



HAL
open science

Étude de l'environnement sonore des travaux pratiques d'odontologie et de son impact sur l'audition du corps enseignant

Julie Mousquès

► **To cite this version:**

Julie Mousquès. Étude de l'environnement sonore des travaux pratiques d'odontologie et de son impact sur l'audition du corps enseignant. Chirurgie. 2014. dumas-00956913

HAL Id: dumas-00956913

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00956913v1>

Submitted on 7 Apr 2014

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.

Université de Bordeaux
Collège des Sciences de la Santé
UFR des Sciences Odontologiques

Année 2014

N°10

Thèse pour l'obtention du
DIPLOME d'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par Julie MOUSQUES

Née le 05 novembre 1988 à Oloron Sainte Marie (64)

Le vendredi 14 février 2014 à 12h30

**Etude de l'environnement sonore des travaux pratiques
d'odontologie et de son impact sur l'audition du corps
enseignant**

Directeur de thèse

Dr Rodolphe ZUNZARREN

Membres du Jury

Présidente
Directeur
Rapporteur
Assesseur
Assesseur

Mme V. DUPUIS
Mr R. ZUNZARREN
Mr C. BOU
Mme M-C. BADET
Mme D. ORIEZ

Professeur des Universités
Ancien Assistant Hospitalo-Universitaire
Maître de Conférences des Universités
Maître de Conférences des Universités
Maître de Conférences des Universités

UNIVERSITE BORDEAUX

Président

M. Manuel TUNON de LARA

UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Directeur	M. Jean-François PELI	58-01
Directeur Adjoint – Chargé de la Formation initiale	M. Yves DELBOS	56-01
Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche	M. Jean-Christophe FRICAIN	57-02
Directeur Adjoint - Chargé des Relations Internationales	M. Jean-François LASSERRE	58-02
Coordonateur A.E.A.	M. Jean Marie MARTEAU	57-02

ENSEIGNANTS DE L'UFR

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme Caroline	BERTRAND	Prothèse dentaire	58-02
Mlle Marie-José	BOILEAU	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Jean	DAVID	Prothèse dentaire	58-02
Mme Véronique	DUPUIS	Prothèse dentaire	58-02
M. J-Christophe	FRICAIN	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Melle Elise	ARRIVÉ	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-03
Mme Cécile	BADET	Sciences biologiques	57-03
M. Etienne	BARDINET	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Michel	BARTALA	Prothèse dentaire	58-02
M. Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Jean-Pierre	BLANCHARD	Prothèse dentaire	58-02
M. Christophe	BOU	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-03
Mlle Sylvie	BRUNET	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
M. Sylvain	CATROS	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
M. Stéphane	CHAPENOIRE	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
M. Jacques	COLAT PARROS	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
M. Reynald	DA COSTA NOBLE	Parodontologie	57-01
M. François	DARQUE	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. François	DE BRONDEAU	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Yves	DELBOS	Odontologie pédiatrique	56-01
M. Raphael	DEVILLARD	Odontologie conservatrice- Endodontie	58-01
M. Emmanuel	D'INCAU	Prothèse dentaire	58-02
M. Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
M. Dominique	GILLET	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M. Jean-François	LASSERRE	Prothèse dentaire	58-02

M. Yves	LAUVERJAT	Parodontologie	57-01
Mme Odile	LAVIOLE	Prothèse dentaire	58-02
M. Jean-Marie	MARTEAU	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
Mme Javotte	NANCY	Odontologie pédiatrique	56-01
Mme Dominique	ORIEZ	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M. Jean-François	PELI	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M. Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-03
M. Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
Mlle Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mlle Noélie	THEBAUD	Sciences biologiques	57-03
M. Eric	VACHEY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

ASSISTANTS

M. Terence	BARSBY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme Aurélie	BARSBY-EL-KHODER	Prothèse dentaire	58-02
Mme Mélanie	BOES-HULLMAN	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Julien	BROTHIER	Prothèse dentaire	58-02
Melle Caroline	CHANE-FANE	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Mathieu	CLINKEMAILLIE	Prothèse dentaire	58-02
M. Mathieu	CONTREPOIS	Prothèse dentaire	58-02
M. Guillaume	CRESTE	Prothèse dentaire	58-02
Mme Hélène	DENOST	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-03
Mlle Aurélie	DUARTE	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M. Guillaume	FENOUL	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mlle Geraldine	FERRERO-MOURGUES	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Nicolas	GLOCK	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
Melle Sandrine	GROS	Orthopédie dento-faciale	56-02
Melle Amandine	LAVAUD	Odontologie pédiatrique	56-01
Melle Alice	LE NIR	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
Mme Karine	LEVET	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-03
Melle Maria-Gabriela	MARC	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M. Matthieu	MEYER	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
Melle Darrène	NGUYEN	Sciences biologiques	57-03
Melle Virginie	PANNEREC	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
Melle Candice	PEYRAUD	Odontologie pédiatrique	56-01
M. Jean-Philippe	PIA	Prothèse dentaire	58-02
M. Mathieu	PITZ	Parodontologie	57-01
M. Cyril	VIDAL	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M. François	VIGOUROUX	Parodontologie	57-01

MAJ 01/02/2014

***A notre Présidente de thèse
Madame le Professeur DUPUIS,***

Professeur des Universités
Praticien Hospitalier Universitaire
DERSO
Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur d'Etat en Odontologie
Chef de pôle d'Odontologie et de Santé Buccale du CHU de Bordeaux

*Je vous remercie du grand honneur que vous m'accordez en acceptant la
présidence de ce jury de thèse.*

*Veillez trouver dans ce travail, l'expression de mon profond respect et
mes remerciements les plus sincères.*

A notre Directeur de thèse

Monsieur le Docteur ZUNZARREN,

Docteur en Chirurgie Dentaire

Ancien Assistant Hospitalo-Universitaire

Maîtrise des sciences biologiques et Médicales

CES de dentisterie conservatrice – endodontie

CES de Parodontologie

CES de Prothèse scellée

CES d'Odontologie Légale mention expertise

DU d'anatomie crânio-faciale et cervicale

Attestation d'Etudes Universitaires de Réhabilitation Orale et Implantologie de Bordeaux

*Je tiens à vous exprimer toute ma reconnaissance pour
m'avoir accompagné tout au long de ce travail,
pour votre disponibilité et vos conseils avisés.*

*J'espère avoir été à la hauteur de vos attentes et vous
prie de trouver à travers ce travail, mes
remerciements les plus sincères, l'expression de
ma profonde estime et de ma sincère gratitude.*

A notre Rapporteur

Monsieur le Docteur Christophe BOU,

Maître de Conférences des Universités

Praticien Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Sciences Odontologiques

C.E.S de Prothèse maxillo-faciale

D.U. d'Economie de la santé et organisation professionnelle en Odontologie

D.U. d'Odontologie légale et Expertise

Doctorat de l'Université de Toulouse III

D.E.A Anthropologie physique Bordeaux 1

Membre FRE 2960/ Laboratoire anthropobiologie Toulouse III

Responsable de la sous-section Santé Publique

Expert judiciaire en identification odontologique

*Je vous remercie de votre disponibilité, votre gentillesse
et votre présence durant tout mon cursus.*

*Veillez trouver par ce travail le témoignage de toute ma
reconnaissance et de mon profond respect.*

A notre Assesseur

Madame le Docteur BADET,

Maître de Conférences des Universités

Praticien Hospitalier

Doctorat de l'Université de Bordeaux 2, Mention Sciences Biologiques et Médicales

Option Sciences Odontologiques

Docteur en Chirurgie Dentaire

C.E.S de Pédiodontie – Prévention

Coordonnateur de la sous-section 57-03

Je vous remercie très chaleureusement d'avoir accepté si gentiment de siéger dans ce jury.

Merci pour vos conseils, votre présence et votre disponibilité.

Veillez trouver par ce travail, l'expression de ma profonde reconnaissance.

A notre Assesseur

Madame le Docteur ORIEZ,

Maitre de Conférences des Universités

Praticien Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Sciences Odontologiques

C.E.S d'Anthropologie

C.E.S de Parodontologie

C.E.S d'Odontologie Conservatrice

Responsable de la sous-section d'Odontologie Conservatrice Endodontie

Je vous remercie très sincèrement d'avoir accepté de participer à ce jury.

Un grand merci également pour votre enseignement théorique et hospitalier.

Veillez trouver par ce travail, l'expression de mon respect le plus profond.

A mes Parents adorés,

Je ne vous remercierai jamais assez pour tout l'amour et le soutien que vous m'avez apporté durant toute ma vie et encore plus pendant mes études.

Cela n'aura pas été un chemin facile tous les jours pour arriver jusqu'ici mais c'est grâce à vous que nous y sommes arrivés.

Je vous dédie ce travail parce qu'il est le fruit de tous vos efforts.

Merci pour votre amour, votre dévouement sans limite, votre présence de tous les instants. J'espère à mon tour pouvoir vous rendre tout ce que vous m'avez offert ; je vous aime de tout mon cœur.

A mon Vincent,

Nous voilà bientôt à la fin de ces études que tu auras partagées du début à la fin avec moi. Je te remercie du fond du cœur d'avoir été à mes côtés chaque jour, de m'avoir soutenu et aidé à chaque fois que tu l'as pu. Les kilomètres nous ont souvent séparés mais nous avons toujours tenu bon et nous voilà aujourd'hui encore plus heureux qu'hier. Merci de ton amour et de ton soutien de chaque seconde, je t'aime de tout mon cœur.

A ma Soeurette adorée,

Ca y est je termine bientôt et tu vas vite me rejoindre ! Je garderai en mémoire de mes études notre vie partagée durant trois ans, quel bonheur d'avoir pu partager ces années là avec ma sœur unique. Je suis très fière de toi et de ce que tu accomplis aujourd'hui, continu sur cette voie.

Merci pour ton soutien et ta présence, je t'aime ma syster.

Merci également à toi **Manu**, pour ton sourire et ton intérêt à mon quotidien. Je vous souhaite le meilleur à venir.

A ma Mamie,

Voilà quelques jours à peine et tu nous manques déjà tellement. J'espère que tu as trouvé le repos et retrouvé Papi. Tous les moments que j'ai passés avec toi restent à jamais de merveilleux souvenirs, inoubliables et irremplaçables. Je t'aime de tout mon cœur ma petite Mamie, merci pour tout ce que tu as fait pour moi pendant ces 25 années.

A ma Mémé,

Cela fait déjà trop longtemps que tu nous a quitté ma petite Mémé, les jours sans toi ne sont plus les mêmes. Je sais pourtant que tu as toujours été avec moi, merci pour ton soutien sans faille et ton amour inconditionnel. Je t'aime ma Mémé chérie.

A mon Pépé, mon Papi, Tatie Amélie, Tonton André, Sébastien et Pauline,

Merci pour votre soutien et votre sourire qui restera à jamais présent dans mon cœur et qui m'aura accompagné durant toutes mes années d'études.

A Tatie Annie et tonton Irénée,

Tatie, comment te remercier pour ton soutien si chaleureux et ta présence. Ton aide est gravé dans mon cœur à jamais. Merci pour tout à tous les deux.

A tatie Gisèle et tonton Jean-Marie,

Merci marraine pour ta présence à mes cotés depuis si longtemps. Merci à tous les deux pour votre gentillesse.

A tonton Henri et tatie Marie-Hélène,

Merci parrain pour ton soutien depuis toujours, tes remarques et suggestions toujours intéressantes. Merci à tous les deux pour votre intérêt et votre attention.

A Philippe, Nelly, Alexandre et Vincent ;

Merci à tous les quatre pour les bons moments que nous passons ensemble même s'ils sont rares. Merci à toi Nelly pour ton soutien durant nos études ensemble.

A tous mes oncles et tantes, cousins et cousines très nombreux ; Michel et Annie, Eric et Mireille, Daniel et Angélique, Cendrine et Jean-Pierre, Didier et Nathalie, Stéphanie et Nicolas, Fernand, Fabienne et Damien, Christophe et Delphine et tous vos enfants.
Merci de votre gentillesse et de votre soutien.

A Monique et Bernard,

Merci pour votre présence, votre soutien et votre intérêt depuis déjà quelques années.

Votre aide dans les moments difficiles m'a beaucoup touchée.

Merci aussi à toi **François** pour ton humour et ta présence.

Merci aussi à **Mamie Marie** et **Mamie Margot** pour leur gentillesse.

De tout mon cœur, merci à vous tous pour vos encouragements.

A Madame Pape, Monsieur Hourcade et Monsieur Bergez,

Merci pour votre enseignement qui m'a permis d'arriver jusqu'ici, votre amour pour votre métier qui m'a donné envie de poursuivre mes études. Je vous en serai toujours reconnaissante.

A ma Darrène,

Quel bonheur de t'avoir rencontré. Merci pour ta présence, tes mots toujours justes et notre merveilleuse amitié. Je n'aurai pas pu rêver mieux que de rencontrer une amie comme toi. Ces années n'auraient pas été les mêmes sans ce binôme que nous formons. Merci aussi à toi **Yoann** pour ta présence tout simplement. Tous les quatre nous passons de si bons moments et avons encore tant de beaux projets à concrétiser. Amis pour la vie c'est promis !

A Anne Brulis, Maryse et Sylvain,

Merci pour votre soutien et votre attention de longue date.

A mon Fredo,

Merci mon Fredo pour ton soutien de toujours, ton amitié et ton honnêteté. Je suis fière de toi et de ce que tu as parcouru. Je sais que de très bons moments sont à venir. Un grand merci également à tes parents pour leur gentillesse et leur attention.

A Sabine et Aurélie,

Sabine, un grand grand merci pour ce temps passé à donner à ce travail l'image qu'il a aujourd'hui ! Tes compétences doivent te donner confiance en toi, tu as vraiment fait un travail formidable.

Egalement un grand merci à toutes les deux pour votre soutien, votre gentillesse et votre amitié de presque 25 ans. Je vous souhaite de très belles choses à venir.

A Babe, Christopher, Julien et leurs compagnes,

Merci pour votre présence à mes cotés depuis si longtemps, votre humour et votre sérieux quand il est nécessaire. Tant de si bons moments passés ensemble, les week-ends ne seraient pas les mêmes sans vous !

A Monsieur Fabre, Edouard Toussaint et la société Amplifon,

Un grand merci pour votre chaleureuse participation à ce travail. Cela aurait été beaucoup plus difficile sans vous. Je vous remercie très sincèrement de l'intérêt que vous avez porté à ce projet et du temps que vous m'avez consacré.

A Monsieur Merida et la société Emacoustic,

Un grand merci pour votre aide et la participation à ce projet. Vous m'avez permis d'approfondir ce travail. Un grand merci du temps et des conseils que vous m'avez si généreusement fait partager.

A Hélène et Marina,

Merci de votre accueil, votre gentillesse et votre attention. C'est un réel bonheur de travailler dans votre équipe.

Au Dr Castetbon, son épouse, Karine et Hélène,

Merci Gabriel pour vos conseils avisés. Merci de votre chaleureux accueil au sein de votre équipe et de votre gentillesse.

