

UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTÉ DE SANTÉ – DÉPARTEMENT D'ODONTOLOGIE

ANNÉE 2022

2022 TOU3 3055

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par

Anne-Charlotte DESMORAT

Le 10 Novembre 2022

**PERCEPTIONS SONORES ET SANTÉ AUDITIVE AU CABINET
DENTAIRE : ANALYSE ET SOLUTIONS**

Co-directrice de thèse / Co-directeur de thèse
Dr. Constance CUNY – Pr. Florent DESTRUHAUT

JURY

Président :

Pr. Florent DESTRUHAUT

1^{er} assesseur :

Dr. Thibault CANCEILL

2^{ème} assesseur :

Dr. Antoine GALIBOURG

3^{ème} assesseure :

Dr. Constance CUNY



**UNIVERSITÉ
TOULOUSE III**
PAUL SABATIER



Université
de Toulouse

Faculté de santé
Département d'Odontologie

➔ DIRECTION

Doyen de la Faculté de Santé

M. Philippe POMAR

Vice Doyenne de la Faculté de Santé

Directrice du Département d'Odontologie

Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN

Directeurs Adjoints

Mme Sarah COUSTY

M. Florent DESTRUHAUT

Directrice Administrative

Mme Muriel VERDAGUER

Présidente du Comité Scientifique

Mme Cathy NABET

➔ HONORARIAT

Doyens honoraires

M. Jean LAGARRIGUE +

M. Jean-Philippe LODTER +

M. Gérard PALOUDIER

M. Michel SIXOU

M. Henri SOULET

Chargés de mission

M. Karim NASR (*Innovation Pédagogique*)

M. Olivier HAMEL (*Maillage Territorial*)

M. Franck DIEMER (*Formation Continue*)

M. Philippe KEMOUN (*Stratégie Immobilière*)

M. Paul MONSARRAT (*Intelligence Artificielle*)

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention

56.01 ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE et ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE (Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER)

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeurs d'Université : Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER, M. Frédéric VAYSSE

Maîtres de Conférences : Mme Emmanuelle NOIRRI-ESCLASSAN, Mme Marie- Cécile VALERA, M. Mathieu MARTY

Assistants : Mme Marion GUY-VERGER,

Adjoints d'Enseignement : M. Sébastien DOMINE, M. Robin BENETAH, M. Mathieu TESTE,

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : M. Pascal BARON, Mme Christiane LODTER, M. Maxime ROTENBERG

Assistants : M. Vincent VIDAL-ROSSET, Mme Carole VARGAS

Adjoints d'Enseignement : Mme. Isabelle ARAGON

56.02 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE (Mme NABET Catherine)

Professeurs d'Université : M. Michel SIXOU, Mme Catherine NABET, M. Olivier HAMEL, M. Jean-Noël VERGNES

Assistante : Mme Géromine FOURNIER

Adjoints d'Enseignement : M. Alain DURAND, Mlle. Sacha BARON, M. Romain LAGARD, M. Jean-Philippe GATIGNOL

Mme Carole KANJ, Mme Mylène VINCENT-BERTHOUMIEUX, M. Christophe BEDOS

Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE (M. Philippe KEMOUN)

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : Mme Sara LAURENCIN- DALICIEUX, Mme Alexia VINEL, Mme. Charlotte THOMAS

Assistants : M. Jeffrey DURAN

Adjoints d'Enseignement : M. Loïc CALVO, M. Christophe LAFFORGUE, M. Antoine SANCIER, M. Ronan BARRE ,

Mme Myriam KADDECH, M. Matthieu RIMBERT,

CHIRURGIE ORALE

Professeur d'Université : Mme Sarah COUSTY
Maîtres de Conférences : M. Philippe CAMPAN, M. Bruno COURTOIS
Assistants : M. Clément CAMBRONNE
Adjoints d'Enseignement : M. Gabriel FAUXPOINT, M. Arnaud L'HOMME, Mme Marie-Pierre LABADIE, M. Luc RAYNALDY,
M. Jérôme SALEFRANQUE,

BIOLOGIE ORALE

Professeurs d'Université : M. Philippe KEMOUN, M. Vincent BLASCO-BAQUE
Maîtres de Conférences : M. Pierre-Pascal POULET, M. Matthieu MINTY
Assistants : Mme Chiara CECCHIN-ALBERTONI, M. Maxime LUIS, Mme Valentine BAYLET GALY-CASSIT
Adjoints d'Enseignement : M. Mathieu FRANC, M. Hugo BARRAGUE, M. Olivier DENY

Section CNU 58 : Réhabilitation Orale

58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX (M. Franck DIEMER)

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

Professeur d'Université : M. Franck DIEMER
Maîtres de Conférences : M. Philippe GUIGNES, Mme Marie GURGEL-GEORGELIN, Mme Delphine MARET-COMTESSE
Assistants : M. Sylvain GAILLAC, Mme Sophie BARRERE, Mme. Manon SAUCOURT, M. Ludovic PELLETIER
M. Nicolas ALAUX, M. Vincent SUAREZ
Adjoints d'Enseignement : M. Eric BALGUERIE, M. Jean-Philippe MALLET, M. Rami HAMDAN, M. Romain DUCASSE,
Mme Lucie RAPP

PROTHÈSES

Professeurs d'Université : M. Philippe POMAR, M. Florent DESTRUHAUT,
Maîtres de Conférences : M. Rémi ESCLASSAN, M. Antoine GALIBOURG,
Assistants : Mme Margaux BROUTIN, Mme Coralie BATAILLE, Mme Mathilde HOURSET, Mme Constance CUNY
M. Julien GRIFFE
Adjoints d'Enseignement : M. Christophe GHRENASSIA, Mme Marie-Hélène LACOSTE-FERRE, M. Olivier LE GAC, M. Jean-
Claude COMBADAZOU, M. Bertrand ARCAUTE, M. Fabien LEMAGNER, M. Eric SOLYOM,
M. Michel KNAFO, M. Alexandre HEGO DEVEZA, M. Victor EMONET-DENAND M. Thierry DENIS,
M. Thibault YAGUE

FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Professeur d'Université : Mr. Paul MONSARRAT
Maîtres de Conférences : Mme Sabine JONJOT, M. Karim NASR, M. Thibault CANCEILL
Assistants : M. Julien DELRIEU, M. Paul PAGES, Mme. Julie FRANKEL
Adjoints d'Enseignement : Mme Sylvie MAGNE, M. Thierry VERGÉ, M. Damien OSTROWSKI

Mise à jour pour le 01 Octobre 2022

Remerciements

A **Raphaëlle** et **Claire**, les sœurs, mes meilleures amies, merci d’être là pour moi et que l’on soit là les unes pour les autres, tous les jours.

A **Maman**, aimante et toujours présente aux bons moments.

A **Papa**, si prévenant et attentif à ses filles et à **Rosita** pour tes tartes inégalables.

A **Éléonore** et **Louise**, mes petits soleils.

A **Papy des bateaux** pour les jambes et à **Mamie des bateaux** pour les bras.

A **Thibault** et **Mickaël** qui participent au bonheur des sœurs.

A ma famille à qui je pense fort.

A mes ami-es, merci. A **Mathilde**, merci d’être toujours dans ma vie après toutes ses années. To **Ashley** “One thing I can tell you is you got to be free!”. A **Charlotte** qui m’a suivi sur cette autoroute maltaise, à **Léna** qui malgré les détours, connaît la direction, à **Yasmine** ma coloc Lorientaise. A **Maria** et **Maty**, nos jolies rencontres de ce retour à Toulouse et à toutes ces futures soirées fondues. A **Lucie**, **Clémence**, **Inès**, **Rita** et tout mon chœur de femmes, pour m’aider à m’accorder. A **Maéva**, qui me manque. Aux ami-es de la fac et du lycée, **Claire**, **Lola**, **Axel**, **Amélie**, **Elias**, **Nicolas**, **Camille**, **Romain**, et à nos souvenirs.

A ma binôme de choc, **Cécile**, à nos petits thés du matin, à la mamie dans la boîte aux lettres, à la digue qui a sauté, à la recherche de la vraie texture crème fraîche, au road trip dans le Lot, à nos buvettes improvisées et à toutes ces rétros non cotées. Merci pour notre confiance précieuse.

A **Orlane**, merci de faire partie de ma vie, merci pour ton soutien durant la rédaction de cette thèse, merci de me compléter si bien, merci d’être juste toi et que je puisse être juste moi. Je t’aime.

