres sélectifs 20 et 30, pour une meilleure compréhension de la parole dans le bruit par zone de passe-bande.

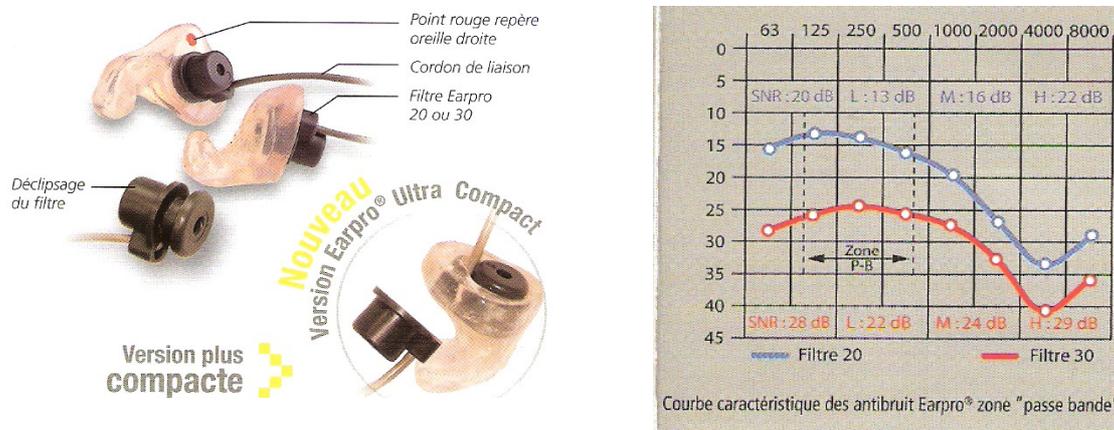


Figure n° 41. *Illustration et courbes d'atténuations des Earpro 20/30* [29]

Nous avons été stupéfaits de constater qu'aucun de nos chirurgiens-dentistes n'est été attiré par des protections auditives. En effet, dans le questionnaire proposé, on peut remarquer que la totalité du panel souffrent d'acouphènes associés à une fatigue auditive après une journée de travail. Nous avons renforcés notre argumentaire pour sensibiliser davantage les conséquences de l'exercice de leurs fonctions sur l'audition en s'appuyant sur les audiométries pratiquées. Néanmoins, tous, nous font ressentir une certaine réticence et accuse le coté peu pratique et gênant, sans pour autant en avoir essayées.

III – ETUDE : CONFRONTATION A LA LEGISLATION

Le niveau de bruit auquel les travailleurs sont soumis peut varier au cours de la journée. Il est donc indispensable de prendre en compte le temps d'exposition aux différents niveaux de bruit. La «dose» de bruit acceptable est une combinaison du niveau et de la durée d'exposition. C'est donc un niveau d'exposition équivalent qui est pris en compte dans la réglementation. Depuis 2006, les seuils d'exposition ont été abaissés le premier seuil d'exposition à partir duquel une action est nécessaire est de 80 dB (A) pour 8 heures de temps de travail [30].

Le bruit fait l'objet d'une réglementation qui vise à protéger les travailleurs contre les risques liés à une exposition prolongée. Depuis 1963, il est reconnu comme cause de maladies professionnelles (tableau n° 42 du régime général et tableau n° 46 du régime agricole) [31].

L'évaluation du risque se fait essentiellement par rapport au niveau d'exposition sonore quotidienne exprimé en dB (A). La réglementation se réfère également au niveau de pression acoustique de crête qui correspond à des bruits intenses mais courts ($L_{p,c}$).

La réglementation a récemment évolué avec la transcription de la directive européenne 2003/10/CE [32] par le décret n° 2006-892 du 19 juillet 2006 qui s'articule autour de 3 axes principaux :

Agir sur l'environnement de travail

- Réduire le bruit à la source : obligations des fabricants,
- Concevoir des machines silencieuses,
- Informer sur le niveau sonore des machines,
- Insonoriser les locaux : obligations des maîtres d'ouvrage.
- Réduire le bruit dans les locaux : obligations des employeurs,
- Mise en œuvre de principes généraux de prévention,
- Réduire le bruit dans les locaux,
- Utiliser les locaux conformément à leur pratique.

Evaluer les risques

Estimer et mesurer les risques (Etude de mesurage des niveaux (NF S 31-084)).

Protéger les travailleurs exposés

Les exigences de la réglementation reposent sur la comparaison de l'exposition sonore du salarié à différents seuils, si le seuil de 80 dB (A) est dépassé, certaines actions doivent être entreprises.

L'exposition est évaluée à partir de deux paramètres :

- L'exposition «moyenne» sur 8 heures (notée $L_{EX,8h}$),
- Le niveau de bruit impulsionnel maximal, appelé niveau crête pondéré C (noté $L_{p,c}$).

Les valeurs limites d'exposition (VLE) et les valeurs d'exposition déclenchant une action de prévention [11] sont fixées dans le tableau suivant :

VALEURS D'EXPOSITION	NIVEAU D'EXPOSITION
1° Valeurs limites d'exposition	Niveau d'exposition quotidienne au bruit de 87 dB (A) ou niveau de pression acoustique de crête de 140 dB (C)
2° Valeurs d'exposition supérieures déclenchant l'action de prévention prévue à l'article R. 4434-3, au 2° de l'article R. 4434-7, et à l'article R. 4435-1	Niveau d'exposition quotidienne au bruit de 85 dB (A) ou niveau de pression acoustique de crête de 137 dB (C)
3° Valeurs d'exposition inférieures déclenchant l'action de prévention prévue au 1° de l'article R. 4434-7 et aux articles R. 4435-2 et R. 4436-1	Niveau d'exposition quotidienne au bruit de 80 dB (A) ou niveau de pression acoustique de crête de 135 dB (C)

Tableau n° 7. Article R. 4431-2 du code du travail : Valeurs limites d'exposition et valeurs d'exposition déclenchant l'action de prévention [33]

Le niveau d'exposition hebdomadaire au bruit peut être utilisé au lieu du niveau d'exposition quotidienne pour évaluer les niveaux de bruit auxquels les travailleurs sont exposés, dans le but de l'application des valeurs limites d'exposition et des valeurs déclenchant l'action de prévention.