Sommaire

Sommaire.....	12
Introduction.....	13
1 Acoustique et Législation.....	14
1.1 Fonctionnement de l'oreille humaine	14
1.2 Son et bruit	16
1.3 Unité de mesures.....	17
1.3.1 La sonie	17
1.3.2 La tonie	19
1.3.3 Le timbre.....	19
1.4 Législation française et échelle du son	20
2 Expérimentation	23
2.1 Matériels et méthodes	23
2.1.1 Etude acoustique de la salle	23
2.1.2 Audiométrie.....	25
2.1.3 Mesure de l'environnement sonore	25
2.2 Résultats	28
2.3 Discussion	37
3 Comment se protéger des nuisances sonores en dentisterie.....	46
3.1 Effets sanitaires sur la santé	46
3.1.1 Les effets du bruit sur l'audition	46
3.1.2 Les effets extra-auditifs	47
3.2 Facteurs influents sur la dangerosité du bruit	49
3.3 Protections auditives	51
Conclusion	54
Bibliographie.....	55
Table des illustrations.....	60
Serment d'Hippocrate	60

Introduction

Le métier de chirurgien-dentiste est un métier qui sollicite quatre des cinq sens primaires (la vue, l'ouïe, le toucher et l'odorat). Mais ces sens peuvent être altérés par différents facteurs que nous utilisons quotidiennement dans notre pratique. Nous avons choisi de nous intéresser au système auditif dans un milieu spécifique.

Chaque chirurgien-dentiste passe au cours de ses études par des séances de travaux pratiques au sein de la faculté d'odontologie, passages obligatoires avant de pouvoir soigner ses premiers patients en centre hospitalier. Pendant quelques années, tous les étudiants en chirurgie-dentaire se rendent chaque semaine en salle de travaux pratiques pour apprendre à réaliser les soins conventionnels sur mannequin.

Nous avons ici voulu montrer le bruit généré par l'association de tous ces étudiants travaillant en même temps. Nous nous sommes concentrés sur les niveaux sonores enregistrés au niveau des enseignants et non des étudiants eux-mêmes. Ces derniers sont en effet plus proches de la source sonore qu'ils émettent mais ne subissent les effets délétères du bruit que quelques heures par semaine sur seulement 4 années. Contrairement à eux, les enseignants subissent l'impact du bruit plusieurs journées entières par semaine et sur un nombre d'années plus conséquent.

Tout chirurgien-dentiste se rend compte que le bruit est un facteur omniprésent dans son activité quotidienne de soin auprès des patients. Cependant, ce thème ayant déjà été traité, nous avons choisi d'évoquer un autre milieu où le chirurgien-dentiste est soumis à des nuisances sonores. Quel impact sur l'ouïe des enseignants, quelles conséquences et quelles mesures de prévention possibles ?

Nous débuterons ce travail par quelques notions élémentaires d'anatomie de l'oreille et d'acoustique puis nous verrons l'expérience que nous avons menée en salle de travaux pratiques.

Enfin nous terminerons par les protections auditives: est-il intéressant ou non de se protéger vis à vis des résultats enregistrés et quels sont les différents moyens dont nous disposons.

1 Acoustique et Législation

1.1 *Fonctionnement de l'oreille humaine*

L'oreille est l'organe externe de l'audition et joue également un rôle important dans le maintien de l'équilibre. On peut la diviser en trois parties bien distinctes, les trois rassemblées permettant d'envoyer le signal sonore extérieur jusqu'au niveau cérébral (3):

-l'oreille externe: comprend le pavillon et le conduit auditif externe. Ils conduisent vers le tympan les vibrations des particules de l'air. Chez l'homme, son rôle dans le processus acoustique est réduit ;

-l'oreille moyenne: elle a pour fonction, grâce à la chaîne des osselets (marteau, enclume, étrier), de transformer mécaniquement les vibrations aériennes. On appelle cela le rôle d'adaptation d'impédance, elle transmet la majeure partie de l'énergie acoustique du milieu aérien (oreille externe) au milieu aqueux (oreille interne).

Elle contient également le tympan que l'on peut comparer à une membrane de haut parleur. Néanmoins, l'amplitude de ses mouvements reste relativement faible, de l'ordre d'un micromètre pour des sons atteignant les 120 dB (A). C'est ce déplacement du tympan qui initie le mouvement au niveau des osselets et qui permet le processus de transformation du son.

-l'oreille interne: elle peut elle même être séparée en deux entités.

Elle contient d'une part les canaux semi-circulaires où se trouve le nerf vestibulaire et qui possède un rôle important dans l'équilibre.

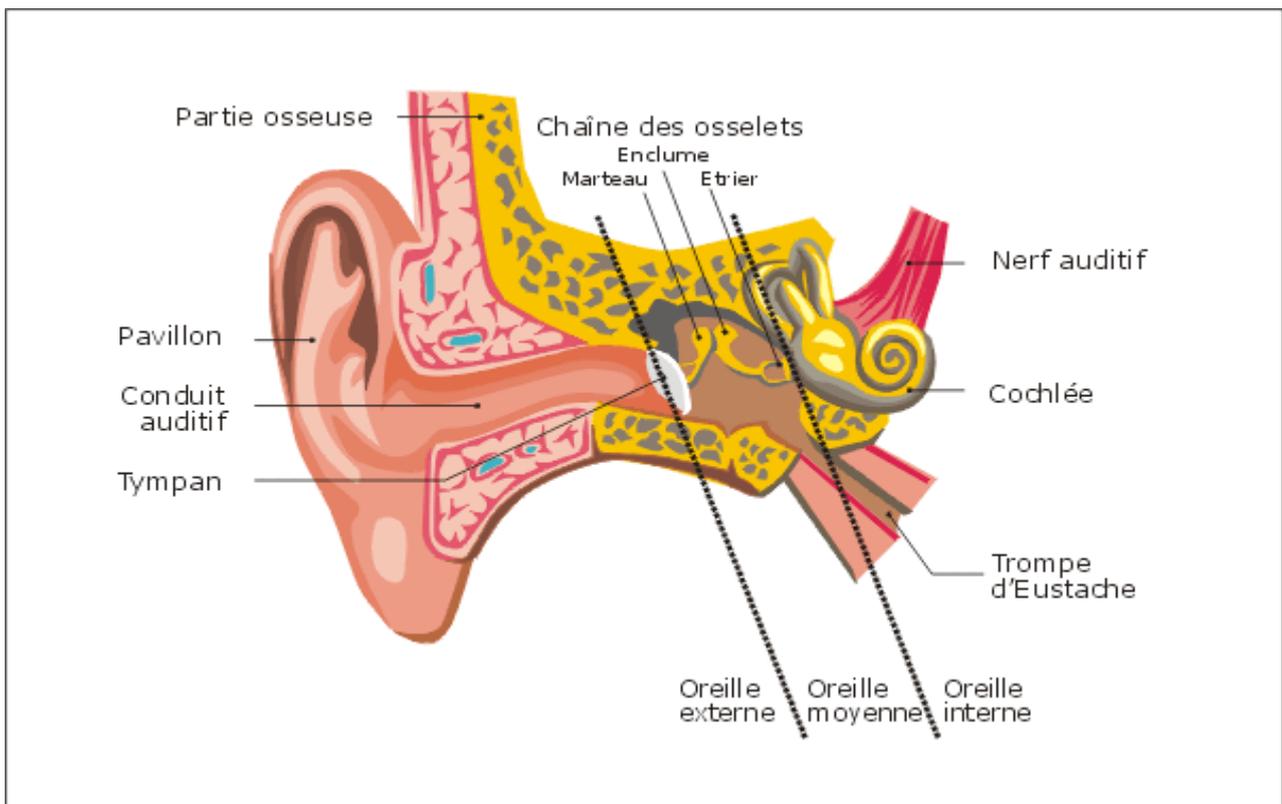
D'autre part, la cochlée que l'on appelle aussi limaçon de part sa forme spiralée et qui contient le nerf cochléaire. Elle joue quand à elle un rôle dans le processus auditif.

C'est ici que se déroulent les mécanismes de transformation des sons en phénomènes « électriques ».

La cochlée contient des liquides qui transmettent les vibrations provenant du tympan.

A l'intérieur de la cochlée, et plus précisément dans la rampe cochléaire ou canal cochléaire, se trouve l'organe sensoriel de Corti. C'est un élément important de l'ouïe car il contient les cellules sensorielles de l'audition : les cellules ciliées (environ 15 000 par oreille) sur lesquelles les terminaisons sensibles du nerf auditif se répandent.

Le mouvement des cils de ses cellules provoque la transformation de l'onde de pression mécanique, dans le liquide de la cochlée, en signal électrique. Ce dernier est ensuite transmis au cerveau par le nerf auditif (auss appelé nerf vestibulo-cochléaire) (1, 2, 3).



Schématisation de l'oreille humaine -Briand- (a)

1.2 Son et bruit

Le son est le résultat de la vibration de l'air (mouvements périodiques rapides).

L'onde sonore est une onde mécanique et progressive qui ne peut se développer que dans un milieu matériel élastique (solide, liquide ou gaz) et non dans le vide.

C'est un phénomène physique que l'on mesure facilement mais dont l'aspect psychophysologique est très difficile à démontrer scientifiquement (3).

De manière conventionnelle on différencie :

- les sons purs : ils sont sinusoïdaux ;
- les sons complexes ou musicaux : ils sont périodiques (somme de plusieurs sinusoïdes) ;
- les bruits : ce sont des sons non périodiques, souvent de durée réduite (comme par exemple un objet qui tombe). Plus leur durée est brève, plus leur spectre est large et contient de nombreuses composantes.

A l'inverse, si le bruit est plus long, le nombre de composantes est alors plus faible et le bruit peut revêtir un caractère musical agréable (3).

Les sons purs et complexes sont caractérisés par leur période et fréquence propres :

- la période correspond à l'intervalle de temps minimum pour que le son se reproduise identique à lui-même. L'unité de la période est la seconde.
- la fréquence est l'inverse de la période et se définit en hertz. La fréquence d'un son correspond dans le langage courant à dire qu'un son est grave, médium ou aigu. Elle correspond à un nombre de vibration par seconde (3).

Le bruit est un phénomène acoustique qui produit une sensation auditive considérée comme désagréable ou gênante. C'est un son indésirable (3).

Pour l'OMS (4), il est l'une des principales causes évitables de la perte auditive. C'est un problème de santé publique qui touche tous les pays, le niveau sonore excessif étant devenu le principal risque professionnel donnant droit à une indemnisation.

1.3 Unité de mesures

Un son peut être défini par trois entités physiques qui aboutissent à des sensations au niveau de l'oreille humaine :

- l'intensité sonore ou puissance surfacique : ressentie comme la sonie,
- la fréquence : perçue comme la hauteur d'un son (aigu, medium ou grave) ou tonie,
- le spectre d'amplitude : visualisé par le timbre (reconnaissance d'une voix, d'un instrument ou autre).

La mesure directe d'une sensation sonore par un moyen scientifique fiable n'est toujours pas possible à ce jour (3).

1.3.1 La sonie

Elle se définit comme la sensation qu'un son est fort ou faible.

Cela s'explique par la puissance surfacique de l'onde sonore en question (son intensité) (3).

La sonie varie selon la fréquence du son.

Le seuil liminaire d'audition est la plus petite valeur de puissance pour laquelle une sensation sonore correspond.

L'audiométrie (test réalisé dans notre expérience) a pour but de rechercher ce seuil pour différentes fréquences audibles. Le maximum de sensibilité chez l'homme se trouve entre 1000 et 3000 hertz.

L'oreille humaine est plus sensible à la hauteur d'un son qu'à sa sonie propre.

L'intensité sonore est mesurée généralement en décibels « A ». C'est l'unité de référence utilisée dans la législation française. Cela correspond à la pression exercée sur notre oreille par la vibration de l'air lorsqu'un son est émis.

C'est une approximation (pondération normalisée), c'est à dire que la courbe qui correspond à cette unité de mesure est celle qui correspond le mieux à la sensibilité de l'oreille humaine à des niveaux de pression acoustique faible (5, 6).

Le niveau acoustique équivalent (L_{eq}) correspond à une « dose de bruit » reçue pendant une durée de temps déterminée (unité dB(A)).

Cela signifie que le niveau acoustique d'un bruit stable ou fluctuant est énergétiquement équivalent à un bruit qui est permanent et que l'on aurait analysé durant le même intervalle de temps et au même endroit.

Ce niveau est très utilisé comme indice de gêne.

On observe en effet, dans la pratique, une bonne corrélation entre cette valeur et la gêne auditive ressentie par un individu exposé au bruit.

Cependant, l'indicateur L_{eq} « masque » les événements sonores de forte amplitude et de courte durée observés durant la période considérée (7).

Attention, L_{eq} se différencie de L . L est le niveau sonore mesuré de façon instantanée (sur une seconde) alors que L_{eq} est la moyenne d'une sommation de bruits sur une durée plus importante.

Le calcul des décibels est particulier, ainsi quand deux instruments émettent un son de 70 dB chacun, leur somme ne donne pas 140 mais 73 dB.

Lorsque ce sont dix instruments qui émettent le même niveau sonore, 70dB par exemple, on obtient 80 dB de bruit général (quand on multiplie les sources sonores par dix, on augmente le niveau sonore de 10 dB).

Ces calculs suivent une loi logarithmique (3, 8, 9).

1.3.2 La tonie

Chez l'homme, l'oreille ne perçoit pas toutes les fréquences.

Les sons graves sont les sons compris entre 16 et 500 hertz, les mediums de 500 hertz jusqu'à 3000 et les sons aigus de 3000 à 20000 hertz.

Le champ auditif humain est compris entre 16 et 20000 hertz (10) et les sons courants sont émis à des fréquences comprises entre 125 et 8000 hertz.

La limite supérieure du domaine audible chez l'homme présente des variabilités individuelles mais elle décroît avec l'âge (communément appelé presbyacousie).

En dessous de 16 hertz, ce sont les infrasons, perçus notamment par les éléphants.

Au-dessus de 20000 hertz, ce sont les ultrasons, perçus par exemple par les dauphins ou les chiens (3, 11).

1.3.3 Le timbre

C'est la « personnalité » d'un son. Elle est liée à son spectre d'amplitude.

C'est ce qui explique que nous sommes capables de distinguer deux sons de même intensité et de même hauteur mais produits par deux instruments différents ou émis par deux personnes distinctes (3).

1.4 Législation française et échelle du son

Selon le Journal Officiel n° 166 du 20 juillet 2006 (12):

Décrets, arrêtés, circulaires, textes généraux

Ministère de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement

Décret n° 2006-892 du 19 juillet 2006 relatif aux prescriptions de sécurité et de santé applicables en cas d'exposition des travailleurs aux risques dus au bruit et modifiant le code du travail (deuxième partie : Décrets en Conseil d'Etat). NOR: SOCT0611232D.

L'intensité du bruit au cours d'une journée de travail peut varier, il faut donc tenir compte de la durée du bruit aux différents niveaux sonores. La réglementation française a mis en place des durées maximales d'exposition quotidienne à des intensités sonores importantes.