A notre Président du jury et co-directeur de thèse

Monsieur le Professeur Florent DESTRUHAUT

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Directeur adjoint du département d'Odontologie de la Faculté de Santé de l'Université de Toulouse III Paul Sabatier
- Directeur adjoint de l'Unité de Recherche Universitaire EvolSan (Evolution et Santé Orale)
- Habilitation à Diriger des recherches
- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Spécialiste Qualifié « Médecine Bucco-Dentaire »
- Docteur de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales en Anthropologie sociale et historique
- Certificat d'Études Supérieures en Prothèse Maxillo-Faciale
- Certificat d'Études Supérieures en Prothèse Conjointe
- Diplôme Universitaire de Prothèse Complète Clinique de Paris V
- Diplôme universitaire d'approches innovantes en recherche de TOULOUSE III
- Responsable du diplôme universitaire d'occlusodontologie et de réhabilitation de l'appareil manducateur
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Vous nous avez fait l'honneur d'accepter avec enthousiasme de codiriger ce travail de thèse, ainsi que de présider ce jury. Nous vous remercions pour votre disponibilité, vos conseils avisés, votre confiance et pour la grande liberté que vous nous avez accordé tout au long de ce travail.

Veillez trouver dans cet exposé le témoignage de nos vifs remerciements et notre profond respect.

A notre Jury de thèse

Monsieur le Docteur Thibault CANCEILL

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Docteur en sciences des matériaux
- Master 1 Santé Publique
- Master 2 de Physiopathologie
- CES Biomatériaux en Odontologie
- D.U.de conception Fabrication Assisté par ordinateur en Odontologie (CFAO)
- D.U. de Recherche Clinique en Odontologie
- Attestation de Formation aux gestes et Soins d'Urgence Niveau 2

Nous tenons à vous remercier d'honorer notre travail en acceptant de participer à notre jury de thèse, clôturant ces années d'enseignement et de soutien.

Nous vous remercions pour votre enseignement théorique et votre accompagnement tout au long de nos années de cliniques, votre disponibilité et votre bonne humeur. Veuillez trouver dans ce travail, notre plus grand égard.

A notre Jury de thèse :

Monsieur le Docteur Antoine GALIBOURG

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Docteur de l'université Paul Sabatier
- Ingénieur de l'Institut Catholique des Arts et Métiers
- Responsable du Diplôme d'Université d'Implantologie

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous avez fait en acceptant si rapidement de participer à ce jury de thèse.

Veillez trouver dans cet exposé le témoignage de toute notre gratitude et notre profond respect.

A notre Jury et Co-directrice de thèse :

Madame la Docteur Constance CUNY

- Assistante Hospitalo-universitaire d'Odontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Spécialiste qualifiée en Médecine Bucco-Dentaire

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous avez fait en ayant accepté de codiriger ce travail de thèse. Nous nous souviendrons de votre aide attentive et précieuse.

Nous sommes heureuses d'avoir bénéficié de votre soutien. Veuillez trouver dans ce travail notre plus grande considération.

Table des matières

Liste des abréviations	12
Introduction	14
I. Le son, sa perception et ses effets	15
1. Définitions du son et sa perception	15
2. L'oreille	17
2.1. Anatomie et physiologie de l'oreille	17
2.2. Tests auditifs	18
3. Neuro-perception : son et comportement	20
3.1. Les sons aversifs	21
3.2. Les sons agréables	23
4. La perte auditive	25
4.1. Étude sur la perte auditive induite par le bruit chez la souris	25
4.2. La perte auditive chez l'être humain	26
4.3. Conséquences de la perte auditive	27
II. Le bruit, le son et leurs effets au cabinet	29
1. Exemples de sons au cabinet dentaire	29
2. Le bruit en France	35
2.1. Législation et prévention officielle	35
2.2. Impact économique du bruit	38
2.3. Impact du bruit sur notre santé de personne et de praticien-ne	40
3. Dentistes et assistant-es	45
3.1. Témoignages	47
3.2. Altération de l'audition liée à la profession de chirurgien-dentiste	54
4. Les patient-es	60
4.1. Les troubles du spectre autistique	60
4.2. L'hyperacousie	61
4.3. Phonophobie et acouphènes	62
4.4. Le syndrome d'arrêt des antidépresseurs	64

III. Solutions d'adaptation au cabinet dentaire	65
1. Protections auditives individuelles	66
1.1. Caractéristiques nécessaires	66
1.2. Les types de fonctionnement	66
1.3. Les types de formes	67
1.4. Exemples de protections passives et actives	67
2. Utilisation du son en salle de soin : la musique	70
3. Solutions pour limiter la propagation du bruit dans le cabinet	71
3.1. Limiter le bruit des machines	71
3.2. Organisation spatiale	72
3.3. Isolation acoustique	72
3.4. Absorption acoustique	73
4. Solutions pour limiter l'impact auditif des rotatifs	75
4.1. Instrumentation rotative classique	75
4.2. Instrumentation alternative : le laser Erbium YAG	75
5. Prévention grâce au style de vie et de travail	80
5.1. Prévention organisationnelle	80
5.2. Aménagement du cabinet	80
5.3. Amélioration de la qualité de vie grâce à la relaxation	81
6. Imagination personnelle du cabinet du futur	84
Conclusion	87
Bibliographie	89
Sitographie, par ordre alphabétique	95
Table des figures	97
Annexes	99

Liste des abréviations

OEAP : Otoémission Acoustique Provoquée

ORL : Oto-Rhino-Laryngologiste

GABA : Acide gamma-aminobutyrique

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

TP : Travaux Pratiques

DSM-5 : Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux

TSA : Trouble du Spectre Autistique

UFSBD : Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire

PICB : Protection Individuelle Contre le Bruit

SACEM : Société des Auteurs, Compositeurs et Éditeurs de musique

YAG : Grenat d'yttrium-aluminium

Ce travail de thèse est rédigé en écriture inclusive. Elle me semble indispensable du fait de ma trajectoire de vie et ma volonté de retour dans le langage écrit des femmes, à la hauteur de leur implication dans la vie, en tant que citoyennes, patientes, professionnelles et praticiennes.

En vous souhaitant une bonne lecture,

Introduction

Le sujet de cette thèse m'est venu naturellement, lors de mon stage clinique à l'hôpital Rangueil. Avant les travaux de séparation des fauteuils de soins, les boxes n'étaient séparés que par des demi-cloisons et ne possédaient pas de fermeture vers le couloir. Le bruit ambiant était donc particulièrement fort. Étant moi-même hyperacousique, la gêne que je ressentais surpassait de loin celle de ma binôme de clinique. Lorsque, elle aussi, s'est mise à évoquer son malaise, je me suis demandé si nous étions tous·tes affecté·es par l'environnement sonore de nos postes de travail. J'ai donc questionné les autres binômes, et la réponse fût si unanime, que j'ai commencé à m'intéresser aux effets que pourrait avoir ce bruit sur nous, praticien·nes en herbe, potentiellement voué·es à connaître un environnement semblable une quarantaine d'année.

L'ouïe est un sens passif : nous n'avons pas la possibilité de ne pas entendre, contrairement à la vue pour laquelle nous possédons des paupières et la capacité à orienter nos yeux ou de nous retourner. En tant que chirurgien-dentiste, notre activité manuelle génère du bruit, de même que la stérilisation de nos instruments, l'accueil des patients, et les cabinets environnants. Ces bruits sont une source de désagrément pour nos patient·es, qui l'évoquent lorsqu'ils parlent de leurs appréhensions face aux soins. Mais qu'en est-il de nous, praticien·nes, pour qui ce bruit de « petite roulette » peut durer plusieurs heures par jour, et où les ultrasons sont si fréquents ? Quel impact ce bruit, qui semble inévitable, peut-il avoir sur nous, à court, moyen et long terme ? Et si, au-delà du côté désagréable, de réels impacts sur notre santé étaient possible, comment s'en protéger ?

Pour tenter de répondre aux questions qui me taraudaient, nous allons tout d'abord étudier les différents types de sons et la façon dont ils impactent nos oreilles, notre cerveau et notre physiologie. Pour ce faire, vous aurez au fil des pages des QR codes à flasher, pour écouter des sons, plus ou moins agréables, et découvrir vos ressentis face aux effets décrits. Dans un second temps, nous nous recentrerons sur la législation, les effets du bruit sur les chirurgiens-dentistes avec des témoignages de praticien·nes libéraux·ales, et enfin les difficultés ressenties par les patient·es que nous recevons. Pour finir, nous évoquerons les solutions existantes pour nous protéger du bruit, adapter nos pratiques et nos cabinets. Tout au long de ce travail, des encadrés verts feront la synthèse de chaque sous-partie.