Cette substitution est faite à condition que le niveau d'exposition hebdomadaire au bruit ne dépasse pas la valeur limite d'exposition de 87 dB (A) et que des moyens appropriés soient mise en place pour réduire au minimum les risques associés à cette activité.

Méthodes de mesurages

Du point de vue mathématiques, il est intéressant de comprendre ce que le logiciel admet comme formule lorsque la durée du temps de travail diffère d'une durée de 8 heures effective, en effet :

Si la durée de travail effective totale T_E est divisé en plusieurs phases T_i , alors :

$$T_E = \sum_{i=0}^p T_i$$

Si la journée de travail de durée effective T_E peut être divisée en plusieurs phases p de durée T_i , exposées à un niveau L_{Aeq,T_i} alors le niveau de pression acoustique continu [11] équivalent pondéré A durant T_E est donné par la formule :

$$L_{Aeq,T_E} = 10 \log \left(\sum_{i=0}^p \left(\frac{T_i}{T_E} \right) \cdot 10^{0,1 \cdot L_{Aeq,T_i}} \right)$$

Prenons par exemple 3 tâches différentes de durée T_i différente :

Avec $L_I = 80$ dB pendant une durée $T_i = 14$ minutes,
 $L_{I'} = 85$ dB pendant une durée $T_{i'} = 10$ minutes,
 $L_{I''} = 82$ dB pendant une durée $T_{i''} = 8$ minutes.

Par définition : $T_E = 32$ minutes.

Et donc le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A est égale à :

$L_{Aeq,32min} = 82,6$ dB pondéré A.

Ce résultat n'est pas exact car il ne se base pas sur la référence fixé à 8 heures.

A cette valeur de $L_{Aeq,T}$ est associée une incertitude globale de mesurage appelée U . Le niveau sonore de pression acoustique continu équivalent exact n'est pas connu, mais il est estimé par une valeur noté $L^*_{Aeq,T}$ et définie par la formule :

$$L^*_{Aeq,T} = L_{Aeq,T} + U$$

Niveaux d'exposition quotidienne au bruit, $L_{EX,8h}$: valeur du niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A évalué pendant la durée totale effective de la journée de travail T_E , normalisé par la durée T_0 de 8 heures. Il est donné, en dB (A), par la formule :

$$L_{A,eq,8h} = L_{A,eq,T_E} + 10 \log \left(\frac{T_E}{T_0} \right)$$

Avec T_E : la durée totale effective de la journée de travail,

T_0 : la durée de référence de 8 heures,

et L_{Aeq,T_E} est l'estimateur du niveau sonore acoustique continu équivalent durant T_E , incertitude de mesure incluse.

Niveau de pression acoustique de crête, L_{pc} . Il est donné, en décibel pondéré C par la formule :

$$L_{pc} = 10 \log \left(\frac{p_c}{p_0} \right)^2$$

Avec p_c , la valeur maximale, durant une durée à spécifier, de la pression acoustique instantanée, mesurée avec la pondération fréquentielle C.

On appelle tâche, la partie de l'activité professionnelle effectuée par le travailleur dans un intervalle de temps de travail spécifié. Elle est généralement constituée d'une suite coordonnée pouvant former un cycle de travail.

Groupes d'Exposition Homogène (GEH) : groupe de travailleurs à des fonctions de travail où des tâches similaires, qui les exposent de façon analogue à des sources de bruit semblables dans un autre milieu.

La constitution de GEH, parmi un ensemble de travailleurs exposés, nécessite un jugement professionnel : il faut arriver à affecter tous les travailleurs à des groupes ayant des expositions semblables, en scindant, autant que nécessaire, le processus de production et les fonctions de travail (voire parfois les tâches) afin de rendre suffisamment [11] homogène l'exposition de chaque groupe.

Lorsqu'un groupe de travailleurs présente des caractéristiques similaires d'exposition, il constitue un GEH, un échantillon peut donc être pratiqué sur une partie du groupe représentative de l'ensemble.

Le niveau d'exposition au bruit $L_{EX,8h}$ d'une personne ou d'un GEH est donné par la formule :

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,T_E}^* + 10 \log\left(\frac{T_E}{T_0}\right)$$

Si la journée de travail de durée effective totale T_E peut être divisée en plusieurs phases p de durée T_i exposées à un niveau L_{Aeq,T_i} , le niveau sonore de pression acoustique continu équivalent pondéré A durant T_E est donné par la formule :

$$L_{Aeq,T_E}^* = 10 \log\left(\sum_{i=0}^p \left(\frac{T_i}{T_E}\right) \cdot 10^{0,1 \cdot L_{Aeq,T_i}^*}\right)$$

Avec L_{Aeq,T_i}^* estimé à l'aide des relations suivantes :