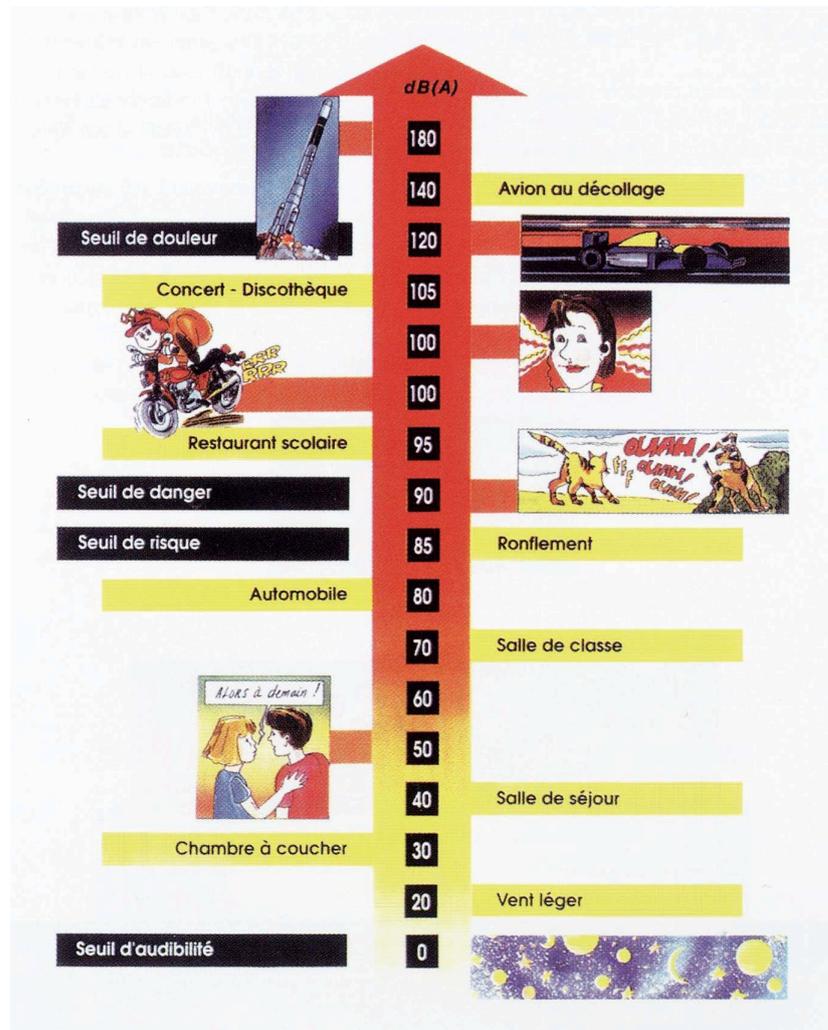
Le tableau ci-dessous représente les valeurs des niveaux sonores à partir desquelles une action préventive est nécessaire.

Durées d'exposition quotidienne au bruit nécessitant une action (b)	
Niveau sonore en dB(A)	Durée d'exposition maximale
80	8 h
83	4 h
86	2 h
89	1 h
92	30 min
95	15 min
98	7,5 min

Ce tableau nous explique qu'une exposition durant 8 heures à une intensité de 80 dB(A) est exactement aussi dangereuse qu'une exposition d'une heure à 89 dB(A) et nécessite donc une prise en charge des travailleurs.

Notons également que pour compenser une exposition de dix minutes à un niveau sonore de 100 dB(A), il faut trente minutes dans un milieu calme (40 dB(A) maximum).

Pour avoir une idée du niveau sonore dans les circonstances de la vie quotidienne, voici une échelle donnant des valeurs symboliques :



Echelle du bruit -CIBD- (c)

A partir de 80 dB(A), le bruit est facteur de troubles importants.

A partir de 90 dB(A), le son est pénible à entendre.

A 110 dB(A), il est difficilement supportable.

A 120 dB(A), le seuil de la douleur est atteint et il suffit de quelques minutes pour voir apparaître des dommages.

A 140 dB(A), la loi exige une protection telle qu'un périmètre de sécurité autour de la source sonore en plus des protections personnelles (3, 11).

Nous allons maintenant étudier le niveau sonore d'une salle de travaux pratiques en odontologie.

2 Expérimentation

2.1 Matériels et méthodes

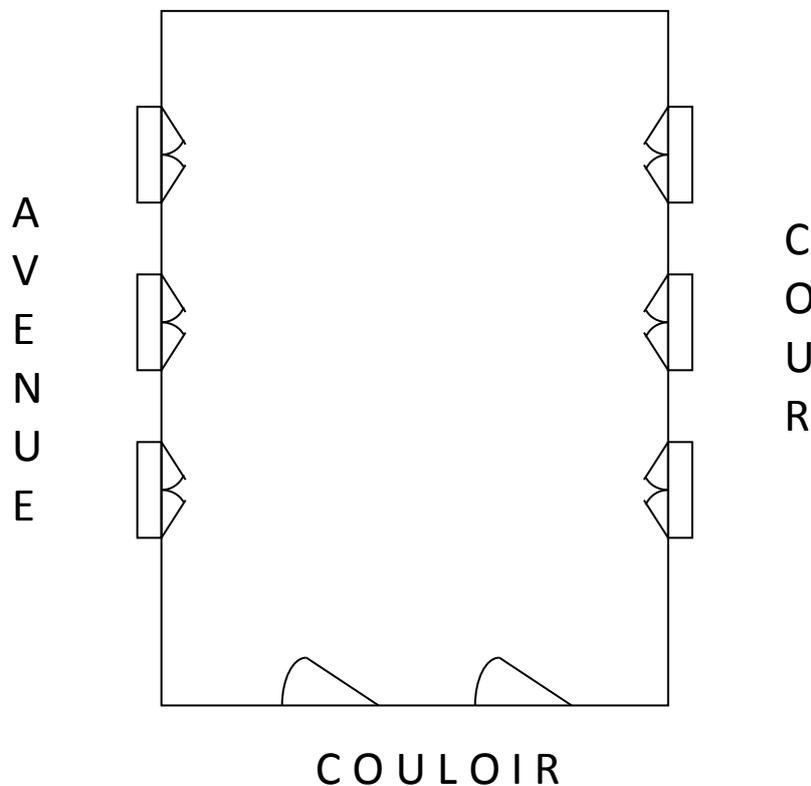
2.1.1 Etude acoustique de la salle

Nous avons mesuré le niveau sonore dans une salle de travaux pratiques d'odontologie de la faculté de Bordeaux 2.

Cette salle est située en centre ville de Bordeaux et borde une avenue principale. Elle est située au 2^{ème} étage, présente deux portes et six fenêtres de taille moyenne, avec double vitrage, dont trois donnant directement sur une grande avenue, les trois autres donnant sur une cour intérieure silencieuse.

Une étude acoustique de la salle doit être réalisée afin de vérifier sa conformité (13).

**Plan de la salle
de travaux pratiques (d)**



Extrait de l'Arrêté du 25 avril 2003 (Enseignements)

Art. 5 (e)

« Les valeurs des durées de réverbération, exprimées en seconde, à respecter dans les locaux sont données dans le tableau ci-après. Elles correspondent à la moyenne arithmétique des durées de réverbération dans les intervalles d'octave centrés sur 500, 1000 et 2000 Hz. Ces valeurs s'entendent pour des locaux normalement meublés et non occupés. »

LOCAUX MEUBLES NON OCCUPES	DUREE DE REVERBERATION MOYENNE (exprimée en secondes)
Ecoles maternelles (salle de repos, salle d'exercice, salle de jeux) Local d'enseignement ; de musique ; d'études ; d'activités pratiques ; salle de restauration et salle polyvalente de volume $\leq 250 \text{ m}^3$ Local médical ou social ; infirmerie ; sanitaires ; administration ; foyer ; salle de réunion ; bibliothèque ; CDI	$0.4 \leq Tr \leq 0.8$
Local d'enseignement ; de musique ; d'études ou d'activités pratiques de volume $\geq 250 \text{ m}^3$, sauf atelier bruyant	$0.6 \leq Tr \leq 1.2$
Salle de restauration d'un volume $> 250 \text{ m}^3$	$Tr \leq 1.2$
Salle polyvalente d'un volume $> 250 \text{ m}^3$	$0.6 \leq Tr \leq 1.2$ si étude particulière obligatoire
Autres locaux et circulations accessibles aux élèves d'un volume $> 250 \text{ m}^3$	$Tr \leq 1.2$ si $250 \text{ m}^3 < V \leq 512 \text{ m}^3$ $Tr \leq 0.15$ racine cubique de Vs si $V > 512 \text{ m}^3$

L'aire d'absorption équivalente A d'un revêtement absorbant est donnée par la formule :

$$A = S \times w$$

où S désigne la surface du revêtement absorbant et w son indice d'évaluation de l'absorption.

2.1.2 Audiométrie

Avant de débiter cette expérience, nous avons effectué un test d'audiométrie ou test de fatigabilité (14) sur deux opérateurs allant participer à une journée entière de travaux pratiques et n'ayant pas subi les effets excessifs du bruit depuis 48h minimum (15).

Nous avons ensuite effectué ce même test sur ces mêmes personnes une fois la journée de mesure achevée.

Ce test a pour but de quantifier la perte de perception des sons pour les fréquences suivantes : 250, 500, 1000, 2000, 4000 et 8000 Hertz.

2.1.3 Mesure de l'environnement sonore

Nous avons effectué les mesures sur plusieurs journées, dans la même salle et pour des travaux pratiques dont le thème pouvait être différent d'un TP à l'autre mais pour lesquels les instruments rotatifs étaient exactement les mêmes.

Les rotatifs employés sont pour les turbines de référence SCHEIN MASTER et pour les contre-angles MICRO-MEGA 40 XE.

Chaque TP a une durée de trois heures. Les étudiants changent toutes les 3 heures mais les enseignants restent. La quantité de bruit reçue par les étudiants est donc moindre que celle reçue par les enseignants (14, 20).

Il y a 33 étudiants par TP et 5 enseignants dont l'âge varie de 26 à 50 ans présents lors de ces manipulations.

Les thèmes des différents TP étaient par ordre chronologique :

- réaliser des inlays et onlays en composite sur dents naturelles par des étudiants en 5^{ème} année d'étude ;

- réaliser des cavités de la classification SISTA sur dents naturelles par des étudiants en 3^{ème} année d'étude (deux TP sur ce thème);

- préparer des cavités de Black sur dents en ivoirine en vision indirecte par des étudiants en 2^{ème} année d'étude ;

- réaliser les traitements endodontiques d'une incisive centrale et d'une molaire et de les reconstituer par matériau composite par des étudiants en 3^{ème} année d'étude.

Pour effectuer ces mesures acoustiques, nous avons utilisé un sonomètre de référence TENMARS DS-101, SOUND LEVEL METER, IEC 651 TYPE II (sonomètre n°1).



Exemple de sonomètre n°1, IEC 651 TYPE II (f)

Celui-ci fonctionne sur un mode continu, c'est à dire qu'il mesure le niveau sonore en dB(A) à chaque seconde mais ne permet pas d'enregistrer ces valeurs pour effectuer une analyse.

Dans de nombreuses études de la littérature, les sonomètres sont placés à des distances différentes de la source sonore principale et enregistrent avec des intervalles différents (10, 16, 17, 18, 21, 22).

Nous avons choisi un protocole différent car les enseignants circulent dans la salle et ne sont donc pas soumis à une source principale de bruit mais à la sommation de toutes.

Nous avons donc mis au point le protocole suivant :

- Nous relevons les valeurs données par l'appareil en 3 points différents de la salle (un point coté rue, un point central et un point coté cour intérieure) afin de savoir si la distribution du son dans la salle est homogène ou si des facteurs extérieurs interviennent ;
- Les mesures sont faites au niveau de l'oreille (hauteur d'homme debout), le sonomètre toujours dirigé dans la même direction (perpendiculairement à l'oreille) ;
- L'intervalle entre chaque relevé est de 5 minutes ;
- Nous effectuons ensuite nous même une analyse en fin de chaque TP.

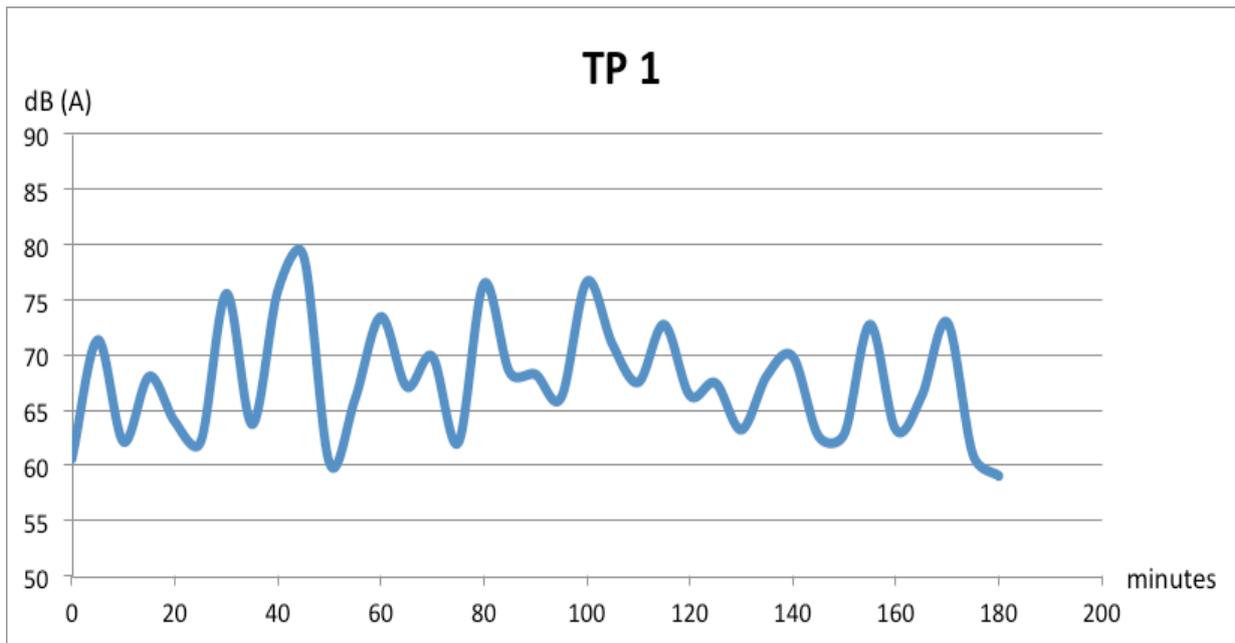
Remarque : Notons une variante pour le premier TP où nous avons choisi de suivre le parcours d'un enseignant durant les trois heures. Les niveaux sonores sont toujours enregistrés à hauteur de l'oreille et avec le même intervalle de 5 minutes. Cette première manipulation a pour but d'observer une éventuelle différence majeure entre l'analyse en trois points distincts de la salle et le parcours réel d'un enseignant pendant les TP.

Nous allons maintenant nous intéresser aux résultats obtenus et les analyser.