I. Le son, sa perception et ses effets

1. Définitions du son et sa perception

Le dictionnaire Larousse définit le son comme une "sensation auditive engendrée par une onde acoustique" ¹. L'être humain est capable de percevoir les vibrations acoustiques selon deux paramètres : la fréquence et l'intensité.

La fréquence d'un son correspond au nombre de vibrations par seconde, et s'exprime en Hertz (Hz). Plus la fréquence augmente, plus le son est aigu. Un faible nombre de vibration par seconde entraîne donc un son grave. L'être humain est généralement capable de percevoir les sons compris entre 20 Hz et 20 000 Hz. Les ondes acoustiques inférieures à cet intervalle sont appelées les infrasons, et les ondes supérieures les ultrasons.

L'intensité, la puissance du son, est engendrée par l'amplitude de l'onde sonore. Une grande amplitude correspond à des sons forts, et inversement. L'intensité sonore s'exprime en W/m^2 , unité peu lisible. On parle donc le plus souvent de **niveau sonore**, exprimé en décibel, noté dB. 0 dB est défini comme le plus faible son audible par l'oreille humaine (sauf exceptions). L'échelle des décibels est une échelle logarithmique donc non linéaire, non proportionnelle. Quand une source sonore est multipliée par deux, l'énergie sonore est deux fois plus importante et pourtant le son n'augmente que de 3 dB : un être humain ne percevra qu'une faible différence. Le passage d'une voiture crée un bruit de 70 dB, donc le passage de 2 voitures entraîne un bruit de 73 dB. Un son augmentant de 10 dB est perçu comme deux fois plus fort, ce qui correspond à multiplier par 10 l'énergie sonore. Un son augmentant de 50 dB est lui perçu comme 30 fois plus fort. ^{2,3}

¹ Dictionnaire Larousse. Définitions : son <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/son/73436>

² « Bruit en milieu de travail - Ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion ». <https://travail-emploi.gouv.fr/sante-au-travail/prevention-des-risques-pour-la-sante-au-travail/autres-dangers-et-risques/article/bruit-en-milieu-de-travail>.

³ Campagne pour une Meilleure Audition. <https://www.pourunemeilleureaudition.fr/2018/02/05/baisse-de-laudition/echelle-du-bruit/>

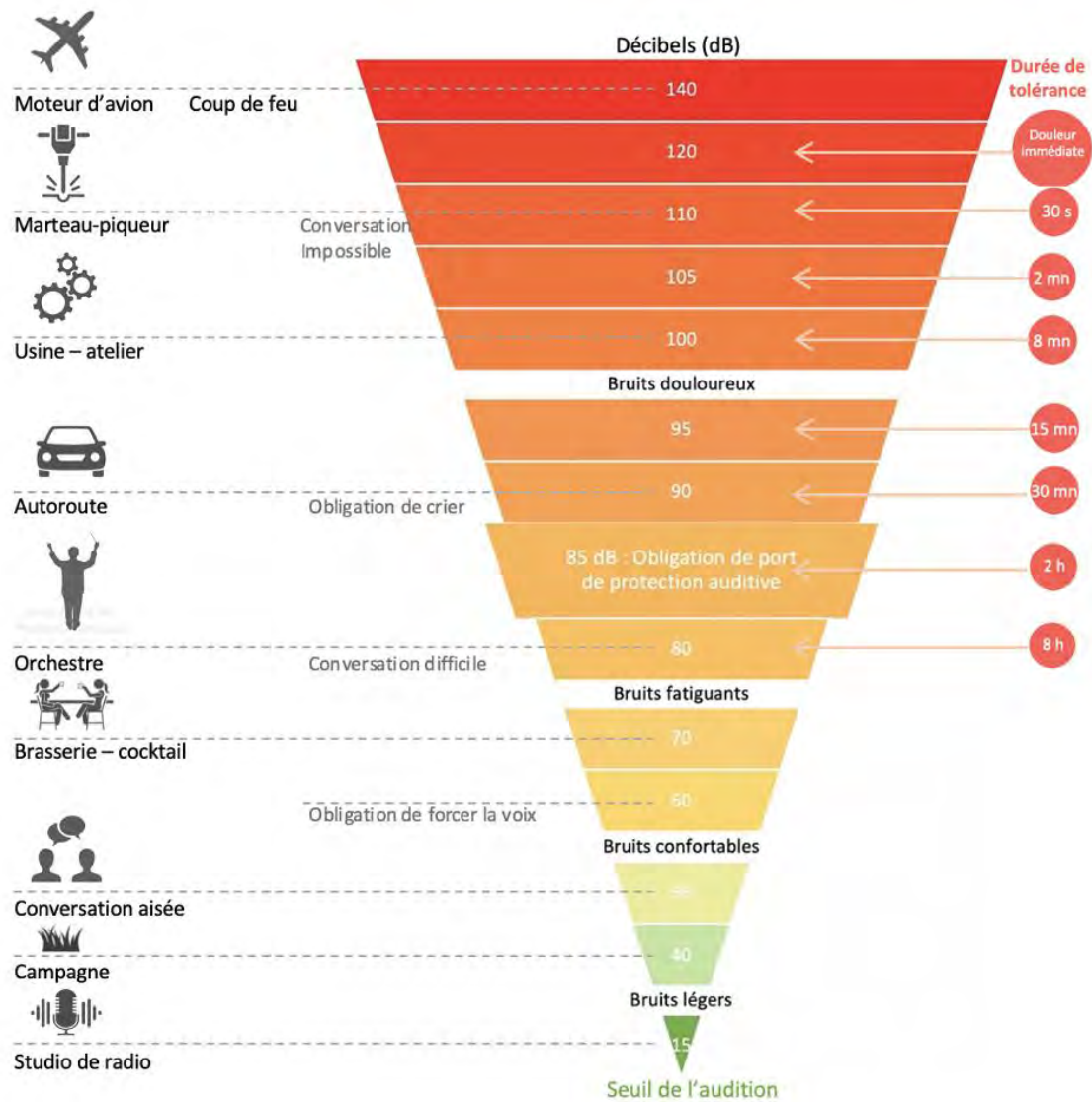


Figure 1. Échelle du bruit : niveaux sonores et durées limites d'exposition, inspirée de Campagne pour une meilleure audition¹

Un bruit est un son qui ne possède pas de fréquence fondamentale. **Un son musical** est créé par une fréquence fondamentale basse, entourée d'harmoniques, qui sont des fréquences multiples de la fondamentale. Le bruit est aussi présent dans la musique créée à partir d'instruments, par la façon dont est produite le son (souffle, archet de violon, etc.). Les vibrations acoustiques nous parviennent et sont traduites par notre système auditif, inégalement sensible aux différentes fréquences.²

¹ Campagne pour une Meilleure Audition, <https://www.pourunemeilleureaudition.fr/2018/02/05/baisse-de-laudition/echelle-du-bruit/>.