- ✓ Si le mesurage en continu donne un résultat, $L_{Aeq,T}$:

$$L_{Aeq,T}^* = L_{Aeq,T} + U$$

- ✓ Si le mesurage en continu donne N résultats, L_{Aeq,T_i}^* :

$$L_{Aeq,T_i}^* = \bar{L} + 0,115 \cdot S_L^2 + U$$

Avec T_i : durée totale quotidienne d'une tâche i , en heure,

L : moyenne arithmétique des N valeurs L_{Aeq,T_i} mesurées en dB (A),

U : incertitude globale, en dB (A)

$$U = \sqrt{U_1^2 + U_2^2}$$

- ✓ U_2 : incertitude due à l'appareillage de mesure, en dB (A),
 - $U_2 = 0,5$ dB, si l'appareil est de classe 1,
 - $U_1 = 1,5$ dB, si l'appareil est de classe 2.
- ✓ U_1 : incertitude due à l'échantillonnage de l'exposition, en dB(A).

S_L : Ecart-type de N valeurs $L_{Aeq,T_{Ei}}$ mesurées, en dB (A).

$$S_L = \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^N (L_{Aeq,T_i} - \bar{L})^2}{N}}$$

Etude expérimentale

Cette étude a été menée grâce à un exposimètre placé au niveau du col de chemise du praticien donc placé entre 20 et 30 cm de la tête du patient pendant les soins.

Cette étude a pour but de mesurer l'exposition au bruit d'un salarié travaillant en ambiance bruyante ou comportant des risques et de fournir comme résultat une mesure intégrée sur une période de 8 heures.

La société 01dB-Metravib propose le dosimètre exposimètre Wed007, basé sur une solution technique innovante associée au logiciel d'exploitation dBLexd. Le dosimètre exposimètre acoustique Wed007 répond parfaitement aux exigences de la directive 2003/10/CE (réglementation relative à la protection des travailleurs vis à vis de l'exposition au bruit). 01dB-Metravib propose une approche pointue pour évaluer l'exposition quotidienne au bruit.

Le Wed est constitué d'un boîtier de maintien portatif, ergonomique et miniaturisé, intégrant l'unité d'acquisition, le traitement du signal, le stockage et le transfert des données.

- Mesure en simultané des niveaux sonores en dB (A) et en dB (C),
- Calcul de l'exposition sonore quotidienne $L_{ex,8h}$,
- Dynamique de mesure de 40 à 140 dB (A),
- Comptage des crêtes 135, 137 et 140 dB (C).

Le logiciel d'exploitation dBLexd :

dBLexd est le logiciel de traitement des données conforme aux exigences des normes et des textes en vigueur.

- Conforme aux normes NF S 31-084 (2002) et ISO 9612 (1997),
- Transfert des sessions de mesurage ou importation des campagnes de mesure,
- Calcul du $L_{A,8h}$,
- Prise en compte des incertitudes,
- Rapports normalisés automatiques.

Les rapports génériques nous donne les résultats suivants : (Cf. Annexe)

Trois mesures d'exposition ont été effectués chez trois chirurgiens-dentistes :

- le Dr FALLET, 12 rue Berthelot, 62670 MAZINGARBE,
- le Dr LONG, 88 Boulevard Hardeval, 54520 LAXOU,
- le Dr BOURRET, 28 rue du Général de Gaulle, 54570 FOUG.

Nous avons équipés nos trois chirurgiens-dentistes, d'un appareil qui mesure les niveaux d'exposition sonores sur une durée t , ici fixé à 8 heures.

Le dispositif appelé exposimètre Wed007 est constitué d'un boîtier de mesure porté dans la poche de blouse et d'un microphone soigneusement disposé au niveau du col de chemise.

Dans un premier temps, nous avons paramétrés plusieurs informations :

- la gamme du niveau d'exposition sonore en décibel A, $L_{A,eq}$ fixé entre 40 et 120 dB (A),
- la gamme du niveau d'exposition sonore en décibel C, $L_{C,eq}$ fixé entre 93 et 143 dB (C).

Les gammes des niveaux d'expositions en décibel A et C, ont été fixées. En effet, en vue de la nouvelle réglementation du code du travail, celle-ci exige de ne pas dépasser 85 dB (A) et 137 dB (C).

Les résultats globaux nous montrent, pour la première étude, une valeur du niveau d'exposition sonore sur une durée de 8 heures de travail de l'ordre de **68,4 dB (A)**, résultat qui est inférieur à la norme en vigueur.

Concernant le niveau crête d'exposition sonore sur une durée de 8 heures de travail, il reste lui aussi inférieur à la réglementation. En effet, le niveau crête d'exposition sonore est de l'ordre de **106,8 dB (C)**.

Les résultats globaux nous montrent, pour la seconde étude, une valeur du niveau d'exposition sonore sur une durée de 8 heures de travail de l'ordre de **71,9 dB (A)**, résultat qui est inférieur à la norme en vigueur.

Concernant le niveau crête d'exposition sonore sur une durée de 8 heures de travail, il reste lui aussi inférieur à la réglementation. En effet, le niveau crête d'exposition sonore est de l'ordre de **115,8 dB (C)**.

Les résultats globaux nous montrent, pour la troisième étude, une valeur du niveau d'exposition sonore sur une durée de 8 heures de travail de l'ordre de **71,2 dB (A)**, résultat qui est inférieur à la norme en vigueur.

Concernant le niveau crête d'exposition sonore sur une durée de 8 heures de travail, il reste lui aussi inférieur à la réglementation. En effet, le niveau crête d'exposition sonore est de l'ordre de **117,3 dB (C)**.