2.2 Résultats

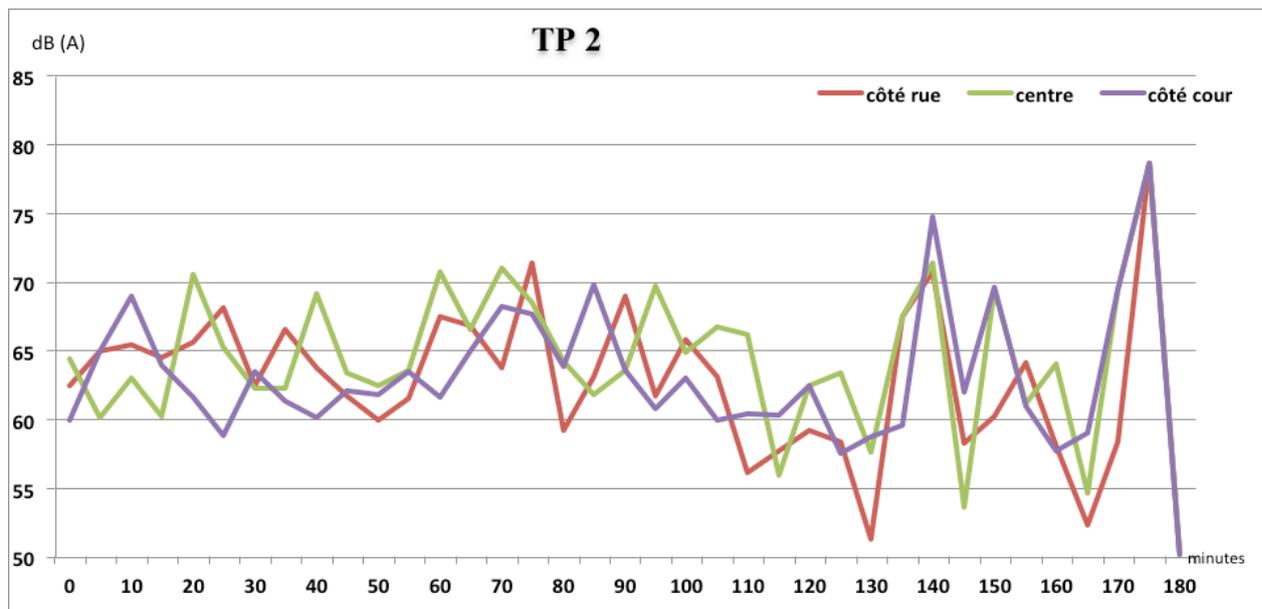
Les résultats que nous obtenons à l'aide du sonomètre n°1 sont répertoriés dans le tableau ci-dessous ; nous les analyserons ci-après.

Récapitulatif mesures et analyses													
Temps (min)	1er TP	2ème TP			3ème TP			4ème TP			5ème TP		
	parcours	Côté rue	Centre	Côté cour									
0	60,7	62,5	64,5	60	61,6	65,6	65,6	64,3	65	66,6	64,8	64,9	70,8
5	71,4	65	60,2	65	66,7	61	60,6	75,7	74	72,7	64	64,1	66,2
10	62,2	65,5	63,1	69	64,1	61,4	61,7	72,7	70	71	62,3	67,1	63,2
15	68,1	64,6	60,3	64	68,1	68,1	64,6	72,8	73,7	73,3	67,6	71,8	69,9
20	64	65,7	70,6	61,7	65	64,1	63,8	69,3	70,2	71,1	66	64,3	66,3
25	62,2	68,2	65,3	58,9	67,9	67,9	68,5	69,4	69	71,4	68,7	66,5	61,8
30	75,6	62,5	62,3	63,5	57,1	65,8	65,5	72,7	72,8	69,4	66,8	66,1	65,6
35	63,8	66,6	62,3	61,4	69,3	61	59,9	71,2	72,6	72,5	69,4	62,7	61,9
40	75,9	63,8	69,2	60,2	59,7	53	58,9	67,5	69,3	68,4	69,5	71,6	61,5
45	79	61,8	63,4	62,1	59	61,2	57,8	71,8	69,9	68,9	66,6	70,3	70,3
50	60,3	60	62,5	61,9	61	59,5	59,9	63	75,4	65	60,7	60,6	71,8
55	66,1	61,6	63,6	63,5	62,9	62,9	81,6	64,9	63,4	59,9	63,8	65,1	63,6
60	73,5	67,5	70,8	61,7	67,8	62,6	62,4	63,5	68	67,3	64,7	64,3	60
65	67,2	66,9	66,6	65	64,8	62,4	60,8	65,9	67,4	68,6	63,7	64,8	64,8
70	69,9	63,8	71,1	68,3	64,8	64	63,2	68,7	67,3	67	61,5	61	58,3
75	62,1	71,4	68,6	67,7	63,4	65	66	65,2	65,5	69,4	62,7	62,5	58,9
80	76,5	59,3	64,3	63,9	62	66	64	67,5	66,3	68,2	69,5	66	59,4
85	68,5	63,2	61,9	69,9	66,9	66	67	65,8	69,9	67,6	55,6	64,7	68,1
90	68,3	69	63,6	63,6	66,6	64,5	63,7	63,2	65,5	64,7	58,5	64	68,4
95	66,2	61,8	69,8	60,8	68,8	66,6	66,9	66,1	68,3	65,4	60,3	61,4	68,1
100	76,7	65,9	64,9	63,1	65	69	66	62	64,7	60,7	66,8	64,9	63,8
105	71	63,2	66,8	60	62	66,3	61,3	57,5	63,1	59,2	64,9	62,9	55
110	67,6	56,2	66,2	60,5	64,7	62,2	59,5	61,6	60,5	58,6	64,8	64,4	62,8
115	72,8	57,8	56	60,4	56	55	67	60	61,6	64,9	66,4	61,5	65,1
120	66,4	59,3	62,5	62,5	61,2	53	58	62,4	65,1	62,2	64,6	71,4	63,8
125	67,5	58,4	63,4	57,6	53,9	60	58	61,5	61	62,3	67,4	60,1	60,3
130	63,3	51,3	57,7	58,8	54,8	54,9	58	67,4	62	70,5	69,2	65,8	59,9
135	68,2	67,5	67,5	59,6	49,3	57,3	56,7	60,6	60,3	64	66,2	62,7	65,1
140	69,9	70,8	71,4	74,8	50,2	51,2	56,6	61,8	66,7	67,7	63,6	60,1	66,6
145	62,7	58,3	53,7	62	49,9	49,1	57,3	59,2	62,9	69,9	61,7	65,9	67,2
150	62,9	60,3	69,5	69,7	53,2	60,4	56,3	57,8	58,9	74,7	60,9	60,3	65
155	72,8	64,2	61,2	61	56,4	50,2	58,1	59,2	64,8	66,8	57,8	69,3	61,4
160	63,3	58,1	64,1	57,8	59,5	58,3	60,4	63,5	65	67,8	68,9	67	60,8
165	66,3	52,4	54,7	59,1	54	68,1	58,9	62,3	69,8	64,3	72,6	62,6	62,5
170	73	58,4	69,5	69,5	57,2	63	61,8	61,5	66,7	65,4	61,9	64,6	61,5
175	61	78,7	78,7	78,7	59	58,2	55	63,8	64,3	66,1	62,7	65,1	62,4
180	59,1	50,4	50,2	50,2	56,2	64,3	59,1	62,2	61,1	62,3	60,3	62,4	60
MOYENNE	67,73	62,75	64,38	63,17	60,81	61,33	61,90	65,01	66,54	66,91	64,52	64,72	63,84
MEDIANE	67,5	63,2	64,1	62	61,6	62,4	60,8	63,8	66,3	67,3	64,7	64,6	63,6
MINIMUM	59,1	50,4	50,2	50,2	49,3	49,1	55	57,5	58,9	58,6	55,6	60,1	55
MAXIMUM	79	78,7	78,7	78,7	69,3	69	81,6	75,7	75,4	74,7	72,6	71,8	71,8
Unité de mesure dB(A)													
ECART TYPE	4,31	4,28	4,14	3,70	4,73	4,21	3,64	3,76	3,42	3,20	2,97	2,34	3,13
P		0,11	0,17	0,37	0,34	0,32	0,19	0,07	0,35	0,30	0,40	0,14	0,22



Les différentes valeurs sont représentées par une courbe dans le graphique ci-dessus (notons que pour ce premier TP expérimental, nous avons suivi le parcours d'un enseignant durant les trois heures).

Lors de la première séance de TP, nous avons mesuré un niveau sonore allant de 59,1 dB(A) jusqu'à 79 dB(A). Nous notons une moyenne de 67,73 dB(A), une valeur médiane de 67,5 dB(A) et un écart-type de 4,31.



Lors du second TP, nous nous sommes donc placés à trois points différents de la salle : un point côté avenue principale (pour savoir si le bruit extérieur pouvait influencer), un au centre de la pièce de TP et un dernier point côté cour intérieure de la faculté.

Nous avons représenté ces différentes mesures dans le graphique ci-dessus.

Nous notons des minimas, maximas et moyennes suivants :

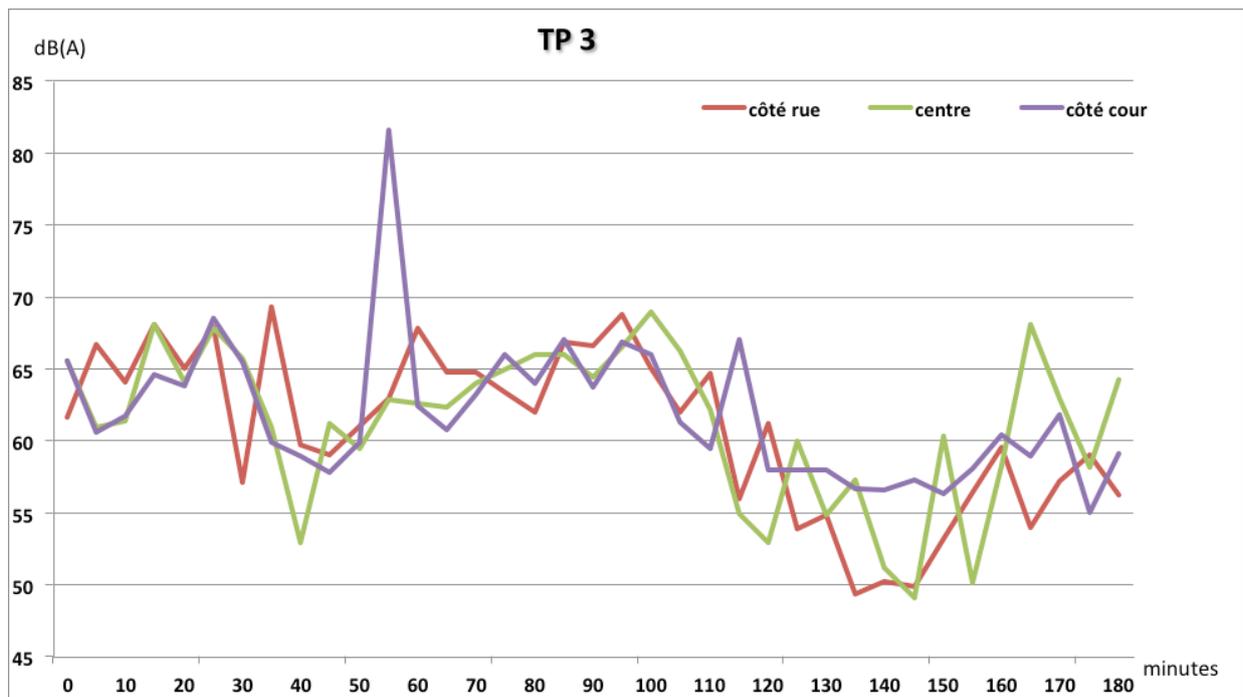
-côté rue : 51,3 dB(A), 78,7 dB(A), 62,75 dB(A) de moyenne, une valeur médiane de 63,2 dB(A), un écart-type de 4,28 et $p=0,11$.

-au centre de la pièce : 53,7 dB(A), 78,7 dB(A), 64,38 dB(A) de moyenne, une valeur médiane de 64,1 dB(A), un écart-type de 4,14 et $p=0,17$.

-côté cour interne : 57,6 dB(A), 78,7 dB(A), 63,20 dB(A) de moyenne, une valeur médiane de 62 dB(A), un écart-type de 3,70 et $p=0,37$.

Nous ne notons pas de différence significative entre les niveaux sonores enregistrés en trois points divers de la salle (p supérieur à 0,05). Ce qui tend à montrer la répartition homogène du bruit dans ce lieu et la non-influence des facteurs de bruit extérieurs à la salle.

De plus, la moyenne de ce TP est de 63,44 dB(A), ce qui est peu différent de celle du TP 1 (67,73 dB(A)). Le parcours de l'enseignant et le relevé en trois points semblent correspondre, nous allons confirmer cette hypothèse à l'aide des TP suivants.



Lors du troisième travail pratique, nous avons enregistré les mesures représentées dans le graphique ci-dessus.

Nous notons des minimas, maximas et moyennes suivants :

-côté rue : 49,3 dB(A), 69,3 dB(A), 60,81 dB(A) de moyenne, une valeur médiane de 61,6 dB(A), un écart-type de 4,73 et $p= 0,34$.

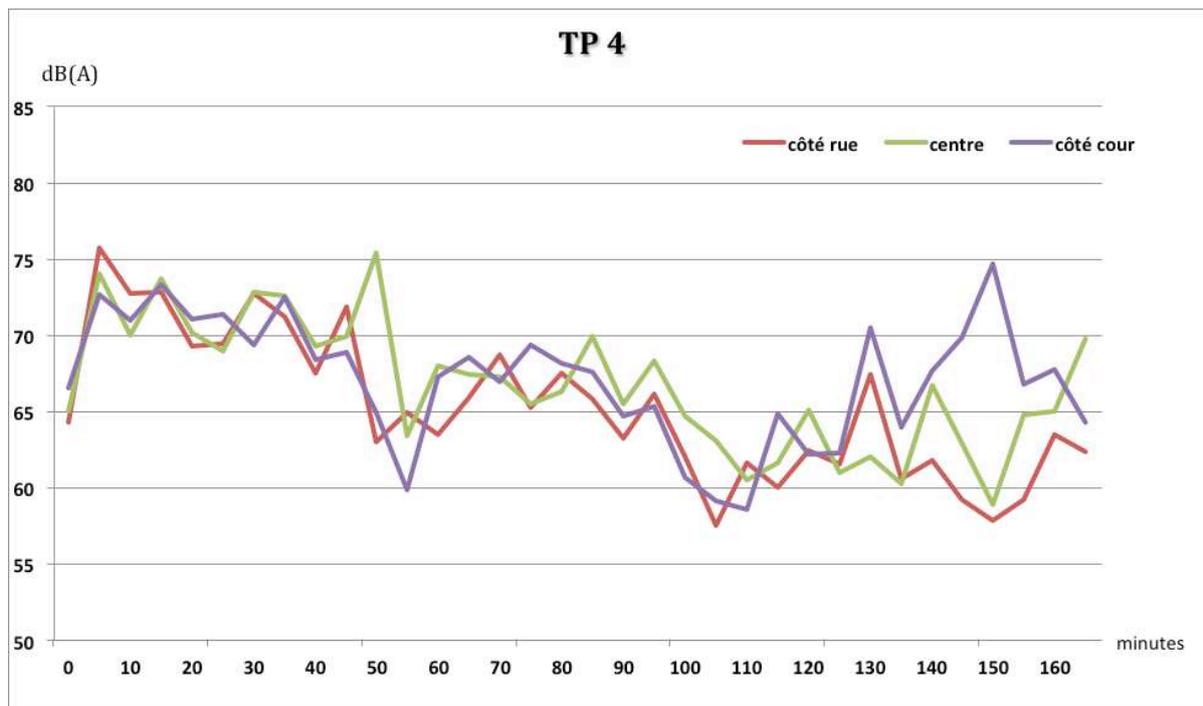
-au centre de la pièce : 49,1 dB(A), 68,1 dB(A), 61,33 dB(A) de moyenne, une valeur médiane de 62,4 dB(A), un écart-type de 4,21 et $p= 0,32$.