² Bruitparif. <https://www.bruitparif.fr/bruitparif/>

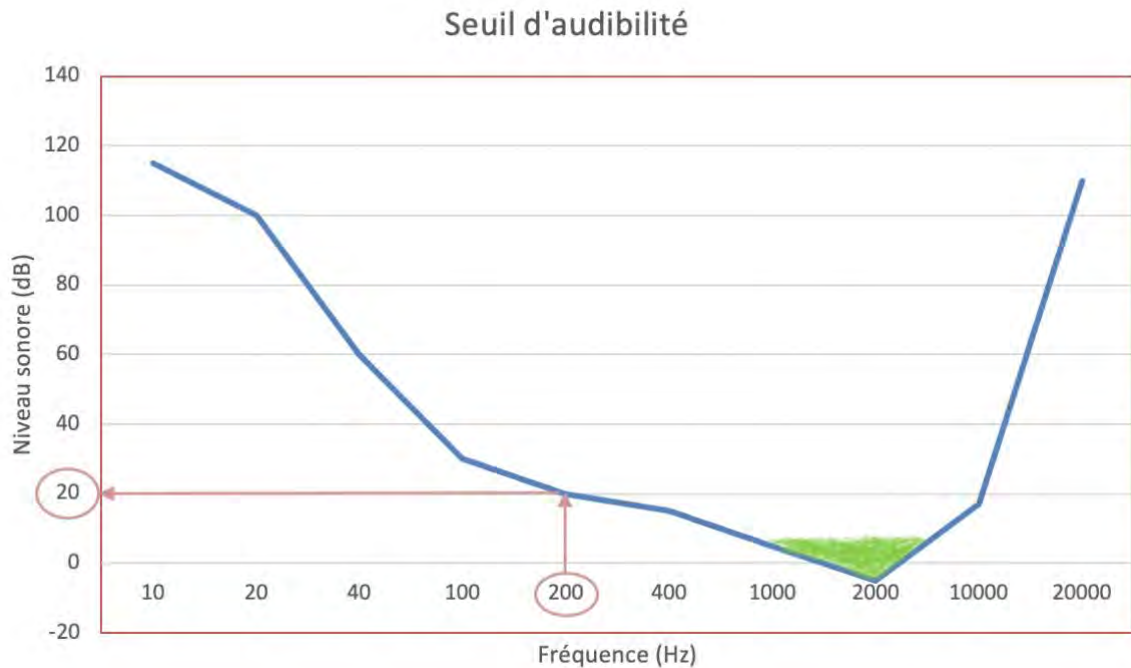


Figure 2. Diagramme du seuil d'audibilité, inspiré de celui de BruitParif¹

A 200 Hz, l'oreille humaine entendra des sons à partir de 20 dB. Comme on peut le voir sur la zone verte, c'est autour de 2000 Hz que l'oreille humaine entend le mieux, ce qui est la zone de fréquence de la voix humaine.

2. L'oreille

2.1. Anatomie et physiologie de l'oreille

L'oreille humaine est divisée en 3 parties : **l'oreille externe** amplifie et concentre le son vers le tympan, **l'oreille moyenne** transmet les vibrations du tympan via les osselets vers les liquides de la cochlée, organe du son de **l'oreille interne**. (1)

Lorsqu'un son de plus de 80 dB et d'une fréquence inférieure à 2000 Hz parvient à l'oreille, le réflexe stapédien se déclenche. C'est un réflexe musculaire involontaire en charge de protéger les cellules de l'oreille interne d'un son grave et très fort. Cependant, ce réflexe est fatigable, limité dans le temps, entre quelques secondes et quelques minutes.

¹ Bruitparif. <https://www.bruitparif.fr/bruitparif/>.

De plus, il ne protégera pas contre un son extrêmement soudain, impulsionnel, car il possède un temps de latence de 30 ms. ¹

Le son est transmis grâce à des cellules ciliées, dont les cils sont entraînés par les mouvements liquidiens de l'oreille interne, et dont les bases sont le relais synaptique des fibres de la branche cochléaire du nerf auditif. Ces cils permettent la discrimination entre des sons graves et aigus en fonction de leur localisation, plus ou moins apicale dans la cochlée. De même, un son plus intense entraînera une vibration plus forte des cils et un influx nerveux plus fréquent permettant de connaître l'intensité sonore. Il existe environ 3500 cellules ciliées par oreille. Elles ne se régénèrent pas si elles meurent, donc on ne peut pas récupérer de l'audition. (2) Des sons forts et soudains, de plus de 80 dB détruisent ces cellules, provoquant des dommages parfois irréparables. (1)

Mais le son n'atteint pas uniquement l'oreille interne par l'extérieur. Il se propage par conduction osseuse à l'intérieur même de nous : c'est **l'ostéophonie**. Les basses fréquences se propagent même mieux dans les os que dans l'air. (3) C'est pourquoi chacun-e de nous perçoit sa voix parlée plus grave que les autres ne la reçoivent, entraînant une gêne lorsque l'on entend un enregistrement de notre propre voix (3). Cette ostéophonie est un phénomène majeur pour nos patient-es, pour qui les vibrations des instruments utilisés au cabinet vont être transmis via le contact dentaire aux os de la mâchoire jusqu'à la cochlée, se surajoutant aux sons perçus par leur oreille externe.

2.2. Tests auditifs

Les tests auditifs expliqués ci-dessous seront évoqués par la suite dans des études, et leurs résultats commentés.

a. **Otoémission acoustique provoquée**

Le mouvement liquidien dans la cochlée, en réponse à une vibration acoustique, crée un bruit enregistrable, appelé OEAP : otoémission acoustique provoquée. L'enregistrement de ce bruit par un-e oto-rhino-laryngologiste (ORL) est caractéristique pour une personne,

¹ « Santé et sécurité au travail - INRS ». <https://www.inrs.fr/>.

pour une oreille donnée, tant qu'aucune modification de la fonction auditive ne survient. Le test simple de la détection de ce bruit permet l'aide au diagnostic de surdité cochléaire chez le nouveau-né, et pour ce qui nous intéresse ici, chez les sujets à risques d'hypoacousie professionnelle tels que les chirurgiens-dentistes. La présence d'une OEAP assure une perte auditive inférieure à 30-40 dB. ¹

b. Audiométrie tonale

L'audiométrie est un test d'évaluation de l'audition, où la-le patient-e doit se manifester lorsqu'il perçoit un son, pour apprécier son seuil de perception acoustique. Une augmentation de ce seuil pourra résulter d'une surdité :

- De transmission → le son par conduction aérienne (uniquement) est moins bien perçu. Cela peut être dû à un bouchon de cérumen, une otite, une lésion du tympan ou de la chaîne des osselets.
- De perception → le son par conduction aérienne et osseuse est moins bien perçu. Donc c'est une défaillance des cellules ciliées de l'oreille interne ou du nerf auditif qui est en cause.

Ce test pourra être utilisé pour des études en le réalisant avant et après l'écoute de bruit intenses, et ainsi déterminer s'ils ont une influence sur les capacités auditives, même temporaires, des personnes. ² (4)

c. Impédancemétrie

Elle comprend la tympanométrie et l'étude du reflexe stapédien. (4)

La tympanométrie donne le volume et la pression du conduit auditif externe, ainsi que des informations sur l'état du tympan et de la chaîne ossiculaire pour connaître la mobilité

¹ Fondation Pour l'Audition <https://www.fondationpourlaudition.org/fr>.

² Audiométrie : Audiométrie vocale et tonale - distinction et définition <https://www.passeportsante.net/fr/Maux/examens-medicaux-operations/Fiche.aspx?doc=examen-audiometrie>.

de ce système (5). L'étude du réflexe stapédien permet de connaître le seuil auquel il se déclenche. Ce seuil est normalement situé autour de 80-85 dB, mais peut varier en cas de fatigue auditive ou d'altération de la chaîne ossiculaire.

Synthèse :



Les ondes sonores font vibrer le tympan, ce qui mobilise les osselets, qui font vibrer les liquides de l'oreille interne. Ces mouvements sont captés par des cils, qui transforment ces oscillations en influx nerveux pour la VIII^{ème} paire de nerf crânien. Les cellules ciliées se réparent mais ne se régénèrent pas si elles meurent.

Des tests auditifs réalisés par un-e ORL permettent de connaître l'état de notre audition et de surveiller son évolution.

3. Neuro-perception : son et comportement

Les aires associatives reçoivent des informations de plusieurs systèmes sensoriels. Elles interprètent nos sensations grâce à notre vécu et font le lien avec les informations à notre disposition. Elles permettent de comprendre les signaux reçus, contrairement aux aires sensibles qui ne font que percevoir l'information. (6) L'aire associative auditive interprète ce que l'on entend : de la parole, de la musique ou du bruit, et y donne un sens. Ce sens est mis en relation avec des fonctions essentielles comme les émotions ou la mémoire.

Voici les zones du cerveau qui nous intéressent dans ce travail autour du son :

- **Le lobe frontal**, où sont situés les centres principaux de la cognition, de la mémoire, de la pensée rationnelle et consciente, de l'expression du langage (aire de Broca) et de la motricité volontaire. (2)
- **Le lobe temporal**, où se trouvent les aires auditives, zones de la perception du son et de la compréhension du langage (aire de Wernicke) (2)

- **Le système limbique**, situé en profondeur et traversant plusieurs lobes cérébraux. Il produit et traite les émotions. Il est constitué de plusieurs noyaux : l'hippocampe, l'amygdale (dans le lobe temporal interne) et le cortex limbique. (6)

3.1. Les sons aversifs



Voici un exemple de son aversif utilisé lors d'une étude utilisée dans ce travail de thèse. Cette séquence est un mélange de sons enregistrés : crissement d'ongle, grattage de métal, friction de polystyrène, **turbine dentaire** et crissement de violon.