La journée de travail est divisée en multiples soins appelées tâches (partie de l'activité professionnelle effectuée par le travailleur dans un intervalle de temps de travail spécifié, constitué d'une suite coordonnées pouvant former un cycle de travail).

En effet on observe pour la tâche 1 de l'étude 1, de 11h30 à 11h45, un pic d'énergie acoustique instantané crête de 106,8 dB pondéré C, et un niveau sonore d'exposition instantané de 88,2 dB pondéré A correspondant à un soin de détartrage associé à l'aspiration.

Concernant le niveau d'exposition quotidien de 8 heures, selon nos mesures effectuées, nous obtenons [11] des valeurs inférieures à la valeur à ne pas dépasser qui est de 80 dB (A) du point de vue de la réglementation. Pour ce qui est du niveau de pression acoustique de crête, nous obtenons des valeurs qui restent inférieures à la réglementation fixées à $L_{C,pk} = 135$ dB (C).

CONCLUSION

Cette étude, dans le cadre de la pratique de l'odontologie, nous a permis de mettre en évidence les causes et les conséquences des nuisances sonores sur l'audition. En effet nous avons démontré, par des moyens techniques, que l'utilisation de matériels bruyants à long terme provoque des lésions auditives qui sont, fréquemment ciblées sur le 6000 Hz et s'étendent de part et d'autre.

L'analyse des instruments pris séparément ou par combinaisons nous a permis de mettre en évidence les zones fréquentielles les plus ciblées et ainsi d'établir une corrélation avec les audiométries pratiquées.

Les résultats nous ont montré que les combinaisons de matériels pendant un soin produit un son de forte intensité et très strident mais qui cependant ne dépasse pas le seuil limite d'exposition établi à 80 dB (A) pour une durée de travail de 8 heures.

Les audiométries pratiquées à l'aide d'un audiomètre portable Interacoustics AS 208, nous ont confortés à l'idée que la grande majorité du panel accuse une diminution de l'audition ciblée sur la fréquence 6000 Hz et sûrement au-delà dans les hautes fréquences.

Il ne nous a pas été possible de pratiquer l'audiométrie hautes fréquences par souci de mobilité et de disponibilité.

Ne serait-il pas nécessaire de pratiquer des campagnes de sensibilisation dans ce corps de métier et ainsi de proposer des protections auditives adaptées à cette pratique ?

Ne serait-il souhaitable de pratiquer une étude pour chaque métier qui ne paraît pas potentiellement nocif, pour ainsi cibler les zones fréquentielles le plus sollicitées et proposer les solutions appropriées et propres à chacun, afin de protéger l'audition à long terme ?

ANNEXE

ANNEXE 1

Rapport générique de la mesure WED 10458 18/12/2010 **09:12:40**

1. Informations générales

Configuration

Classe de l'appareil de mesure utilisé : 2

Durée d'intégration : 1 s

Gamme LAeq : 40-120 dB

Gamme LCpk : 93-143 dB

Constante de temps : none

Lpmax : 0,0 dB

LCutoff : 0,0 dB

Q : 3

Lc : 85,0 dB

Tc : 08:00:00

Résultats globaux

Date de début : 18/12/2010 09:12:40

Date de fin : 18/12/2010 17:12:40

Durée totale T: 08:00:00

LAeq: 68,4 dB(A)

LCpkMax : 106,8 dB(C)

LAeq max : 88,2 dB(A)

LAeq min : 39,8 dB(A)

LCeq : XX dB(C)

LEX,d : 68,4 dB(A)

On observe qu'après une durée de 8 heures de travail, le niveau d'exposition global est de l'ordre de 68,4 dB (A) avec une amplitude variant de LA,éq (min) = 39,8 dB (A) à LA,éq (max) = 88,2 dB (A) et avec un niveau acoustique de crêtes de l'ordre de 106,8 dB (C).

2. Données entre curseurs

Date de début du curseur : 18/12/2010 09:12:40

Date de fin du curseur : 18/12/2010 17:12:40

Durée entre curseurs: 08:00:00

Durée effective du temps de travail TE: 08:00:00

Q : 3 LCutoff : 0 dB

Lc : 80 dB

Tc : 08:00:00

Données sans atténuation

LAeq,T= 68,4 dB(A)

LAeq Max = 88,2 dB(A)

LAeq Min = 39,8 dB(A)

L_{EX,8h} = 68,4 dB(A)

E_{A,TE} = 0,022 Pa²h

Dose = 2,2 %

LCeq = 68,6 dB

Données avec atténuation

LAeq,T= XXX dB(A)

LAeq Max = XXX dB(A)

LAeq Min = XXX dB(A)