-côté cour interne : 55 dB(A), 81,6 dB(A), 61,90 dB(A) de moyenne, une valeur médiane de 60,8 dB(A), un écart-type de 3,64 et $p= 0,19$.

Nous ne notons pas de différence significative entre les niveaux sonores enregistrés en trois points divers de la salle. Ce qui tend également à conforter la répartition homogène du bruit dans ce lieu.

Notons que le pic à 81,6 dB(A) ne reflète qu'un instant très court du TP (enregistré une seule fois en trois heures) et ne peut donc pas être considéré comme dangereux en lui-même (*b*).

La moyenne de ce TP est de 61,3 dB(A) , ce qui est peu différent de celle du TP 1 (67,73 dB(A)) également. Le parcours de l'enseignant et le relevé en trois points semblent correspondre, nous allons continuer à vérifier cette hypothèse à l'aide des TP suivants.



Lors du quatrième TP, nous avons enregistré les mesures représentées dans le graphique ci-dessus.

Nous notons des minimas, maxima et moyennes suivants :

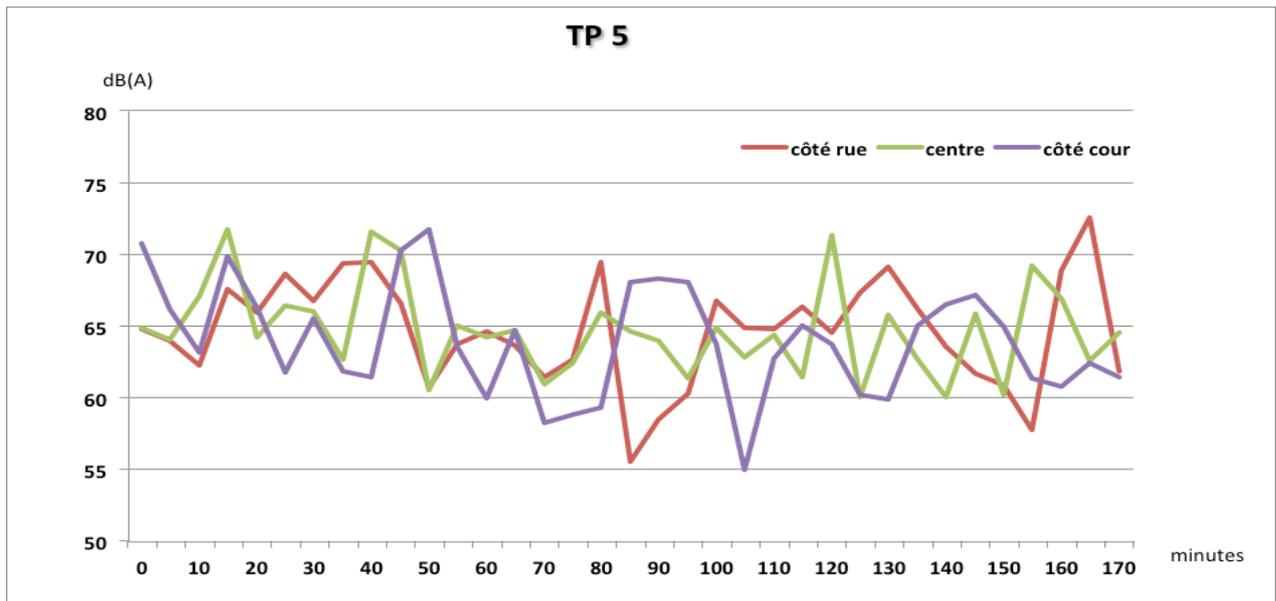
-côté rue : 57,5 dB(A), 75,7 dB(A), 65,23 dB(A) de moyenne, une valeur médiane de 63,8 dB(A), un écart-type de 3,76 et $p= 0,07$.

-au centre de la pièce : 58,9 dB(A), 75,4 dB(A), 66,76 dB(A) de moyenne, une valeur médiane de 66,3 dB(A), un écart-type de 3,42 et $p= 0,35$.

-côté cour interne : 58,6 dB(A), 74,7 dB(A), 67,12 dB(A) de moyenne, une valeur médiane de 67,3 dB(A), un écart-type de 3,20 et $p= 0,30$.

Nous ne notons pas de différence significative entre les niveaux sonores enregistrés en trois points divers de la salle ici non plus. Ce qui tend également à conforter la répartition homogène du bruit dans ce lieu.

La moyenne de ce TP est de 66,37 dB(A)), ce qui est quasiment équivalent à celle du TP 1 (67,73 dB(A)). Le parcours de l'enseignant et le relevé en trois points semblent correspondre ici aussi, nous allons continuer à vérifier cette hypothèse à l'aide des derniers TP.



Lors du cinquième TP, nous avons enregistré les mesures représentées dans le graphique ci-dessus.

Nous notons des minimas, maximas et moyennes suivants :

-côté rue : 55,6 dB(A), 72,6 dB(A), 64,70 dB(A) de moyenne, une valeur médiane de 64,7 dB(A), un écart-type de 2,97 et $p= 0,40$.

-au centre de la pièce : 60,1 dB(A), 71,8 dB(A), 64,78 dB(A) de moyenne, une valeur médiane de 64,6 dB(A), un écart-type de 2,34 et $p= 0,14$.

-côté cour interne : 55 dB(A), 71,8 dB(A), 64,00 dB(A) de moyenne, une valeur médiane de 63,6 dB(A), un écart-type de 3,13 et $p= 0,22$.

Nous ne notons pas de différence significative entre les niveaux sonores enregistrés en trois points divers de la salle. Ce qui tend à conforter une fois de plus la répartition homogène du bruit dans ce lieu.

La moyenne de ce TP est de 64,49 dB(A)), ce qui est peu différent de celle du TP 1 (67,73 dB(A)) également. Le parcours de l'enseignant et le relevé en trois points semblent correspondre de nouveau.

A travers les différentes valeurs que nous avons enregistrées durant ces 5 travaux pratiques (soit 15 heures d'enregistrement), nous constatons que nous n'atteignons pas le seuil de la législation française et européenne de 80 dB(A) sur 8 heures (moyenne des niveaux sonores des 5 TP de 64,21 dB(A)) (12, b).

Nous n'obtenons le seuil de 80 dB(A) que très ponctuellement (deux fois en quinze heures) et pour des durées de l'ordre de la seconde.

Grâce à ces analyses nous voyons également que le bruit dans cette salle se répartit uniformément et qu'il n'y a pas un endroit plus silencieux qu'un autre. Où que soit placée la personne, l'intensité de bruit reçue est la même.

De même, nous pouvons dire que l'analyse en trois points de la salle semble correspondre au bruit reçu par l'enseignant qui se déplace. En effet, celui-ci n'effectue jamais le même trajet d'un TP à l'autre puisqu'il aide les étudiants qui le sollicitent ou vérifie simplement le travail de chacun.

Pourtant le bruit paraît intense pour notre oreille.

Dans l'étude de Singh et collaborateurs (23), les niveaux sonores enregistrés sont nettement supérieurs à nos résultats mais les conditions d'enregistrement ne sont pas les mêmes.

Il est important de comprendre que durant ces séances de travaux pratiques chaque étudiant fonctionne à son rythme. Les instruments rotatifs sont donc rarement utilisés par les 33 étudiants simultanément. De plus, quand ils sont en fonctionnement, les équipements ne peuvent être réglés en puissance et sont donc toujours à puissance maximale.

ETUDE ACOUSTIQUE DE LA SALLE

L'étude acoustique de cette salle a révélé un indice de réverbération de 1 seconde.

Si l'on compare ces résultats à l'arrêté du 25 avril 2003 (cf. (d)) l'indice de la salle est dans la norme d'une salle d'enseignements.

AUDIOMETRIE

Les résultats des tests audiométriques réalisés antérieurement et postérieurement aux enregistrements sonores sont présentés sous la forme de graphique ci-dessous.

Nous ne notons pas de différence significative entre les deux qui nous permettraient de conclure clairement à une perte de perception des sons imputables au bruit généré durant les travaux pratiques.

Nous observons tout au plus une perte de dix décibels pour certaines fréquences : 250 et 500 hertz pour l'oreille gauche de l'enseignant numéro un et pour les fréquences de 1000 hertz au niveau de l'oreille gauche de l'enseignant numéro deux ainsi que pour 250 hertz au niveau de son oreille droite.

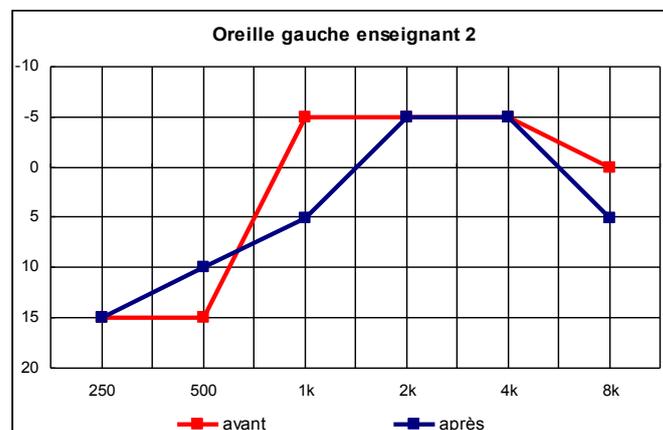
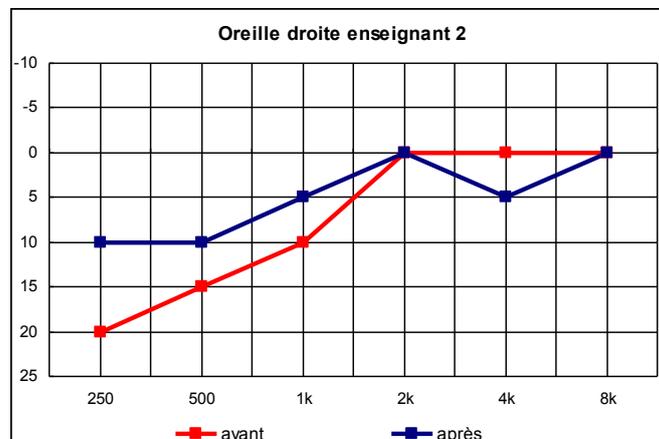
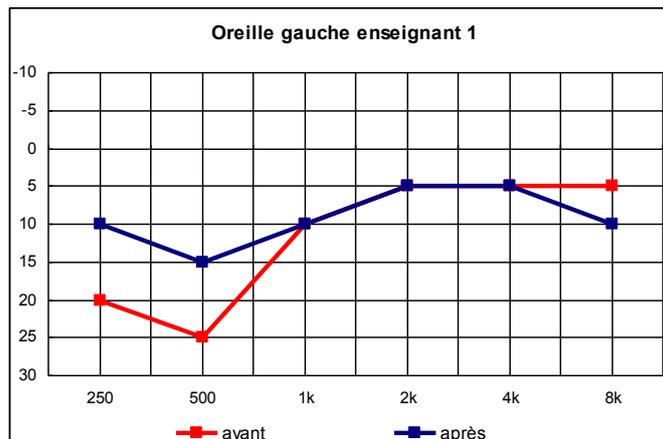
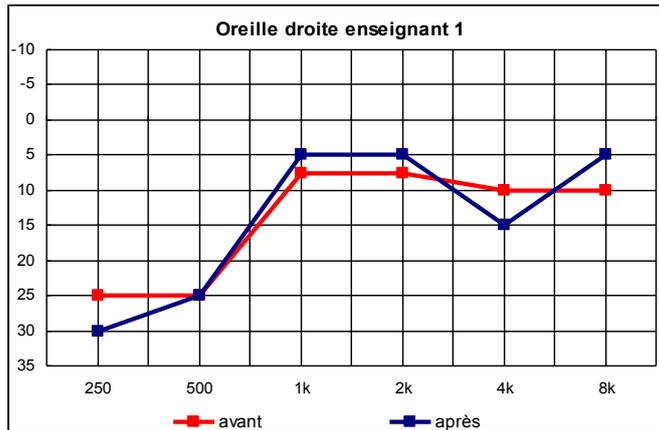
Les variations de plus ou moins cinq décibels sont considérées comme normales.

Nous ne notons pas de différence significative (40) entre le test réalisé avant et celui réalisé après l'expérimentation, le degré de significativité p est ici supérieur à 0,05 (cf. tableau ci-dessous calculé à partir des valeurs des graphiques page suivante). La probabilité que la différence soit due au hasard est importante (16).

Les deux opérateurs semblent répondre quasiment de la même manière au test avant et après avoir subi les effets du bruit.

	Oreille droite	Oreille gauche
Enseignant 1	0,5	0,27
Enseignant 2	0,27	0,38

Degré de significativité p



2.3 Discussion

Ce travail avait pour objectif d'étudier le niveau sonore en salle de travaux pratiques d'odontologie et d'en déduire la nécessité de se protéger ou non.

A la lecture des résultats précédents, les données obtenues avec le sonomètre classique (numéro 1) ne nous permettent pas de dire qu'il y a un danger.

En effet, nous n'atteignons que ponctuellement le seuil de 80 dB(A) et la moyenne de nos mesures est nettement inférieure (64,21 dB(A)). Tout comme dans l'étude (18).

Dans un deuxième temps, nous nous interrogeons alors sur le choix de l'appareil de mesure et décidons d'utiliser conjointement dans cette expérience, un second appareil dont la référence est : SONOMETRE 1/3 D'OCTAVE CLASSE 1 SOLO 01dB-STELL (sonomètre n°2).