(N'hésitez pas à monter le son et observer vos sensations)

Figure 3. "Aversive sound" (6)

a. **Les effets sur le système limbique**

Nos réactions face à notre environnement sont régies par différentes structures cérébrales, dont l'amygdale. **L'amygdale** est un noyau pair (une amygdale gauche et une droite), dans le système limbique, dans le lobe temporal. L'amygdale est particulièrement associée à la peur, l'agressivité, l'anxiété et aux émotions fortes négatives. (6) (7) Mais elle permet aussi la détection et l'évaluation du plaisir intense social et biologique (nourriture, plaisir sexuel) ou artificiel (drogues). Ce n'est donc pas qu'un noyau de jauge d'une présence ou non de danger imminent, c'est un système d'alerte pour les émotions fortes. Elle permet l'identification et l'évaluation d'une stimulation émotionnelle forte, pour que nous réagissions de la façon la plus appropriée à un stimulus. (6) (7)

L'activité amygdalienne et l'activité du système limbique augmentent aux stimuli extérieurs désagréables, qu'ils soient olfactifs, visuels, gustatifs, mais aussi auditifs. Plus le stimulus est perçu comme désagréable, plus l'activité amygdalienne augmente. La réponse de l'amygdale semble aussi plus forte lorsque la fréquence du son utilisé est haute, donc

pour des sons aigus. (6) Des deux, l'amygdale gauche semble la plus reliée aux émotions négatives. (8) Si la musique a un effet démontré sur l'activité de l'amygdale, il n'existe à ce jour aucune étude ayant quantifié l'effet de la musique sur le neurotransmetteur lié à la réponse anxieuse, le GABA (acide gamma-aminobutyrique). (9)

L'hippocampe joue un rôle dans la création de la mémoire à long terme. C'est une structure paire, comme l'amygdale, et qui est en lien avec cette dernière. Lors d'un soin dentaire, une activation de l'hippocampe est concomitante à celle de l'amygdale en réaction au son désagréable d'un rotatif ou d'un ultrason. Cette activation pourrait indiquer un lien mémoriel entre le son aversif, la sensation peu agréable et le stress de la situation de soin. (6)

b. Conséquences physiques et psychologiques des sons aversifs

Les sons désagréables activent aussi des zones du cerveau qui gèrent les mouvements moteurs incontrôlés, pouvant provoquer des tensions musculo-squelettiques durant l'exposition au son. (6)

Les sons aversifs étant identifiés comme une alerte de danger par le système limbique, l'organisme stresse et déclenche des réponses autonomes. Ainsi, **la fréquence cardiaque, la tension et la fréquence respiratoire augmentent**. La digestion n'étant plus une priorité pour l'organisme, elle est freinée. Ces stress répétés peuvent constituer des éléments aggravant d'une dépression. (10) ¹

1 Franceinfo. https://www.francetvinfo.fr/culture/musique/don-t-stop-me-know-de-queen-la-chanson-qui-rend-le-plus-heureux-selon-une-etude_1096469.html.

3.2. Les sons agréables

Nous avons tous nos chansons préférées, celles qui nous procurent des émotions fortes. Mais existe-t-il des chansons à l'effet universel ?

Le Dr. Jacob Jolij à crée une formule mathématique (qu'il considère lui-même comme imparfaite) pour identifier les chansons qui rendent le plus heureux-ses. Pour cela ont été analysés : les paroles ; le tempo, devant se rapprocher au plus près de 150 ; et la gamme des morceaux, devant être en majeur. On trouve donc en premières position *Mr. Blue Sky* de Electric Light Orchestra, puis *Don't stop me now*, de Queen, et *Good vibration* de The beach boys. ¹

Voici une playlist qui recense ces chansons, où les trois citées ci-dessus sont en première position. N'hésitez pas à en écouter certaines avant de continuer votre lecture !



Figure 4. Playlist des chansons qui rendent heureux-se selon le Dr. Jacob Jolij

Une étude réalisée en Inde montre que le son « OM » active, chez tout-es les participant-es, une région essentielle pour l'empathie cognitive et émotionnelle, et leur provoque un fort sentiment de bien-être. Cette étude cite comme biais d'avoir été réalisée en Inde, uniquement sur des volontaires nés et vivant en Inde, pour qui le son « OM » est une manifestation divine, ce qui pourrait biaiser leurs réactions cérébrales. L'étude n'a pas été testée à l'international. (11)

Dans une étude expérimentale sur des étudiant-es de l'Université McGill à Montréal, portant sur l'effet de la musique sur le cerveau (7), des morceaux de musique classique étaient choisis car étant agréables, mais aussi spécifiquement pour avoir entraîné chez les sujets testés des frissons sur la peau ou le long de la colonne. Les sujets devaient choisir eux-mêmes un morceau, leur procurant un sentiment euphorique mais n'étant pas relié à un souvenir particulier, pour ne pas fausser les informations d'aires cérébrales activées. L'intensité des frissons était évaluée de 0 à 10. Il n'y a eu aucun frison reporté pour la musique de contrôle, le bruit blanc et le silence. (7)

Le débit sanguin cérébral était observé par tomographie à émission de positron. Quand les frissons augmentaient, **le débit sanguin cérébral augmentait** aussi, principalement dans les structures gérant les émotions, la motivation, la récompense et l'excitation. Ces aires cérébrales sont reconnues comme étant habituellement activées par des signaux d'excitation et de plaisir, comme la nourriture, les pratiques sexuelles, et l'usage de drogues (les mêmes aires sont activées lors de l'usage de cocaïne chez les personnes dépendantes) (7). **Ces stimuli sont liés à la survie** de l'individu (nourriture), de l'espèce (reproduction), et à des substances pharmacologiques. La musique, qui stimule les mêmes zones, ne fait pas partie de ces catégories. Pourtant, le cerveau est fait de telle sorte que la musique peut faire intervenir le circuit de la récompense de façon similaire. (7)

Au contraire, dans l'étude, **le débit sanguin cérébral réduisait** dans les amygdales, l'hippocampe et le cortex préfrontal ventromédian, structure impliquée dans le traitement du risque et de la peur. (7)



Synthèse :

Les sons aversifs activent les systèmes d'alertes, déclenchant ainsi un stress psychologique et physique, qui répétés peuvent mener à des troubles importants, tels que la dépression.

L'écoute de musique active le système de récompense, ce qui augmente la sensation de plaisir. Elle réduit simultanément l'activité des aires cérébrales associées aux émotions négatives. (16) (17)

4. La perte auditive

4.1. Étude sur la perte auditive induite par le bruit chez la souris

Une étude expérimentale randomisée a été conduite sur des souris mâles, exposées ou non (groupe contrôle) à l'âge de 16 semaines à des sons de 8 kHz et 16 kHz, à 100 dB, durant 2h. Leur système auditif a ensuite été disséqué et étudié après différents temps de repos selon les groupes (12). Il a ainsi pu être observé que l'atteinte auditive induite par le bruit entraîne un déplacement temporaire ou permanent du seuil auditif : un son plus fort est nécessaire pour commencer à entendre.