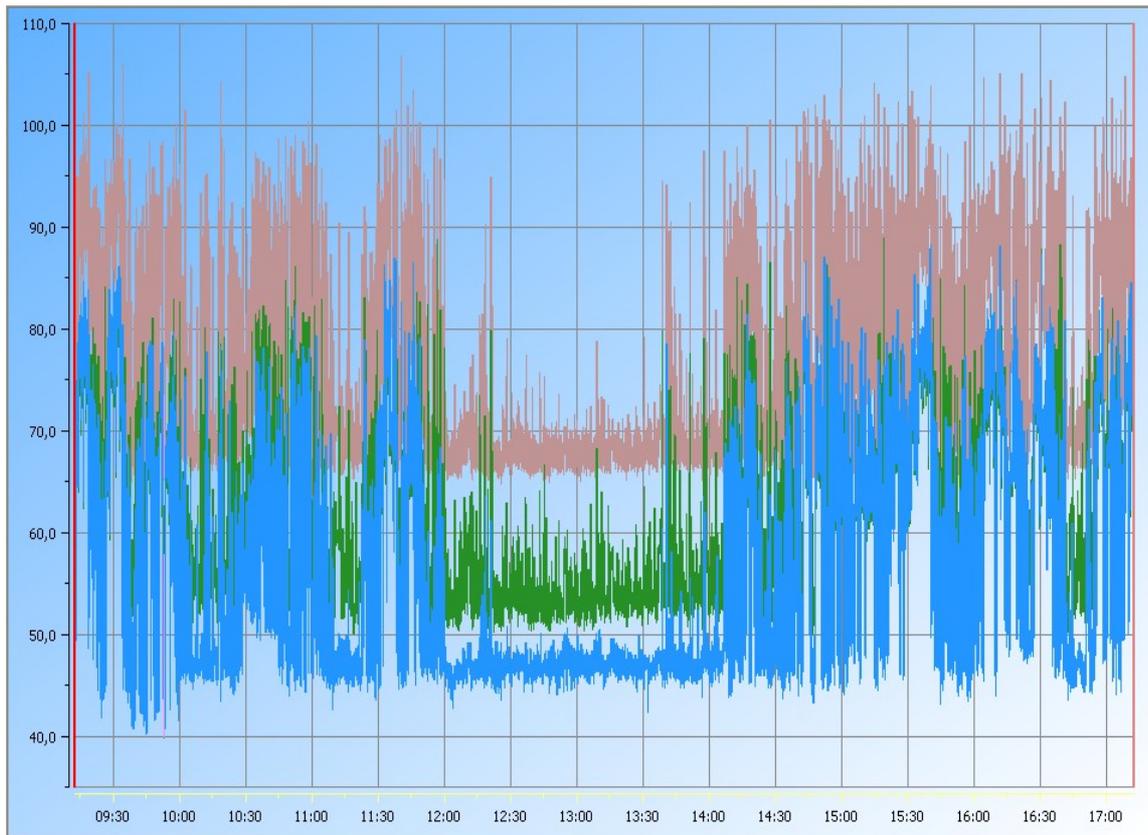
Dépassements de crêtes (sans atténuation)

LCpk ≥ 135 dB(C) : 0	LCpk ≥ 137 dB(C) : 0	LCpk ≥ 140 dB(C) : 0
LCpk,Max = 106,8 dB(C)		
LApMax = XXX dB(A)	Durée LAp > Lpmax = XX:XX:XX	

Dépassements de crêtes (avec atténuation)

LCpk ≥ 135 dB(C) : XXX	LCpk ≥ 137 dB(C) : XXX	LCpk ≥ 140 dB(C) : XXX
LCpk,Max = XXX dB(C)		
LApMax = XXX dB(A)	Durée LAp > Lpmax = XX:XX:XX	

3. Graphique



Légende: La courbe bleue représente $L_{A,eq}$: le niveau d'exposition moyen (pondération A),

La courbe verte représente $L_{C,eq}$: le niveau d'exposition moyen (pondération C),

La courbe rose représente $L_{C,pk}$: le niveau d'exposition moyen (pondération C mesuré à l'instant t).

ANNEXE 2

Rapport générique de la mesure WED 10458 04/04/2011 **07:58:23**

1. Informations générales

Configuration

Classe de l'appareil de mesure utilisé : 2 Durée d'intégration (s): 1

Gamme LAeq : (dB): 60-140 dB Gamme LCpk : (dB): 93-143 dB

Constante de temps : XX Lpmax : 115,0 dB

LCutoff : 0,0 dB Q : 3

Lc : 85,0 dB Tc : 08:00:00

Résultats globaux

Date de début : 04/04/2011 07:58:23 Date de fin : 04/04/2011 17:23:58

Date de fin : 04/04/2011 17:23:58 Durée totale T: 09:25:35

LAeq: 71,2 dB(A)

LCpkMax : 115,8 dB(C)

LAeq max : 92,2 dB(A)

LAeq min : 50,8 dB(A)

LCeq : 73,7 dB(C)

LEX,d : 71,9 dB(A)

Observations :

On observe qu'après une durée de 8 heures de travail, le niveau d'exposition global est de l'ordre de 71,9 dB (A) avec une amplitude variant de LA,eq (min) = 50,8 dB (A) à LA,eq (max) = 92,2 dB (A) et avec un niveau acoustique de crêtes de l'ordre de 115,8 dB (C).

2. Données entre curseurs

Date de début : 04/04/2011 07:58:23

Date de fin : 04/04/2011 17:23:57 Durée entre curseurs: 09:25:35

Durée effective du temps de travail TE: 08:00:00

Q : 3 LCutoff : 0 dB Lc : 85 dB Tc : 08:00:00

Le calcul du Lex,d tient compte de l'incertitude U

U = 1,5 dB(A)

Données sans atténuation

LAeq,T= 71,2 dB(A)

LAeq_{Max} = 92,2 dB(A)

LAeq_{Min} = 50,8 dB(A)

L_{EX,8h} = 72,7 dB(A)

Données avec atténuation

LAeq,T= XXX dB(A)

LAeq_{Max} = XXX dB(A)

LAeq_{Min} = XXX dB(A)

L_{EX,8h} = XX dB(A)