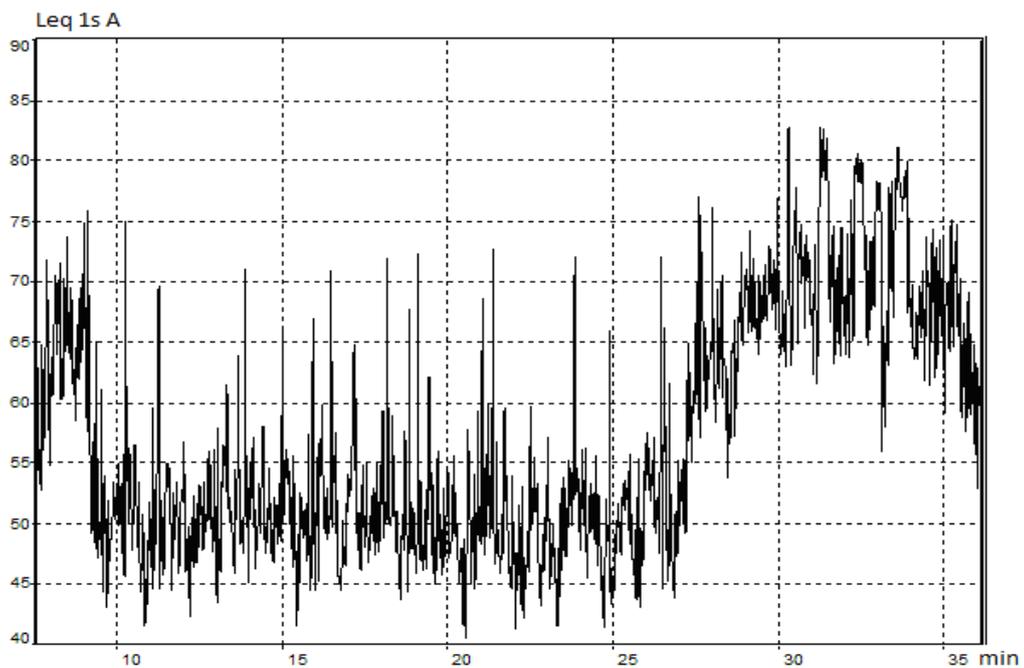


Exemple de sonomètre n°2, intégrateur classe I (g)

C'est un sonomètre intégrateur. Cet appareil enregistre en continu, les niveaux globaux et les niveaux dépassés pendant un court instant, de manière spécifique par rapport à la fréquence (octave par octave).

Les conditions d'utilisation sont les mêmes que lors des enregistrements avec le premier sonomètre, seul le relevé manuel à intervalle constant de cinq minutes est supprimé puisque l'enregistrement est continu.

Voici maintenant les résultats obtenus à l'aide de ce second sonomètre.



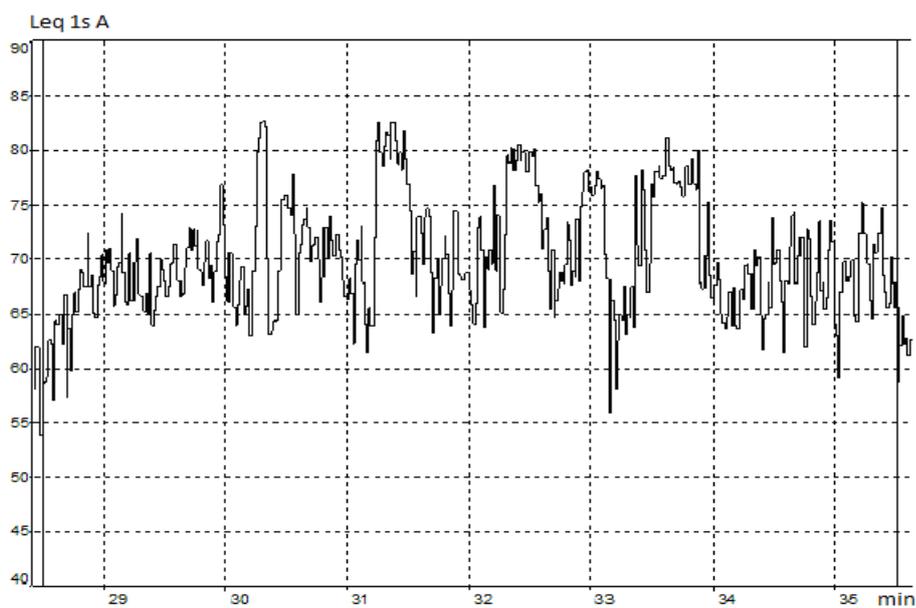
TP 6

Voie	Type	Pond.	Unité	Leq	Lmin	Lmax	L90	L50	L10	L1
TP	Leq	A	dB	73,6	55,9	82,8	64,1	69,4	78,1	82,5
TP	1/3 Oct 50Hz	Lin	dB	68,9	48,6	85,3	53,9	60,2	70,5	82,0
TP	1/3 Oct 63Hz	Lin	dB	61,7	44,3	75,1	48,4	55,4	66,2	71,3
TP	1/3 Oct 80Hz	Lin	dB	53,9	42,7	67,3	46,1	50,8	56,0	64,4
TP	1/3 Oct 100Hz	Lin	dB	57,2	44,1	75,9	48,2	54,0	59,1	67,4
TP	1/3 Oct 125Hz	Lin	dB	59,4	42,7	68,5	48,6	56,3	63,7	66,7
TP	1/3 Oct 160Hz	Lin	dB	59,7	44,4	71,6	48,9	55,5	63,6	68,9
TP	1/3 Oct 200Hz	Lin	dB	59,3	43,1	68,4	51,7	57,9	62,3	66,1
TP	1/3 Oct 250Hz	Lin	dB	62,1	44,4	72,7	53,2	60,2	65,8	68,7
TP	1/3 Oct 315Hz	Lin	dB	63,6	44,9	75,8	54,0	59,5	66,8	73,9
TP	1/3 Oct 400Hz	Lin	dB	63,4	42,6	73,9	53,9	60,8	67,1	71,4
TP	1/3 Oct 500Hz	Lin	dB	64,7	44,1	74,6	54,9	61,8	67,9	72,9
TP	1/3 Oct 630Hz	Lin	dB	64,2	41,9	79,9	53,9	61,2	67,3	72,2
TP	1/3 Oct 800Hz	Lin	dB	60,1	39,4	74,0	50,3	57,4	63,0	69,1
TP	1/3 Oct 1kHz	Lin	dB	58,1	39,1	71,1	49,8	55,9	61,2	65,1
TP	1/3 Oct 1.25kHz	Lin	dB	59,9	40,3	69,1	49,2	55,9	64,8	68,1
TP	1/3 Oct 1.6kHz	Lin	dB	64,0	39,8	76,0	48,8	56,1	69,7	74,5
TP	1/3 Oct 2kHz	Lin	dB	57,9	39,8	71,1	47,2	53,9	60,3	69,2
TP	1/3 Oct 2.5kHz	Lin	dB	58,6	39,6	68,3	46,2	52,3	63,9	67,1
TP	1/3 Oct 3.15kHz	Lin	dB	63,1	38,4	77,4	45,4	51,5	66,2	75,7
TP	1/3 Oct 4kHz	Lin	dB	58,2	38,4	72,5	44,1	50,2	62,5	68,9
TP	1/3 Oct 5kHz	Lin	dB	63,5	33,5	80,1	41,2	47,6	63,2	77,9
TP	1/3 Oct 6.3kHz	Lin	dB	64,0	32,3	82,7	39,4	46,1	65,8	73,5
TP	1/3 Oct 8kHz	Lin	dB	60,2	32,1	76,1	38,4	45,7	64,1	71,1
TP	1/3 Oct 10kHz	Lin	dB	63,1	30,4	80,1	36,2	43,5	66,8	75,0

Dans un dernier TP pour lequel les turbines et contre-angles utilisés sont les mêmes, le nombre d'élèves et d'enseignants également, nous utilisons donc un sonomètre intégrateur. Le protocole est différent puisque l'appareil enregistre les niveaux sonores en continu. Nous plaçons l'appareil sur son support (équivalent au niveau de l'oreille à hauteur d'homme) au centre de la pièce.

Nous obtenons les valeurs et le graphique ci-dessus.

Là aussi, nous voyons que nous n'atteignons le seuil de 80 dB(A) que très ponctuellement. La moyenne est de 61,70 dB(A), le minimum de 41,2 et le maximum de 82,8 dB(A).



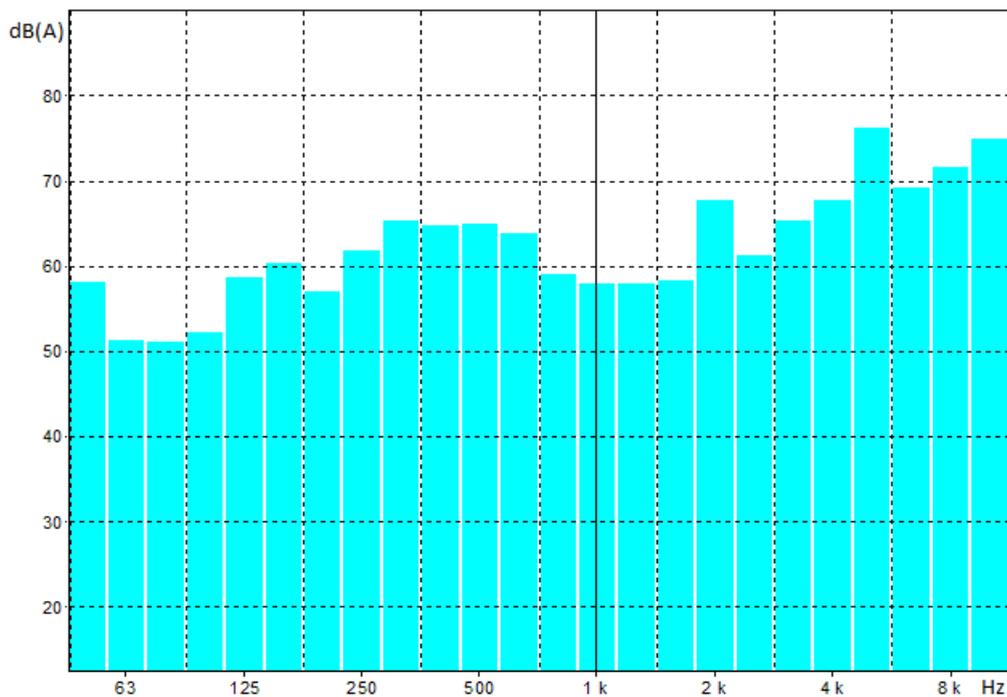
TP 6 focus

Voie	Type	Pond.	Unité	Leq	Lmin	Lmax	L90	L50	L10	L1
TP	Leq	A	dB	80,6	77,0	82,7	78,2	80,3	82,5	82,6
TP	1/3 Oct 50Hz	Lin	dB	57,9	51,1	64,2	53,4	56,4	61,7	64,1
TP	1/3 Oct 63Hz	Lin	dB	51,2	47,1	56,0	47,6	49,3	53,8	55,9
TP	1/3 Oct 80Hz	Lin	dB	51,0	45,0	58,4	45,1	48,4	53,0	58,3
TP	1/3 Oct 100Hz	Lin	dB	52,1	46,4	57,0	46,4	51,1	56,5	56,9
TP	1/3 Oct 125Hz	Lin	dB	58,6	50,6	63,3	50,5	56,1	62,3	63,2
TP	1/3 Oct 160Hz	Lin	dB	60,2	48,1	66,7	51,3	54,9	66,5	66,6
TP	1/3 Oct 200Hz	Lin	dB	56,9	53,4	60,2	54,0	55,9	59,7	60,1
TP	1/3 Oct 250Hz	Lin	dB	61,7	51,7	66,1	56,9	60,7	63,2	66,0
TP	1/3 Oct 315Hz	Lin	dB	65,2	53,0	74,0	54,2	58,5	71,3	73,9
TP	1/3 Oct 400Hz	Lin	dB	64,5	54,0	73,3	55,4	59,7	67,9	73,2
TP	1/3 Oct 500Hz	Lin	dB	64,7	58,5	71,4	58,7	60,5	70,9	71,3
TP	1/3 Oct 630Hz	Lin	dB	63,8	52,2	71,2	56,2	60,6	67,9	71,1
TP	1/3 Oct 800Hz	Lin	dB	58,9	48,3	66,7	52,5	57,3	60,5	66,6
TP	1/3 Oct 1kHz	Lin	dB	57,7	49,6	63,9	50,3	54,0	62,6	63,8
TP	1/3 Oct 1.25kHz	Lin	dB	57,8	50,5	63,5	50,9	53,6	62,8	63,4
TP	1/3 Oct 1.6kHz	Lin	dB	58,1	52,7	62,0	55,0	57,6	59,9	61,9
TP	1/3 Oct 2kHz	Lin	dB	67,6	59,4	71,1	59,9	66,4	70,7	71,0
TP	1/3 Oct 2.5kHz	Lin	dB	61,0	58,2	62,6	59,5	61,2	62,2	62,5
TP	1/3 Oct 3.15kHz	Lin	dB	65,3	59,6	67,0	63,8	65,3	66,0	66,9
TP	1/3 Oct 4kHz	Lin	dB	67,6	60,2	72,5	64,2	66,2	70,2	72,4
TP	1/3 Oct 5kHz	Lin	dB	76,1	66,9	80,1	69,9	74,5	79,7	80,0
TP	1/3 Oct 6.3kHz	Lin	dB	69,0	63,6	73,6	66,2	68,1	71,7	73,5
TP	1/3 Oct 8kHz	Lin	dB	71,5	68,5	76,1	68,6	70,7	74,0	76,0
TP	1/3 Oct 10kHz	Lin	dB	74,9	69,0	80,1	70,0	73,8	77,4	80,0

Dans ce graphique nous avons agrandi la partie du TP numéro 6 où le niveau sonore est le plus important pour mieux l'analyser.

Nous constatons que le sonomètre numéro deux enregistre des niveaux équivalents à ceux enregistrés grâce au sonomètre numéro un lors des cinq TP précédents.

Nous pouvons penser que les deux appareils nous donnent des résultats qui ne se distinguent pas réellement. En effet, ni les mesures réalisées par le sonomètre numéro un ni celles effectuées à l'aide du second ne montre un niveau sonore dépassant les 80 dB(A) sur une durée importante. Quelle que soit la méthode employée, les chiffres ne démontrent aucun danger réel pour l'oreille humaine.



Fréquence et intensité

Dans ce dernier graphique nous observons le niveau sonore en fonction de sa fréquence. On peut y lire que ce sont les sons aigus, de plus grande fréquence, qui sont les plus intenses. Cela peut s'expliquer puisque les appareils utilisés par les étudiants et notamment les turbines émettent des sons principalement aigus. Selon l'étude (10), les turbines sont les instruments les plus nocifs pour notre oreille. Pour une autre étude (21), ce sont les ultrasons les plus néfastes. La perte auditive commence par les hautes fréquences (à partir de 4000 hertz) mais une gêne est présente dès 500 hertz (14).

Voilà le seul renseignement supplémentaire que nous apporte le sonomètre numéro deux par rapport au premier utilisé.

Il est vrai cependant que malgré des niveaux sonores enregistrés et pouvant être qualifié de faible par la législation, une sensation désagréable est ressentie par la majorité des enseignants après avoir terminé une journée comme celles précédemment enregistrées.

Ceux-ci décrivent entre autre des maux de tête importants, une irritabilité anormale et une fatigue importante.

Nous tenterons de donner une explication à cela dans la dernière partie de ce travail.

Le protocole de notre expérimentation peut susciter quelques remarques.