Si la perte auditive est temporaire, les cellules ciliées détériorées se réparent complètement et ne meurent pas. Ainsi le seuil de sensibilité revient à la normale. Mais cette étude montre que la récupération des seuils et le comptage des cellules ciliées survivantes ne semble pas, chez la souris en tout cas, suffire à affirmer que l'oreille n'a pas subi de dommages irréversibles. (12)

Ainsi, la perte auditive permanente est due :

- A la **destruction des cellules ciliées cochléaires**. Les premiers dommages sont visibles dans les minutes suivant la surexposition et peuvent se poursuivre pendant plusieurs jours. (12)
- A la **détérioration des corps cellulaires et des terminaisons synaptiques des neurones afférents cochléaires**. Retardée de plusieurs mois par rapport à l'exposition au bruit, elle peut progresser pendant des années. Cette étude montre que les dommages neuronaux ne sont pas secondaires à la destruction des cellules ciliées, **ils sont directement induits par la surexposition acoustique**, qu'il y ait ou non détérioration des cellules ciliées contrairement à ce que l'on a toujours pensé. (12) Un gonflement des terminaisons nerveuses cochléaires au niveau des synapses des cellules ciliées survient dans les 24h suivant l'exposition au bruit. Au microscope, les synapses sont moins nombreuses, plus larges, ou ayant changé de localisation. **Ce phénomène n'affecte pas les seuils de sensibilité tant que cette perte est diffuse, non concentrée au sein du nerf.** (12)

Pour des raisons éthiques évidentes, ce type d'étude ne peut pas être mis en œuvre chez l'être humain. Mais **cette dégénérescence neuronale primaire chez la souris interroge sur sa présence chez l'être humain**, car le gonflement aigu des terminaisons nerveuses induit par le bruit à 24h a été retrouvé chez tous les autres mammifères. (12) **La neuro-dégénérescence périphérique peut entraîner une réorganisation corticale avec une surreprésentation des régions cochléaires survivantes.** Ces changements peuvent contribuer à d'autres anomalies perceptives post exposition au bruit : acouphènes (étude chez le rat) et hyperacousie, qui sont des séquelles classiques de la surexposition, avec ou sans élévation du seuil auditif. (12)

La sensibilité au seuil ne représente donc pas l'état interne de l'oreille. Pourtant c'est aujourd'hui l'étalon or pour quantifier les dommages causés par le bruit chez les êtres humains. D'autres études antérieures avaient considéré l'absence de décalage de seuil comme une preuve d'absence d'effet retardé sur les neurones. Nous observons ici que ce n'est peut-être pas le cas chez l'être humain, mais les études ne permettent pas encore de l'affirmer. (12)

4.2. La perte auditive chez l'être humain

L'hypoacousie définit le fait de moins bien entendre.

La presbyacousie est un phénomène lié à l'âge où les personnes entendent moins bien les sons aigus. Elles ont alors la sensation d'entendre, mais de plus difficilement comprendre les conversations. Le port d'un appareil auditif est souvent retardé, car les personnes sont dans le déni de leur perte auditive, ou ne veulent pas qu'elle soit visible par le port d'appareils qui leurs semblent peu esthétique ou destinés aux personnes plus âgées. Dans la population générale, la presbyacousie commence vers 60 ans. (13) Mais elle peut survenir plus tôt s'il existe des antécédents familiaux, si l'on est atteint de diabète, si l'on a fait un accident vasculaire, ou si l'on a pris des médicaments ototoxiques au long court ¹.

¹ <http://www.journee-audition.org/pdf/guide-presbyacousie.pdf>

Quand le signal auditif est dégradé, les ressources cognitives nécessaires pour traiter l'information augmentent, au détriment d'autres processus tel que la mémoire. (13)

Certains signes doivent alerter et faire consulter un·e ORL : (14)

- La sensation de l'entourage que l'on parle de plus en plus fort
- La difficulté croissante à distinguer la parole dans un endroit bruyant, surtout les voix aigües
- La fatigabilité accrue lors de conversations avec plusieurs interlocuteur·rices
- Le besoin d'augmenter le volume sonore de la musique ou de la télévision
- La présence d'acouphènes
- La lecture sur les lèvres pour mieux saisir un discours

Sans port d'appareil auditif, **l'effet de privation sensorielle** va se mettre en place. Le manque de stimulation du nerf auditif va le rendre de moins en moins sensible au bruit, phénomène qui s'autoalimente, comme un cercle vicieux. Si le port d'appareils auditifs est trop tardif dans l'avancée de la presbyacousie, les capacités de compréhension ne seront pas toujours réversibles. L'amplification du son améliorera l'intelligibilité, mais le temps pour appréhender le sens demeurera augmenté. (14) (15)

4.3. Conséquences de la perte auditive

Perdre progressivement ou soudainement l'audition engendre de nombreuses conséquences psychologiques. Des difficultés de communication croissantes ont tendance à entraîner un **isolement social** et une **perte de confiance en soi**. Les relations étant plus compliquées, et la compréhension des conversations et des événements amenuisée, **la dépression** peut être une conséquence rapide de la perte auditive. (14)

La perte auditive liée au vieillissement atteint la plupart des personnes âgées. Le lien entre cette altération et d'autres maladies a donc mis du temps à être fait, ce déclin habituel ne semblant pas être la cause d'autres troubles. (13) Au niveau neurologique, un **déclin cognitif** est possible, causé par le manque de stimulation. **La déficience auditive est associée à un taux de déclin cognitif accéléré de 30 à 40 %, avec une atrophie cérébrale générale.** (13) Le lien est aujourd'hui établi entre perte auditive et démence : les personnes

présentant des troubles auditifs ont jusqu'à **5 fois plus de risque** d'en développer une. (16)
Une des hypothèses évoquées est que les troubles auditifs sont un facteur de risque de dépression, et la dépression est un facteur de risque de démence. (16)



Synthèse :

Contrairement à ce qui a longtemps été pensé, il a été démontré chez les souris que les neurones cochléaires sont détruits par l'exposition aux bruits intenses, que les cils survivent ou non. Cette perte neuronale prend des années, et n'est audible que lorsqu'elle est concentrée au sein du nerf. L'absence de décalage de seuil peu de temps après un bruit traumatique n'est donc pas une preuve de l'absence de lésion auditive. Que la perte auditive survienne ou non, des séquelles tels que des acouphènes ou une hyperacousie peuvent survenir.

Chez l'être humain, la perte auditive sans port d'appareils crée un effet de privation sensorielle, qui participe à la dégradation de la sensibilité au son. Des troubles de communication, un isolement social ou une dépression peuvent suivre la perte auditive. Le manque de stimulation risque d'entraîner un déclin cognitif. Ces personnes présentent aussi 5 fois plus de risques de développer une démence. Protéger son audition est donc primordial.

II. Le bruit, le son et leurs effets au cabinet

1. Exemples de sons au cabinet dentaire

Les enregistrements sonores suivants, ainsi que les photos, proviennent pour la plupart du site Sounds of Changes¹, qui est né d'une coopération entre six musées européens. Le but de cette page web est de rassembler des enregistrements sonores du monde environnant, pour en garder une trace et les offrir libres de diffusion. J'ai donc réalisé des QR codes reliés aux bruits utiles dans ce travail de thèse. Les autres enregistrements ont été réalisés par moi-même au cabinet du Dr. Cécile Bramardi, à Toulouse.



Exemple du bruit généré par une turbine lors de son utilisation en bouche. Il s'agit ici d'une turbine KaVo 642 BellaTorque. Ce bruit sera généré au fauteuil lors d'une éviction carieuse ou encore lors de la préparation d'une dent en vue d'une prothèse conjointe. C'est un son fréquent, qui peut atteindre plus de 90 dB au fauteuil (15).¹

Figure 5. Enregistrement du son de l'utilisation en bouche d'une turbine KaVo 642 B¹



Figure 6. Photographie d'une turbine KAVO 642B lors d'un soin¹

¹ « Sounds Of Changes ». <https://www.soundsofchanges.eu/>

Exemple du son généré lors d'un détartrage, ici effectué avec un insert ultrasonique Suprasson Newtron de SATELEC. Au cabinet, ce bruit est concomitant au bruit de la pompe à salive.



Figure 7. Enregistrement du son de l'utilisation en bouche d'un insert ultrasonique SATELEC ¹



Figure 8. Photographie de l'utilisation en bouche d'un insert ultrasonique SATELEC ¹



Exemple du son généré par une pompe à salive sur un fauteuil S 300 de STERN WEBER. La pompe à salive est utilisée en permanence lorsqu'un rotatif sous irrigation ou des ultrasons sont utilisés, ainsi que pour rincer ou assécher une zone. C'est l'instrument le plus souvent utilisé au fauteuil, dont l'utilisation peut générer jusqu'à 87,2 dB (cf. tableau p. 57) ¹

Figure 9. Enregistrement du son d'une pompe à salive sur un fauteuil S 300 (STERN WEBER) ¹

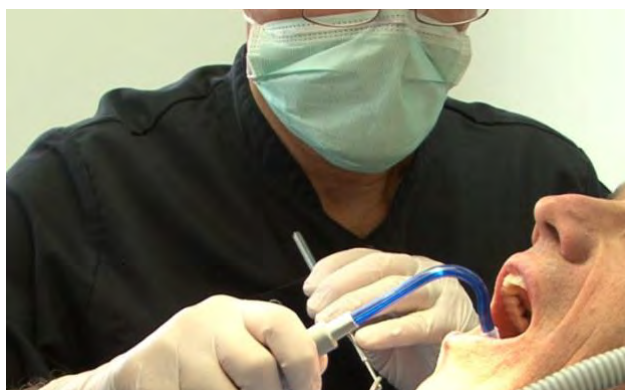


Figure 10. Photographie de l'utilisation d'une pompe à salive ¹

¹ « Sounds Of Changes ». <https://www.soundsofchanges.eu/>

Exemple du son généré par une unité d'usinage dentaire CEREC®, son enregistré dans le cabinet du Dr. Bramardi.