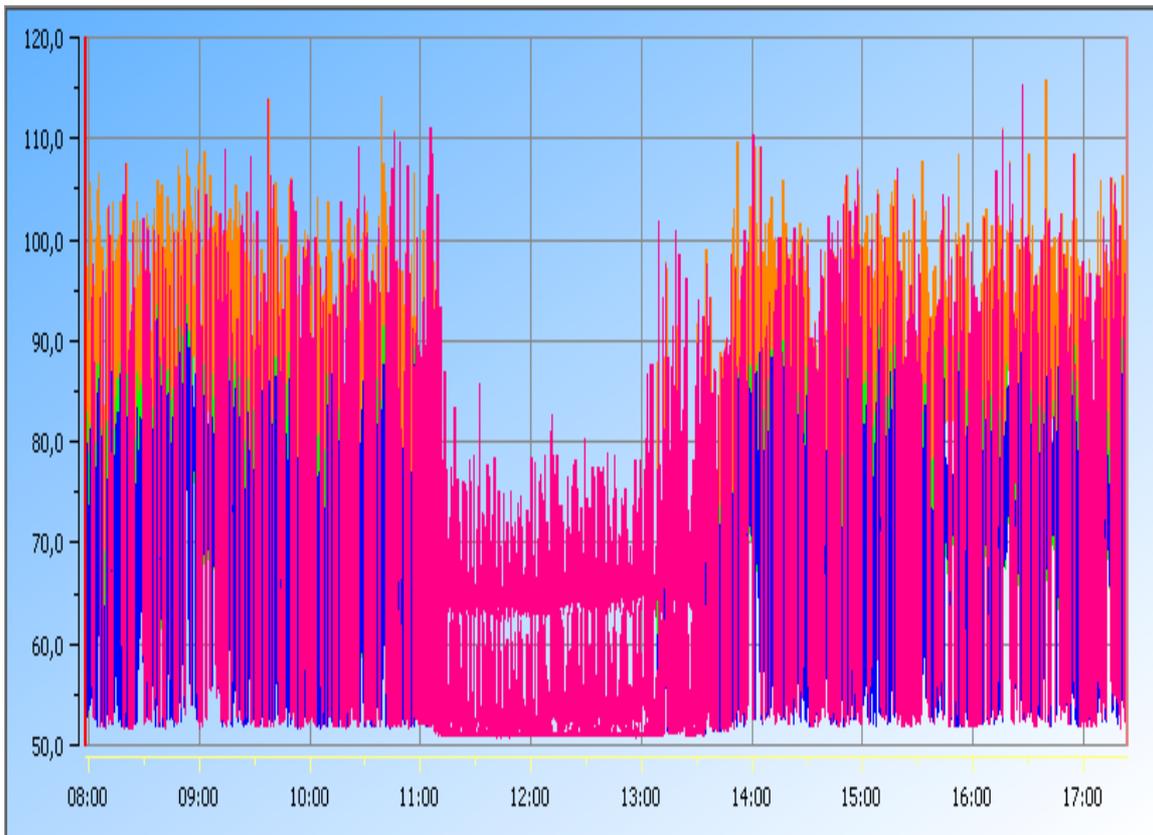
Dépassements de crêtes (sans atténuation)

LCpk ≥ 135 dB(C) : 0	LCpk ≥ 137 dB(C) : 0	LCpk ≥ 140 dB(C) : 0
LCpk _{Max} = 115,8 dB(C)		
LApMax = XX dB(A)	Durée LAp > Lpmax = XX	

Dépassements de crêtes (avec atténuation)

LCpk ≥ 135 dB(C) : XXX	LCpk ≥ 137 dB(C) : XXX	LCpk ≥ 140 dB(C) : XXX
LCpk _{Max} = XXX dB(C)		
LApMax = XX dB(A)	Durée LAp > Lpmax = XX	

3. Graphique



Mesure WED 10458 04/04/2011 07:58:23

ANNEXE 3

Rapport générique de la mesure WED 10458 09/04/2011 07:31:51

1. Informations générales

Configuration

Classe de l'appareil de mesure utilisé : 2 Durée d'intégration (s): 1

Gamme LAeq : (dB): 60-140 dB Gamme LCpk : (dB): 93-143 dB

Constante de temps : XX Lpmax : 115,0 dB

LCutoff : 0,0 dB Q : 3

Lc : 85,0 dB Tc : 08:00:00

Résultats globaux

Date de début : 09/04/2011 07:31:51

Date de fin : 09/04/2011 17:24:14 Durée totale T: 09:52:23

LAeq: 70,3 dB(A)

LCpkMax : 117,3 dB(C)

LAeq max : 96,2 dB(A)

LAeq min : 51,1 dB(A)

LCeq : 73,2 dB(C)

LAVG : XX dB(A)

LEX,d : 71,2 dB(A)

TWA : XX dB(A)

Observations :

On observe qu'après une durée de 8 heures de travail, le niveau d'exposition global est de l'ordre de 71,2 dB (A) avec une amplitude variant de LA,eq (min) = 51,1 dB (A) à LA,eq (max) = 96,2 dB (A) et avec un niveau acoustique de crêtes de l'ordre de 117,3 dB (C).