Le relevé s'effectuant à un intervalle de 5 minutes ; cela est-il représentatif de l'ensemble du niveau sonore du TP ? Dans les études ayant été réalisées, l'intervalle choisi était plus étroit (30 secondes) sans pour autant que les résultats soient différents (18). Notons que nous n'avons pas mesuré le niveau sonore lorsque tous les instruments rotatifs fonctionnent en même temps, cela étant une situation quasiment inexistante lors de ces séances de travaux pratiques. En effet les étudiants utilisent les instruments rotatifs par intermittence.

Les trois points distincts de la salle ; ce choix avait pour but de déceler une éventuelle disparité du son dans la salle. Nous observons cependant que les niveaux sonores sont quasi équivalents et qu'il n'y a pas une nette domination d'un point sur les autres.

Le son semble réparti de façon homogène dans la salle et les facteurs extérieurs tels que la présence d'une grande avenue n'influe pas.

De nombreuses études ont choisit de mesurer les niveaux sonores plus près d'une source sonore particulière comme dans l'étude (18) mais il nous paraissait plus judicieux de se répartir au niveau d'endroit stratégique pour approcher au plus près des niveaux sonores réellement perçus par les enseignants.

Pour être plus précis, nous pourrions utiliser un appareillage personnel à chaque enseignant qui le suivrait et enregistrerait le niveau sonore exact qu'il reçoit en permanence.

Nous avons choisi de ne pas diviser notre protocole selon les fraises utilisées sur turbine ou contre-angle (fraise fissure, flamme, boule, cône inversé ou autre) ou les supports utilisés (dent naturelle, dent en ivoirine, surface en composite, surface en amalgame ou autre) (10), cela ayant déjà été réalisé dans des études précédentes (16, 17, 18) et n'ayant pas conclu à des différences significatives. Néanmoins, ces études ont montré que le niveau sonore était plus élevé lorsque l'instrument rotatif était appliqué sur le support que lorsqu'il ne taillait pas (5, 10, 19). Nous avons décidé de ne pas inclure ces critères dans notre protocole.

Dans la partie de ce travail où nous employons le sonomètre intégrateur, nous nous sommes interrogés sur le choix de notre instrument de mesure et c'est pourquoi nous avons utilisé un appareil plus performant.

Cependant, malgré cela, nous n'avons, là non plus, pas obtenu de résultat qui nous permettraient d'affirmer que le niveau sonore atteint le seuil de danger pour l'audition.

Notons quand même que cet appareil nous a permis de mettre en évidence que les sons les plus intenses étaient les fréquences aiguës générées par les instruments rotatifs. Nous nous rapprochons en ce sens, d'études ayant analysées spécifiquement les niveaux sonores par instrument (16, 21) mais qui n'ont pas conclu non plus à des niveaux sonores dangereux pour notre oreille.

Dans la réalisation des tests audiométriques, nous pouvons nous interroger sur la fiabilité des résultats étant donné le faible échantillonnage. Les résultats ne peuvent en effet être considérés comme représentatifs.

De plus, il conviendrait antérieurement de réaliser une étude personnalisée de l'audition de chaque enseignant (examen ORL notamment) (15) ainsi qu'un questionnaire sur d'éventuels antécédents de pathologies ou sur les habitudes de vie (discothèque, courses de voitures, plongée...) (5).

De même, il serait peut être intéressant de distinguer la part du bruit généré par les travaux pratiques de celle perçue quotidiennement par tout un chacun (20). Comment distinguer la part de chaque facteur ? Toutes les études ont été confrontées à cette difficulté (26). Même si nous avons vu que dans certaines (7) des facteurs correctifs sont mis en place statistiquement, il serait intéressant de rechercher un moyen encore plus fiable pour faire la part des choses.

Il convient aussi de noter la variabilité des thèmes des TP et donc la variabilité du niveau sonore. En effet, toutes les manipulations étant différentes, les étudiants utilisent plus ou moins les instruments rotatifs. De même, on peut penser qu'il serait intéressant de voir si une différence majeure de niveaux sonores entre les promotions d'étudiants existe. Dans notre étude, les niveaux sonores ne nous ont pas semblé présenter de différences importantes selon les promotions (TP 1 réalisé par des cinquième année, TP 2/3/5/6 par des troisième année et TP 4 par des deuxième année) mais il est vrai que nous ne disposons pas d'un échantillon assez conséquent pour cela. Si l'on voulait être plus précis, il conviendrait d'analyser davantage de séances.

Néanmoins, lors de ces six TP, nous n'avons pas enregistré de différence majeure.

Il serait également intéressant de comparer les niveaux sonores enregistrés au niveau des enseignants et au niveau des étudiants eux mêmes afin de pouvoir proposer des solutions précoces dès le stade d'étudiant en chirurgie-dentaire.

Enfin, des systèmes de dosimètres pour quantifier le son, au même titre que les dosimètres mesurant les rayons X pourrait se développer (9).

Cette expérience doit donc nous permettre de poursuivre les travaux.

Nous nous sommes également renseignés sur les nombreuses études réalisées sur le bruit en cabinet dentaire auprès des chirurgiens-dentistes travaillant quotidiennement avec turbine, contre-angle, pièce à main, ultrason, aspiration, aspiration chirurgicale... Celles-ci ont soulevé un point intéressant. Une oreille peut être plus affectée que l'autre selon la position de la tête par rapport à l'instrument rotatif (20). Ainsi un dentiste droitier souffrira d'une perte auditive plus grande au niveau de l'oreille gauche qui est plus près de l'instrument rotatif et inversement pour les dentistes gauchers (14, 21).

De nombreuses études ont été réalisées sur le bruit en cabinet dentaire mais aucune ne s'accorde sur la conclusion.

En 1960, les études (27) et (28), tenaient pour responsable de la perte auditive, le niveau sonore présent en cabinet.

Puis en 1978, l'une d'elle démontrait l'absence de différence significative de perte auditive chez les dentistes en comparaison d'un groupe témoin (29), celle-ci montrait alors que le principal facteur de perte acoustique était le facteur âge.

D'autres (30, 31), en 1990, expliquent que le risque est faible si l'on utilise des appareils modernes dans de bonnes conditions. Une autre enfin (32), démontre une relation de cause à effet entre la perte auditive et le fait de pratiquer la chirurgie-dentaire.

Une dernière étude (21) explique également que les dentistes en cabinet sont moins exposés que les prothésistes. La cavité buccale des patients est décrite comme absorbante des hautes fréquences émises par les rotatifs.

Aujourd'hui le bruit n'est pas considéré comme dangereux à l'exception de quelques pics sonores (cris d'enfants (31) ou pic intense lors de la taille de métal par exemple (21)) de courtes durées.

Nous voyons ainsi que la littérature est certes nombreuse, mais que les résultats sont souvent contraires et non concluants. Les travaux doivent continuer autant dans les cabinets dentaires que dans les facultés.

3 Comment se protéger des nuisances sonores en dentisterie

3.1 Effets sanitaires sur la santé

Le bruit agit sur l'appareil acoustique mais pas seulement. Il influe aussi sur notre organisme tout entier.

On classe ses conséquences en deux catégories ; les effets directs, que l'on voit apparaître au niveau de l'audition (effets auditifs), et les signes extra-auditifs qui concernent l'organisme dans son ensemble (9, 18, 33).

3.1.1 Les effets du bruit sur l'audition

Ces effets auditifs (9, 18, 33) sont spécifiques d'une exposition au bruit.

On distingue :

- La fatigue auditive : c'est une diminution de la sensibilité auditive durant un intervalle de temps limité et après la fin de l'exposition sonore.
- Les surdités réversibles ou irréversibles, partielles ou totales (23).
- Les acouphènes : ce sont des sifflements perçus au niveau de l'oreille interne. Ils sont généralement temporaires après la stimulation acoustique.

3.1.2 Les effets extra-auditifs

Ces effets (9, 10, 18, 33) ne sont pas spécifiques d'une exposition au bruit mais leur survenue est majorée en cas d'exposition sonore.

On distingue d'une part les effets biologiques et d'autre part les effets subjectifs ou comportementaux.

Les effets biologiques entraînés par une exposition chronique au bruit sont des affections au niveau :

- système cardio-vasculaire : augmentation de la fréquence cardiaque, augmentation de la tension artérielle (5), constriction des vaisseaux sanguins ;
- système respiratoire : augmentation de la fréquence respiratoire ;
- système endocrinien ;
- système digestif : affaiblissement du transit intestinal, modification de la composition des sucs gastriques (favorise la formation d'ulcère) ;
- système immunitaire : diminution des défenses immunitaires ;
- système nerveux et psychisme : le bruit est reconnu comme nuisance principale chez les personnes présentant un état anxio-dépressif.

Une étude anglaise (34) révèle que le nombre de personne reçu en service psychiatrique augmente en même temps que l'exposition au bruit du trafic.

Des résultats similaires ont été observés au Danemark, autour de l'aéroport de Copenhague, où les consultations et les hospitalisations en service psychiatrique sont nettement plus nombreuses dans les zones exposées au bruit que dans les zones témoins.

De plus, la consommation de tranquillisants montre une différence comparable entre les zones comparées, l'exposition au bruit entraînant une surconsommation de ces produits (7). Les nuisances sonores sont reconnues comme agent générateur de stress.

L'étude s'interroge également sur la difficulté de différencier l'influence même du bruit dans ces troubles de l'influence d'autres facteurs (santé mentale, facteurs socio-économiques ou autre). Il reste très difficile de quantifier la part de chaque élément dans ce processus.

Nous notons que ces effets biologiques peuvent apparaître rapidement ou à l'inverse, apparaître à plus long terme.

LES EFFETS A COURT TERME DES EFFETS BIOLOGIQUES

L'appareil digestif présente des troubles gastro-intestinaux ;

L'appareil cardio-circulatoire présente une augmentation du rythme cardiaque, une augmentation de la tension artérielle et une vasoconstriction des vaisseaux sanguins ;

L'appareil cérébral est présente des difficultés de concentration et de mémorisation, agitation et nervosité, réduction du champ visuel.

LES EFFETS A LONG TERME DES EFFETS BIOLOGIQUES

Ce sont les effets à court terme dans un stade plus avancé (5, 20).

L'augmentation de la tension artérielle devient progressivement hypertension artérielle chronique, les troubles de l'appareil cérébral se transforment en anxiété, insomnie, fatigue intense, comportement dépressif, agressif, présence de vertiges...

Cependant, ces troubles ne conduisent pas à des lésions irréversibles des organes atteints.

D'autre part, les effets subjectifs ou comportementaux (10) sont manifestés par une gêne, un changement dans l'attitude ou le comportement, une diminution des performances, des difficultés dans la communication et dans la concentration.

3.2 Facteurs influents sur la dangerosité du bruit

Le bruit peut être plus ou moins néfaste. De nombreux paramètres interviennent.

Tout d'abord on distingue le bruit à un niveau très intense mais de courte durée et l'exposition chronique à un bruit moins intense mais qui perdure (microtraumatismes répétés).

Un traumatisme sonore peut donc avoir une origine chronique : l'oreille interne est atteinte progressivement, lentement et sans réelle douleur (5), la personne ne se rend compte de la perte auditive qu'à un stade très avancé (18, 35). C'est un processus qui se développe en 3 phases :

- mort des cellules sensibles de la cochlée par le son excessif, celles-ci sont alors remplacées par du tissu cicatriciel ;
- après des jours ou parfois même des années d'exposition, la perte auditive se décèle grâce aux analyses ;
- mais ce n'est qu'après que le patient devient conscient du problème et consulte enfin.

Ou bien, un traumatisme sonore peut avoir pour origine une exposition aigue c'est à dire un niveau sonore très important mais de courte durée.

Les facteurs qui influent sur la dangerosité du bruit sont nombreux :

- la fréquence du son : à intensité équivalente, un son aigu (fréquence plus importante) est plus néfaste qu'un son grave (10, 16, 36) ;
- la pureté du son : plus un son est pur (onde sinusoïdale) et plus il est traumatisant ;
- l'intensité du son : plus l'intensité est élevée et plus le son est néfaste (10, 17, 36) ;
- l'émergence du son et son rythme : lorsqu'un bruit est inattendu et soudain, il est plus nocif pour notre oreille qu'un bruit continu ;
- le nombre de source sonore : plus le nombre de source sonore augmente, plus le danger du bruit augmente ;

- la durée du bruit : plus la durée d'exposition à un bruit augmente et plus le nombre de lésion sera importante pour une intensité équivalente (23). Les intervalles de période de « repos » sont également un facteur important (10, 15, 16, 17, 36). Pour l'étude (5), la perte auditive est décelée après dix ans de travail quotidien en cabinet au minimum ;
- la période : un bruit qui se répète régulièrement est moins néfaste ;
- des variations individuelles multifactorielles interviennent : l'âge, le sexe, la sensibilité, la condition physique, les antécédents familiaux, les antécédents infectieux de la sphère ORL (otites à répétition), les antécédents de traumatismes crâniens (10, 15, 20, 36)...
- la distance entre la source génératrice de bruit et l'oreille : plus la distance est faible et plus l'oreille est sollicitée (10, 17).

3.3 Protections auditives

Il existe diverses sortes de protections auditives.

Tout d'abord, différencions les protections « collectives », qui concernent les éléments extérieurs à l'oreille elle-même, des protections strictement individuelles.

Les protections dites « collectives » sont les suivantes :

- isoler convenablement la pièce des bruits extérieurs mais également grâce à des matériaux absorbants pour les sons émis à l'intérieur de celle-ci (10, 23). Il convient également de revêtir les fenêtres de double vitrage autant que possible (8, 20) ;
- les compresseurs et moteurs doivent se situer préférentiellement à l'extérieur de la salle et dans une pièce insonorisée (9, 20);
- pour réduire au maximum le bruit à la source, choisir des équipements les plus silencieux. Les fabricants innovent et proposent aujourd'hui des instruments moins bruyants (9). Il existe par exemple un système de filtre actif autour de certaines turbines créé dans le but de diminuer les impulsions sonores qu'elles émettent jusqu'à 20 décibels (37).
- entretenir régulièrement et contrôler le matériel (23). On évite ainsi la création de bruits parasites liés à l'usure des pièces. Graisser et lubrifier les instruments rotatifs régulièrement (9, 17). Instruments rotatifs récents moins bruyants (10, 20, 30).
De très nombreuses études s'accordent sur ce point (21, 31, 38, 39) et considèrent l'instrument ancien dès lors qu'il a plus d'un an.
Contrôler également la qualité des fraises et autres instruments sur rotatifs. Plus la maintenance sera régulière et les réparations des appareils précoces et plus le matériel aura une durée de vie importante mais également un confort acoustique meilleur pour nos oreilles (10, 21) ;
- limiter les temps d'exposition, le mieux est de pouvoir alterner période de travail à l'aide des rotatifs et période de « repos » ou les enseignants donneraient des indications complémentaires sur le TP en cours de réalisation par exemple (17) ;

- informer enseignants et étudiants de cette problématique ainsi que des protections existantes, la prévention (23) et le dépistage précoce sont indispensables de nos jours (18) ;

Les protections auditives individuelles existantes aujourd'hui sur le marché sont également nombreuses (17, 18, 20, 23) et permettent d'atténuer continuellement le bruit:

- bouchons auriculaires : en cire, en mousse condensée, en mousse expansée, avec atténuateur, avec valve ou filtre acoustique, sur mesure par empreinte silicone avec ou sans cordon de préhension, avec système électronique pour diminuer sélectivement certaines fréquences (40) etc. ;
- casque serre-tête antibruit ;
- prothèse auditive.