Figure 11. Usineuse CEREC, son enregistré dans le cabinet du Dr. Bramardi



Figure 12. Usineuse CEREC du cabinet du Dr. Bramardi



Exemple de bruit généré par un bac à ultrasons, ici un bac L&R® Ultrasonics, SweepZone Quantrex 280. C'est un appareil présent en salle de stérilisation, permettant un nettoyage des instruments grâce aux vibrations et à une solution dans le bac.¹

Figure 13. Enregistrement du son d'un bac à ultra-sons L&R SweepZone Quantrex 280¹



Figure 14. Bac à ultrasons L&R SweepZone Quantrex 280¹

¹ « Sounds Of Changes ». <https://www.soundsofchanges.eu/>



Figure 15. Enregistrement du son d'un Assistina 301 plus (W&H) ¹

Exemple de son généré par une unité de maintenance pour rotatifs, ici un Assistina 301 plus de W&H. L'appareil se trouve en salle de stérilisation pour le nettoyage et la lubrification des rotatifs. Il est principalement utilisé par les assistant-es, s'il y en a au cabinet.



Figure 16. Photographie d'un assistina 301 plus (W&H) ¹



Figure 17. Enregistrement du son d'un moteur de pompe à salive Tecno-Jet (CATTANI) ¹

Exemple du bruit généré par un moteur d'aspiration. Il s'agit ici d'un moteur de pompe à salive Tecno-Jet de CATTANI. Ce moteur n'est pas visible pour les patient-es dans les cabinets. Créant un bruit important il est souvent à distance des fauteuils et encoffré, ce qui permet de réduire le bruit perçu au fauteuil. ¹



Figure 18. Photographie d'un moteur de pompe à salive Techno-Jet (CATTANI) ¹

¹ « Sounds Of Changes ». <https://www.soundsofchanges.eu/>

Exemple du son généré par un compresseur de fauteuil dentaire, ici un Tornado 70 de DÜRR DENTAL. Aujourd'hui, les nouveaux modèles peuvent être directement équipés d'un capot isolant phonique. Ici, un coffrage est nécessaire.



Figure 20. Photographie d'un compresseur de fauteuil dentaire : Tornado 70 (DÜRR DENTAL) ¹



Figure 19. Enregistrement du son d'un compresseur de fauteuil dentaire Tornado 70 (DÜRR DENTAL) ¹



Exemple du bruit que peut générer en salle d'attente la sonnette, ici celle du portillon du cabinet du Dr. Cécile BRAMARDI. Ce bruit est entendu à chaque nouvelle personne demandant à entrer dans le cabinet ou des soins ou des livraisons.

Figure 21. Enregistrement de la sonnette du portillon du cabinet du Dr. Cécile BRAMARDI

Exemple du bruit généré par la sonnerie d'un téléphone. Dans un cabinet dentaire, ce bruit est très présent, et peut durer longtemps, si l'assistant·e n'est pas disponible à ce moment-là, où même continuer pendant qu'il est occupé·e avec une personne à l'accueil ou au téléphone avec quelqu'un d'autre. Des sonneries émettant uniquement un seul bruit d'avertissement ou de la lumière existent, et permettent de ne pas créer de stress pour l'assistant·e et la·le dentiste.



Figure 22. Enregistrement d'une sonnerie de téléphone

Synthèse :



Les sons extérieurs à la salle de soin ne sont pas ceux qui impactent l'audition des praticien·nes de façon traumatique. Cependant, ces sons environnants peuvent empêcher les dentistes d'avoir un **sas de décompression sonore**, un silence qui permette une récupération pour un repos auditif et mental. Ces nuisances sonores doivent être prises en compte car elles peuvent saturer l'environnement acoustique général du cabinet : sonnerie de téléphone, sonnette de porte ou d'interphone, discussions des patient·es en salle d'attente, musique en salle d'attente, accueil des patients, appels téléphoniques du secrétariat, circulation dans la rue si l'isolation acoustique n'est pas suffisante, salles de soin des autres praticien·nes, bruits de la salle de stérilisation.

2. Le bruit en France

2.1. Législation et prévention officielle

La prévention des risques professionnels s'appuie sur les principes généraux du Code du travail, dans l'article L.4121-2. Les règles de prévention des risques pour la santé et la sécurité des travailleur·euses exposé·es au bruit sont fixées d'une part par les articles R. 4213-5 à R. 4213-6 et d'autre part par les articles R. 4431-1 à R. 4437-4 du Code du travail. ¹

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

Figure 23. Niveaux d'exposition au bruit admissibles en milieu de travail ¹

Le bruit est une cause de maladie professionnelle depuis 1963, inscrit dans le tableau n°42 des maladies professionnelles relatif à la surdité provoquée par les bruits lésionnels. L'exposition des travailleur·euses est évaluée par rapport aux deux façons possibles d'endommager l'audition ² :

- L'exposition chronique entraîne un risque de surdité qui s'installe progressivement et à bas bruit. Elle est évaluée grâce au niveau moyen d'exposition sonore sur une journée de travail, en dB(A)*, qui doit donc, selon le tableau présenté ci-dessus, être inférieur à 80 dB(A) sur 8h.

1 « Bruit en milieu de travail - Ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion ». <https://travail-emploi.gouv.fr/sante-au-travail/prevention-des-risques-pour-la-sante-au-travail/autres-dangers-et-risques/article/bruit-en-milieu-de-travail>.

2 « Santé et sécurité au travail - INRS ». Consulté le 7 juillet 2022. <https://www.inrs.fr/>.

* Le dB(A) correspond à l'intensité sonore ajusté en fonction de la sensibilité de l'oreille humaine. C'est le dB(A) qui fait référence lorsque l'on s'intéresse aux effets du bruit.

- L'exposition brutale à un bruit impulsionnel, très bref mais d'une intensité extrêmement forte, évalué par le niveau de crête. Cette exposition entraîne un risque de surdité traumatique aiguë ¹

SEUILS	PARAMETRES	REGLEMENTATION
Valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action (VAI)	Exposition moyenne (sur 8h)	80 dB(A)
	Niveau de crête	135 dB(C)
Valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action (VAS)	Exposition moyenne (sur 8h)	85 dB(A)
	Niveau de crête	137 dB(C)
Valeur limite d'exposition (VLE*)	Exposition moyenne (sur 8h)	87 dB(A)
	Niveau de crête	140 dB(C)

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

Figure 24. Valeurs limites d'exposition et valeurs d'exposition déclenchant l'action. Article R.4431-2 du Code du Travail¹

NIVEAU D'EXPOSITION	EXIGENCE
Quel que soit le niveau	<ul style="list-style-type: none"> - Évaluation du risque - Suppression ou réduction au minimum du risque, en particulier à la source - Consultation et participation des travailleurs pour l'évaluation des risques, les mesures de réduction, le choix des protecteurs individuels contre le bruit (PICB) - Bruit dans les locaux de repos à un niveau compatible avec leur destination
Au-dessus de la valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action (VAI)	<ul style="list-style-type: none"> - Mise à disposition des PICB - Information et formation des travailleurs sur les risques et les résultats de leur évaluation, les PICB - Examen audiométrique préventif proposé
Au-dessus de la valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action (VAS)	<ul style="list-style-type: none"> Mise en œuvre d'un programme de mesures de réduction d'exposition au bruit - Signalisation des endroits concernés (bruyants) et limitation d'accès - Contrôle de l'utilisation effective des PICB
Au-dessus de la valeur limite d'exposition (VLE) (compte tenu de l'atténuation du PICB)	<ul style="list-style-type: none"> - Adoption immédiate de mesures de réduction du bruit - Identification des causes de l'exposition excessive et adaptation des mesures de protection

¹ « Santé et sécurité au travail - INRS ». Consulté le 7 juillet 2022. <https://www.inrs.fr/>.