2. Données entre curseurs

Date de début : 09/04/2011 07:31:51

Date de fin : 09/04/2011 17:24:13 Durée entre curseurs: 09:52:23

Durée effective du temps de travail TE: 08:00:00

Q : 3 LCutoff : 0 dB Lc : 85 dB Tc : 08:00:00

Le calcul du Lex,d tient compte de l'incertitude U

U = 1,5 dB(A)

Données sans atténuation

LAeq,T= 70,3 dB(A)

LAeq_{Max} = 96,2 dB(A)

LAeq_{Min} = 51,1 dB(A)

L_{EX,8h} = 71,8 dB(A)

E_{A,TE} = 0,034 Pa²h

Dose = 3,3 %

LCeq = 73,2 dB

Données avec atténuation

LAeq,T= XXX dB(A)

LAeq_{Max} = XXX dB(A)

LAeq_{Min} = XXX dB(A)

L_{EX,8h} = XX dB(A)

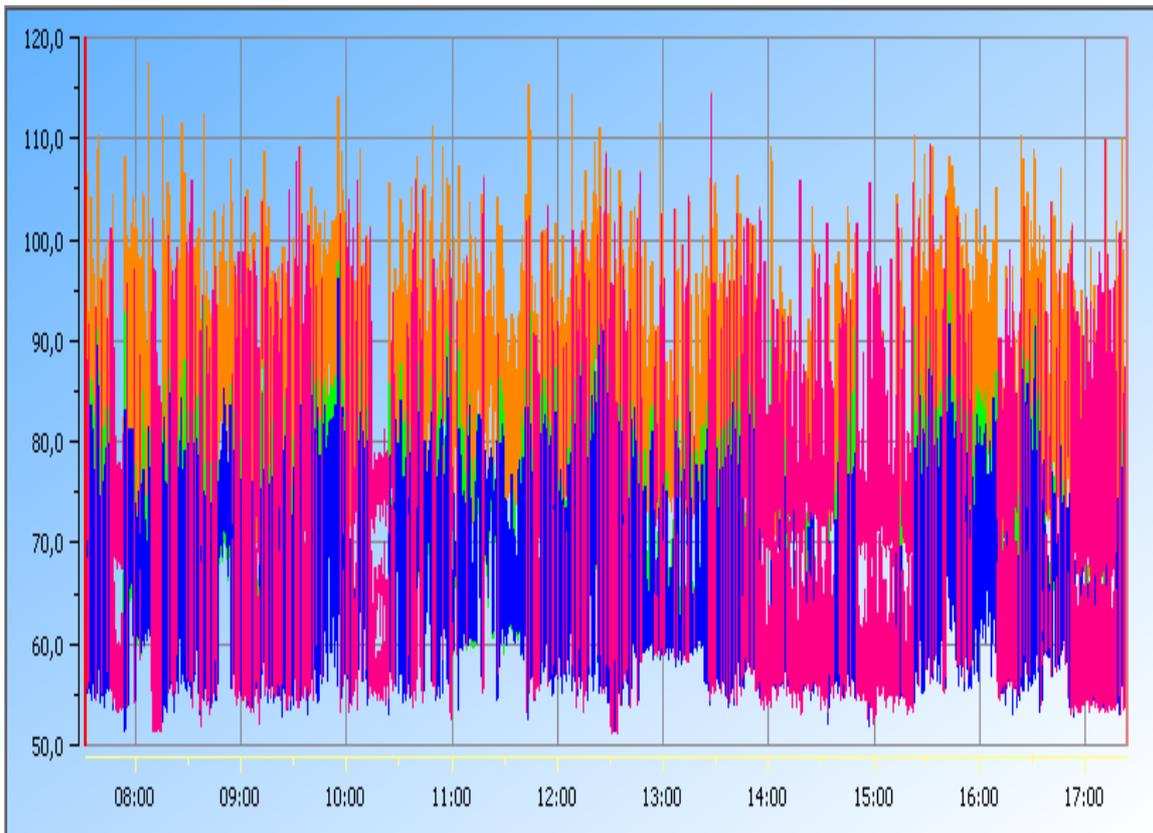
Dépassements de crêtes (sans atténuation)

LCpk ≥ 135 dB(C) : 0	LCpk ≥ 137 dB(C) : 0	LCpk ≥ 140 dB(C) : 0
LCpk _{Max} = 117,3 dB(C)		
LApMax = XX dB(A)	Durée LAp > Lpmax = XX	

Dépassements de crêtes (avec atténuation)

LCpk ≥ 135 dB(C) : XXX	LCpk ≥ 137 dB(C) : XXX	LCpk ≥ 140 dB(C) : XXX
LCpk _{Max} = XXX dB(C)		
LApMax = XX dB(A)	Durée LAp > Lpmax = XX	

3. Graphique



BIBLIOGRAPHIE

- [1] Pr SIMON. C, Cours d'audiologie, D.E d' Audioprothésiste 1^{ère} année, Faculté de Pharmacie de Nancy, 2006
- [2] MARCO DUTOIT. M.L, médecin ORL et BLANC. P, audioprothésiste, « La surdité, les prothèses auditives & l'informatique »
<http://www.epfl.ch/SIC/SA/publications/FI97/fi-sp-97/sp-97-page11.html>, FI spécial été du 2septembre 1997
- [3] Cahiers ORL, Anatomie 21/12/2007
- [4] Dr PARIETTI. C, Cours d'audiologie, D.E d' Audioprothésiste 1^{ère} année, Faculté de Pharmacie de Nancy, 2006
- [5] Dr MEGASHI, Cours d'audiologie, D.E d' Audioprothésiste 1^{ère} année, Faculté de Pharmacie de Nancy, 2006
- [6] Dr DUCOURNEAU. J, Cours d'acoustique, D.E d' Audioprothésiste 1^{ère} année, Faculté de Pharmacie de Nancy, 2006
- [7] Acuité auditive, Wikipédia, <http://fr.wikipedia.org/wiki/Acuitedauditiv>, 29/12/2010
- [8] CETIM, Ingenierie bruit et vibration/formation Ibv_Glossaire ac-ind.doc, paragraphe 6 : bruit. Niveaux de bruits, p18, rev.hp 12/2007
- [9] Meyer Bisch. C, <http://www.france-acouphenes.org>, 15/11/2009
- [10] « ordres de grandeur de niveaux sonores », www.info-bruit.org.http://www.deparisnet.be/Bruit/sobanefr/fiches_bru_ana.pdf, 20/11/2003
- [11] Dr DUCOURNEAU. J, Cours d'acoustique, D.U. Nuisances sonores , D.E d'Audioprothésiste 3^{ème} année, Faculté de Pharmacie de Nancy, 2010
- [12] ECIB, http://photo-audio.118000.fr/v_lievin_62/c_acoustique-etudes-projets-mesures/e_ecib_0960448999_C0001283602
- [13] « évaluer et mesurer l'exposition professionnel au bruit », www.inrs.fr, ref. ED 6035