Le choix de la meilleure protection individuelle est à évaluer tout d'abord après un examen ORL. C'est ce médecin qui conseillera alors la meilleure solution pour que le bruit au quotidien soit facilement supportable.

Mais comme dans de nombreux domaines, la meilleure des protections reste la prévention. C'est pourquoi un bilan auditif devrait être réalisé avant l'entrée dans les études de chirurgien-dentiste. Celui-ci permettrait de dépister les troubles précoces mais surtout de délivrer les conseils de prévention que nous avons développé ci-dessus.

La différence principale entre ces moyens de protection est que les obturateurs d'oreille (bouchons) pénètrent dans le conduit auditif externe alors que le casque recouvre entièrement l'oreille externe (18). Les bouchons atténuent plus les hautes fréquences alors que les casques diminuent davantage les basses fréquences ; notons qu'il est possible de combiner les deux types de protections. Ils peuvent diminuer le niveau sonore jusqu'à 35 dB(A).

Des protections sur-mesure permettent de diminuer le niveau sonore des équipements rotatifs ressenti par l'oreille humaine tout en permettant d'entendre les sons émis par les personnes se trouvant à proximité. Ceci est déjà utilisé par de nombreux musiciens et s'applique très bien au domaine de l'odontologie (41).

Il convient ensuite d'effectuer des bilans annuels réguliers chez le médecin ORL (9, 16, 17, 18, 20, 21, 23), au même titre que chez le médecin ophtalmologue ou encore chez le chirurgien-dentiste !

Conclusion

Cette étude nous a permise d'étudier le bruit généré par les étudiants travaillant lors des travaux pratiques d'odontologie.

Les résultats nous ont appris que le seuil de danger pour notre oreille n'était pas atteint contrairement à notre ressenti.

Nous nous sommes également confrontés aux contraintes méthodologiques rencontrées dans de nombreux protocoles d'études sur l'audition en raison de la variabilité des facteurs intervenants.

Néanmoins, nous savons aujourd'hui qu'il est important de se préserver du bruit.

Celui-ci est aujourd'hui un facteur omniprésent, que ce soit dans notre métier ou dans la vie de tous les jours. C'est un facteur polluant de l'environnement.

Il convient donc de mettre en place, le plus précocement possible, des tests de dépistage d'éventuels problèmes acoustiques pour pouvoir ensuite adapter une protection individuelle adéquate, du stade d'étudiant à celui de docteur en chirurgie-dentaire en passant par le stade d'enseignant.

Bibliographie

- (1). E. Binhas, A. Jeanson et JM. Kubler, « Problèmes visuels et sonores au cabinet dentaire : solution pour une vision et une acuité auditive optimales », *EMC (Paris), Traité d'odontologie*, 2000 ; 23-841-A-05.
- (2). ED. Schubert, PD. Bloomington and IA. Glorig, « Noise exposure from dental drills », *Journal of the American Dental Association*, 1963; 66: 751-757.
- (3). Pr Perdrisot, « Physique : acoustique », *cours de Pcem1 (Poitiers)*, 2006 ; 1-65.
- (4). Organisation Mondiale de la santé (page consultée le 07/10/13), OMS, « 10 faits sur la surdité », www.who.int/fr/.
- (5). G. A. Messano and S. Petti, "General dental practitioners and hearing impairment," *Journal of dentistry*, vol. 40, no. 10, pp. 821-8, Oct. 2012.
- (6). A. Abuabara and F. Rieger, « Impact of exposure to occupational noise on hearing and blood pressure: a review », *Journal of Dental Clinics and Research*, Curitiba, 2006, v.2, n.3, p. 215-222.
- (7). P. Meunier et C. Bouillon, « Rapport d'information sur les nuisances sonores », *Assemblée Nationale, rapport au nom de la commission du développement durable et de l'aménagement du territoire*, n°3592, 2011, 176p.
- (8). F. Legent, P. Bordure, C. Calais et O. Malard, « Audiologie pratique. Manuel pratique des tests de l'audition », Masson (Paris) 2002.

(9). P.R. Kumar, P. Sharma, N. Kalavathy, and K. R. Kashinath, « Hearing Damage and it 's Prevention in Dental Practice», *Journal of Dental Sciences and Research*, 2011; Vol. 2, Issue 2: 32-35.

(10). J. C. Sampaio Fernandes, A. P. O. Carvalho, M. Gallas, P. Vaz, and P. A. Matos, "Noise levels in dental schools," *European journal of dental education official journal of the Association for Dental Education in Europe*, vol. 10, no. 1, pp. 32-37, 2006.

(11). CIBD (Centre d'information et de documentation sur le bruit), « Le bruit : sensibilisation à l'environnement sonore », *Les guides du Conseil National du bruit*, 2002-2013.

(12). Ministère de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement, « Décret n° 2006-892 du 19 juillet 2006 relatif aux prescriptions de sécurité et de santé », *Journal Officiel n° 166*, 2006, texte n° 14, p10905.

(13). Le ministre de l'intérieur, de la sécurité intérieure et des libertés locales, le ministre de l'équipement, des transports, du logement, du tourisme et de la mer, la ministre de l'écologie et du développement durable et le ministre de la santé, de la famille et des personnes handicapées, « Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement, article 5 », NOR: DEVP0320067A, version consolidée au 28 mai 2003.

(14). H. Zubick, A. Tolentino, and J. Boffa, « Hearing loss and the high speed dental handpiece», *American journal of public health*, vol. 70, no. 6, pp. 633-5, Jun. 1980.

(15). M. K. M. Daud, N. F. M. Noh, D. S. Sidek, N. Abd Rahman, N. Abd Rani, and M. N. Zakaria, "Screening of dental staff nurses for noise induced hearing loss," *B-Ent*, vol. 7, no. 4. pp. 245-9, Jan-2011.

(16). H. C. Altinöz, R. Gökbudak, A. Bayraktar, and S. Belli, "A pilot study of measurement of the frequency of sounds emitted by high-speed dental air turbines," *Journal of oral science*, vol. 43, no. 3, pp. 189-92, Sep. 2001.

- (17). S. Berek, O. Adam, and J. F. Motsch, "Large band spectral analysis and harmful risks of dental turbines," *Clinical oral investigations*, vol. 3, no. 1, pp. 49-54, Mar. 1999.
- (18). S. Kadanakuppe, P. K. Bhat, C. Jyothi, and C. Ramegowda, "Assessment of noise levels of the equipments used in the dental teaching institution, Bangalore," *Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research*, vol. 22, no. 3, pp. 424-31.
- (19). S. Bahannan, A. A. el-Hamid, and A. Bahnassy, "Noise level of dental handpieces and laboratory engines," *The Journal of prosthetic dentistry*, vol. 70, no. 4, pp. 356-60, Oct. 1993.
- (20). J. M. Hyson, "The air turbine and hearing loss: are dentists at risk?," *Journal of the American Dental Association (1939)*, vol. 133, no. 12, pp. 1639-42, Dec. 2002.
- (21). E. Sorainen and E. Rytkönen, "Noise level and ultrasound spectra during burring," *Clinical oral investigations*, vol. 6, no. 3, pp. 133-6, Sep. 2002.
- (22). J. C. Setcos and A. Mahyuddin, "Noise levels encountered in dental clinical and laboratory practice," *The International journal of prosthodontics*, vol. 11, no. 2, pp. 150-7.
- (23). S. Singh, R. Singh Gambhir, G. Singh, S. Sharma, A. Kaur, « Noise levels in a dental teaching institute - A matter of concern! », *Journal of clinical and experimental dentistry*, 2012; 4(3): e141-5.
- (24). A. Dutta, K. Mala and SR. Acharya, « Sound levels in conservative dentistry and endodontics clinic », *Journal of Conservative Dentistry*, 2013 ; 16(2): 121–125.
- (25). M. Cucherat, "Interprétation des essais cliniques pour la pratique médicale", Faculté de Médecine Lyon-Laennec, aout 2009.

- (26). L. Collet, C. Micheyl et E. Veuillet, « Variabilité et plasticité de l'audition humaine de l'adulte: modèle du cochléo-lésé », *CNRS UMR 5020, "Neurosciences et Systèmes Sensoriels", CNRS GDR 2213 "Prothèses auditives", Université Claude Bernard Lyon I et service d'explorations fonctionnelles ORL, Hôpital Edouard Herriot, Lyon.*
- (27). ED. Schubert, A. Glorig, « Noise exposure from dental drills », *Journal of the American Dental Association*, 1963 ; 66:751-7.
- (28). MA. Weatherton, RE. Melton, WW. Burns, « The effects of dental drill noise on the hearing of dentists », *Journal of the Tennessee Dental Association*, 1972; 52:305-8.
- (29). B. Forman-Franco, AL. Abramson and T. Stein, « High speed drill noise and hearing : audiometric survey of 70 dentists », *Journal of the American Dental Association*, 1978; 97: 479-82.
- (30). CE. Wilson, TK. Vaidyanathan, WR. Cinotti, SM. Cohen and SJ. Wang, « Hearing-damage risk and communication interference in dental practice », *Journal of Dental Research*, 1990; 69: 489-93.
- (31). K. Jadid, U. Kein and D. Meinke, « Assessment of noise exposures in a pediatric dentistry residency clinic », *Pediatric Dentistry*, 2011; 33:343-8.
- (32). DA. Fabry, « Hearing loss as occupational hazard », *Northwest Dent*, 1995 ; 74(1): 29-32.
- (33). A. Bell, « Le bruit : risque pour la santé du travailleur et nuisance publique », *OMS Genève 1967*, 139p.
- (34). G. Watkins, A. Tarnopolsky and LM. Jenkins, « Aircraft noise and mental health: II. Use of medicines and health care services », *Psychological Medicine*, 11, p.155-168 (1981).
- (35). N. Sheldon and H. Sokol, « Dental drill noise and hearing conservation », *New York State Dental Journal*, 1984; 50: 557-61.

- (36). Council on Dental Materials and Devices, « Noise control in the dental operator », *Journal of the American Dental Association*, 1974 ; 89: 1384-5.
- (37). E. Kaymak, M. Atherton, K. Rotter and B. Millar, « Active noise control on high frequency narrow band dental drill noise: Preliminary results », *The University of New South Wales -14th International Congress on Sound & Vibration*, Cairns, Australia, 2007, 26.
- (38). DM. Monaghan, NH. Wilson and BW. Darvell, « The performance of air-turbine handpieces in general dental practice », *Operative Dentistry*, 2005; 30:16–25.
- (39). DL. Leonard and DG. Charlton, « Performance of high-speed dental hand pieces subjected to simulated clinical use and sterilization », *Journal of the American Dental Association*, 1999; 130:1301–11.
- (40). J. Nizard, « Le traumatisme sonore en milieu professionnel : l'exemple des chirurgiens-dentistes », *Les cahiers de l'audition*, 2010, Vol. 23, N°4, 11-17.
- (41). R. Mervine, « Noise-induced hearing loss in dental offices », *www.ineedce.com*, The Academy of Dental Therapeutics and Stomatology.

Table des illustrations

(a). « Schématisation de l'oreille humaine », www.lyc-briand-gap.ac-aixmarseille.fr/tpe_2003_2004/les_sons/l'oreille.htm

(b). « Durées d'exposition quotidienne au bruit nécessitant une action », Ministère de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement, « Décret n° 2006-892 du 19 juillet 2006 relatif aux prescriptions de sécurité et de santé », *Journal Officiel n° 166*, 20 juillet 2006, texte n° 14, p10905.

(c). « Echelle du bruit », CIBD (Centre d'information et de documentation sur le bruit), « Le bruit : sensibilisation à l'environnement sonore », *Les guides du Conseil National du bruit*, 2002-2013, p6.

(d). « Plan de la salle de travaux pratiques », illustration créée.

(e). « Durée de réverbération moyenne selon les locaux », le ministre de l'intérieur, de la sécurité intérieure et des libertés locales, le ministre de l'équipement, des transports, du logement, du tourisme et de la mer, la ministre de l'écologie et du développement durable et le ministre de la santé, de la famille et des personnes handicapées, « Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement, article 5 », NOR: DEVP0320067A, version consolidée au 28 mai 2003.

(f). « Exemple de sonomètre n°1, IEC 651 TYPE II », www.solutions-elastomeres.com

(g). « Exemple de sonomètre n°2, intégrateur classe I », www.hellopro.fr/sonometres

Vu, le Président du Jury,

Date, Signature :

Vu, le Directeur de l'U.F.R des Sciences Odontologiques,

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature :

Étude de l'environnement sonore des travaux pratiques d'odontologie et de son impact sur l'audition du corps enseignant

Le bruit est un facteur quotidien avec lequel le chirurgien-dentiste actuel doit composer.

Dans cette étude nous nous sommes intéressés à la pollution sonore d'un milieu particulier de l'activité de chirurgien-dentiste: une salle de travaux pratiques dans une faculté d'odontologie.

L'objectif était de savoir si les nuisances sonores pouvaient dépasser les seuils réglementaires de la législation.

A travers l'utilisation de deux outils différents nous avons relevés des valeurs inférieures aux seuils règlementaires.

Néanmoins nous avons été confrontés à des contraintes méthodologiques qu'il serait intéressant d'améliorer dans le but de réitérer cette expérience à une échelle plus importante.

L'évolution des technologies actuelles n'a pas encore amené de grandes révolutions dans le domaine de la réduction de la pollution sonore dans ce secteur d'activité. Pourtant, même si les niveaux sonores enregistrés n'atteignent pas les seuils règlementaires pour lesquels des actions préventives sont obligatoires, le bruit n'en demeure pas moins désagréable et source de maux divers.

Nous avons donc conclu qu'une action préventive précoce, dès l'entrée dans le cursus des études de chirurgien-dentiste pourrait être intéressante. D'autres expériences avec des protocoles et instruments de mesure différents doivent permettre d'avancer sur ce thème.

Mots Clés : Bruit, sonomètre, réglementation, prévention

Study of sound environment in odontology practicals and its impact on the hearing faculty of teaching profession

Noise is an usual problem for dental surgeons. Their practice is exposed everyday to this factor.

Our aim was to answer a very major question about noise in dental surgeon activities during students tutorials : does this factor have an influence on dental surgeons' health ? With two differents measurement tools, we found that noise results were below rules. However, our methods need to be improved, for our conclusions to be more reliable.

For now, there is no major technologic evolution to protect the hearing. Even if our study results seems to conclude that the noises of dental environment are harmless, this kind of pollution remains very unpleasant.

We have concluded that it should be interesting to inform new dental surgeon students about this potential discomfort. Others researchs with news tools and protocols should improve noise pollution results.

Keywords: noise, sound level meter, rules, prevention

Auteur : Julie MOUSQUES

Titre : Étude de l'environnement sonore des travaux pratiques d'odontologie et de son impact sur l'audition du corps enseignant

Collège des Sciences de la Santé

Université de Bordeaux, UFR des Sciences Odontologiques

16-20 cours de la Marne

33082 BORDEAUX