- [14] CHSCT, « prevention de la surdité professionnelle », paragraphe « la réglementation de l'exposition professionnelle au bruit », www.officiel-prevention.com
- [15] Principes d'utilisation des ultrasons : Partie II - Applications industrielles et commerciales - Code de sécurité 24, http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/radiation/safety-code_24-securite/index-fra.php
- [16] « auditionpsychoacoustique »
<http://www.universalis.fr/encyclopedie/audition-psycho-acoustique/1-les-methodes/>
- [17] « Adaptativité auditive présentation des expertises et prospectives », <http://www.pirstec.risc.cnrs.fr>
- [18] HUET. E, « Amélioration à la technique opératoire dentaire par l'usage des moteurs électriques à grande vitesse ». L'Odontologie, 13 août 1913, (16) : pp. 147-159. BRABANT. H, « Emile Huet et la Fondation Documentation dentaire », Rev Med Brux 1966 ; (44), pp. 39-41
- [19] G.A. MORAND et R.R. STEPHENS « The development and application of modern methods in cavity preparations, V- High speed transmission systems Br.Dent.J ».1960; (109), pp. 155-159. STEPHENS RR « The dental handpiece- a history of its development, Australian Dental Journal » 1986; 31 (3), pp .165-180
- [20] MORRANT GA. STEPHENS RR. « The development and application of modern methods in cavity preparation. V-High speed transmission systems. Part 2, Brit. Dent », J. 1960; 109 (5), pp. 155-159. SRURDEVANT BARTON et BRAUER, « Art and Science of operative dentistry, New-York Mc Graw-Hill book Co », 1968
- [21] DYSON J.E, DARVELL B.W. « The development of the dental high-speed air turbine handpiece ». Part 1. Australian Dental Journal 1993, 38 (1), pp. 49-58
- [22] CHERRY. C, GIBBONS. M, RONAYNE. J, « The origins of the air turbine handpiece. Brit Dent » 1974, 136 (11), pp. 469-472
- [23] Caradent : Forum dentaire « Maladie professionnelle du chirurgien dentiste »
- [24] « Réparation de turbines », <http://www.turbine-reparation.com/conseil.aspx>
- [25] Société KAVO, BIENAIR, SIRONA, <http://www.kavo.fr>, <http://www.bienair.fr>, <http://www.sirona.fr>

[26] RUEL. J, TRIGUEIRA CUNHA. N, PUEL. J.L, « Exploration fonctionnelle », http://www.neuroreille.com/promenade/francais/explo/ex_audiog/explo_audiog.htm

[27] « Caissons d'insonorisation », <http://www.hellopro.fr/caissons-d-insonorisation-pour-pompes-a-vide-et-compresseurs-basse-pression-2009294-79317-produit.html>

[28] « Protections anti bruit, solutions contre les agressions sonores », Brochure Interson-Protac

[29] « Earpro 20/30 », Bochure Auditech Innovation 04/2008

[30] Documents pour le Medecin du Travail, N° 107, INRS, 3^{ième} trimestre 2006, www.audition-infos.org

[31] CANETTO. P. « Une nouvelle réglementation sur le bruit au travail », TC 110. Paru dans Documents pour le médecin du travail. 2006, 11 p. (format pdf)

[32] Directive Européenne 2003/10/CE, décret n° 2006-892, 19/07/2006, <http://www.cotral.com/pdf/LivretLegislation.pdf>

[33] Association JNA, Brochure « Guide d'information et de prévention »

N° d'identification :

Nuisances sonores, évaluation des causes de surdité et recherche de déficiences auditives dans la pratique d'Odontologie

Soutenu le 12 Mai 2011

par Hugues BUISSETTE

RESUME

La pratique de l'odontologie est une profession à risques, en effet, ces praticiens sont constamment soumis à des niveaux d'intensités sonores excessifs, générés par le fonctionnement des turbines associé à l'aspiration ou au détartreur à ultra-son.

Les audiométries pratiquées nous révèlent un déficit ciblé sur la fréquence 6.000 Hz.

Le relevé spectrale des matériels utilisés nous révèlent des pics d'énergie ciblés au alentours du 6.000 Hz.

Notre étude nous a permis de mettre en corrélation les audiométries pratiquées chez les chirurgiens-dentistes, avec les mesures d'exposition sonores des différents matériels utilisés en cabinet dentaire.

MOTS CLES

ODONTOLOGIE SPECTROGRAMME AUDIOMETRIE TONALE
NUISANCE SONORE DEFICIENCE AUDITIVE dB WED
EXPOSITION SONORE TRAUMATISME ACOUSTIQUE
SURDITE PROFESSIONNELLE PREVENTION REGLEMENTATION
LEGISLATION