Figure 25. Exigences requises selon le niveau d'exposition (17)

Le tableau n°42 des maladies professionnelles du régime général de la Sécurité Sociale Atteinte auditive provoquée par les bruits lésionnels, date du 10 avril 1963. Il a été mis à jour pour la dernière fois le 25 septembre 2003, soit il y a 19 ans. ¹

DÉSIGNATION DES MALADIES	DÉLAI DE PRISE EN CHARGE	LISTE LIMITATIVE DES TRAVAUX SUSCEPTIBLES DE PROVOQUER CES MALADIES
<p>Hypoacousie de perception par lésion cochléaire irréversible, accompagnée ou non d'acouphènes.</p> <p>Cette hypoacousie est caractérisée par un déficit audiométrique bilatéral, le plus souvent symétrique et affectant préférentiellement les fréquences élevées.</p> <p>Le diagnostic de cette hypoacousie est établi : - par une audiométrie tonale liminaire et une audiométrie vocale qui doivent être concordantes ; - en cas de non-concordance : par une impédancétrie et recherche du réflexe stapédien ou, à défaut, par l'étude du suivi audiométrique professionnel.</p> <p>Ces examens doivent être réalisés en cabine insonorisée, avec un audiomètre calibré.</p> <p>Cette audiométrie diagnostique est réalisée après une cessation d'exposition au bruit lésionnel d'au moins 3 jours et doit faire apparaître sur la meilleure oreille un déficit d'au moins 35 dB. Ce déficit est la moyenne des déficits mesurés sur les fréquences 500, 1 000, 2 000 et 4 000 Hertz.</p> <p>Aucune aggravation de cette surdité professionnelle ne peut être prise en compte, sauf en cas de nouvelle exposition au bruit lésionnel.</p>	<p>1 an (sous réserve d'une durée d'exposition d'un an, réduite à 30 jours en ce qui concerne la mise au point des propulseurs, réacteurs et moteurs thermiques).</p>	<p>Exposition aux bruits lésionnels provoqués par :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Les travaux sur métaux par percussion, abrasion ou projection, tels que : - le décolletage, l'emboutissage, l'estampage, le broyage, le fraisage, le martelage, le burinage, le rivetage, le laminage, l'étrépage, le tréfilage, le découpage, le sciage, le cisailage, le tronçonnage ; - l'ébarbage, le grenailage manuel, le sablage manuel, le meulage, le polissage, le gougeage et le découpage par procédé arc-air, la métallisation. 2. Le câblage, le toronnage, le bobinage de fils d'acier. 3. L'utilisation de marteaux et perforateurs pneumatiques. 4. La manutention mécanisée de récipients métalliques. 5. Les travaux de verrerie à proximité des fours, machines de fabrication, broyeurs et concasseurs ; embouteillage. 6. Le tissage sur métiers ou machines à tisser, les travaux sur peigneuses, machines à filer incluant le passage sur bancs à broches, retordeuses, moulineuses, bobineuses de fibres textiles. 7. La mise au point, les essais et l'utilisation des propulseurs, réacteurs, moteurs thermiques, groupes électrogènes, groupes hydrauliques, installations de compression ou de détente fonctionnant à des pressions différentes de la pression atmosphérique, ainsi que des moteurs électriques de puissance comprise entre 11 kW et 55 kW s'ils fonctionnent à plus de 2 360 tours par minute, de ceux dont la puissance est comprise entre 55 kW et 220 kW s'ils fonctionnent à plus de 1320 tours par minute et de ceux dont la puissance dépasse 220 kW. 8. L'emploi ou la destruction de munitions ou d'explosifs. 9. L'utilisation de pistolets de scellement. 10. Le broyage, le concassage, le criblage, le sablage manuel, le sciage, l'usinage de pierres et de produits minéraux. 11. Les procédés industriels de séchage de matières organiques par ventilation. 12. L'abattage, le tronçonnage et l'ébranchage mécaniques des arbres. 13. L'emploi des machines à bois en atelier : scies circulaires de tous types, scies à ruban, dégauchisseuses, raboteuses, toupies, machines à fraiser, tenonneuses, mortaiseuses, moulurières, plaqueuses de chants intégrant des fonctions d'usinage, défonceuses, ponceuses, clouteuses. 14. L'utilisation d'engins de chantier : boteuses, décapeurs, chargeuses, moutons, pelles mécaniques, chariots de manutention tous terrains. 15. Le broyage, l'injection, l'usinage des matières plastiques et du caoutchouc. 16. Le travail sur les rotatives dans l'industrie graphique. 17. La fabrication et le conditionnement mécanisé du papier et du carton. 18. L'emploi de matériel vibrant pour l'élaboration de produits en béton et de produits réfractaires. 19. Les travaux de mesurage des niveaux sonores et d'essais ou de réparation des dispositifs d'émission sonore. 20. Les travaux de moulage sur machines à secousses et décochage sur grilles vibrantes. 21. La fusion en four industriel par arcs électriques. 22. Les travaux sur ou à proximité des aéronefs dont les moteurs sont en fonctionnement dans l'enceinte d'aérodromes et d'aéroports. 23. L'exposition à la composante audible dans les travaux de découpe, de soudage et d'usinage par ultrasons des matières plastiques. 24. Les travaux suivants dans l'industrie alimentaire : - l'abattage et l'éviscération des volailles, des porcs et des bovins ; - le plumage des volailles ; - l'emboitage de conserves alimentaires ; - le malaxage, la coupe, le sciage, le broyage, la compression des produits alimentaires. 25. Moulage par presse à injection de pièces en alliages métalliques.

Figure 26 : Tableau n°42 du régime général de la Sécurité Sociale

1. RG 42. Tableaux des maladies professionnelles - INRS. <https://www.inrs.fr/publications/bdd/mp/tableau.html?refINRS=RG%2042>

Voici deux extraits du tableau n°42 du régime général de la Sécurité Sociale :

« Le diagnostic de cette hypoacousie est établi par une audiométrie tonale liminaire et une audiométrie vocale qui doivent être concordantes ». Or, nous avons vu que la perte de potentiel auditif n'est pas forcément perçue directement avec une audiométrie tonale liminaire, qui ne teste que la perte des cils peu de temps après l'exposition.

« Aucune aggravation de cette surdité professionnelle ne peut être prise en compte, sauf en cas de nouvelle exposition au bruit lésionnel. » Pourtant, comme nous l'avons vu précédemment, l'aggravation de la surdité peut survenir dans les mois et les années suivant l'exposition, par la destruction des corps cellulaires des neurones du nerf cochléaire.

La liste limitative des travaux susceptibles de provoquer une hypoacousie contient des actions du cabinet dentaire comme le travail sur du métal par percussion, abrasion, ou fraisage ou le sablage manuel. Cependant, le métier de chirurgien-dentiste ne figure pas sur la liste limitative des occupations pouvant entraîner un déficit audiométrique. Les chirurgiens-dentistes ne sont donc pas suivis, de façon préventive ou médicale. Le dépistage chez un·e ORL devra être une initiative personnelle, mais une surdité dépistée ne pourra pas être désignée comme maladie professionnelle, bien que les niveaux sonores au sein des cabinets dépassent les 80 dB(A), parfois même 85 dB(A).

Les mesures des niveaux sonores diffèrent drastiquement d'un cabinet à l'autre, d'une orientation d'exercice à l'autre, du matériel utilisé, d'une journée à l'autre mais aussi au sein d'une même journée en fonction des actes effectués. Démontrer par mesure des niveaux sonores que ce métier endommage l'audition n'est donc pas aisé.

2.2. **Impact économique du bruit**

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le bruit est le deuxième facteur environnemental, après la pollution de l'air, engendrant le plus de décès prématurés et le plus d'altérations de la santé en Europe, soit environ 12 000 décès prématurés chaque

année. (10) Environ 20 % de la population européenne (soit plus 100 millions de personnes) est chroniquement exposé à des intensités sonores nocives pour la santé humaine.¹

L'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) a publié un rapport en 2021 évaluant le coût du bruit pour l'État français et la population. Il s'appuie sur une méta-analyse des sources de bruits et de leurs impacts et sur des travaux d'experts. Ce coût est évalué à la baisse par manque d'informations : **147,1 milliards d'euros par an**. Cette dépense colossale est calculée selon différents postes de dépenses inscrits ici en abscisse de l'histogramme : (10) ²

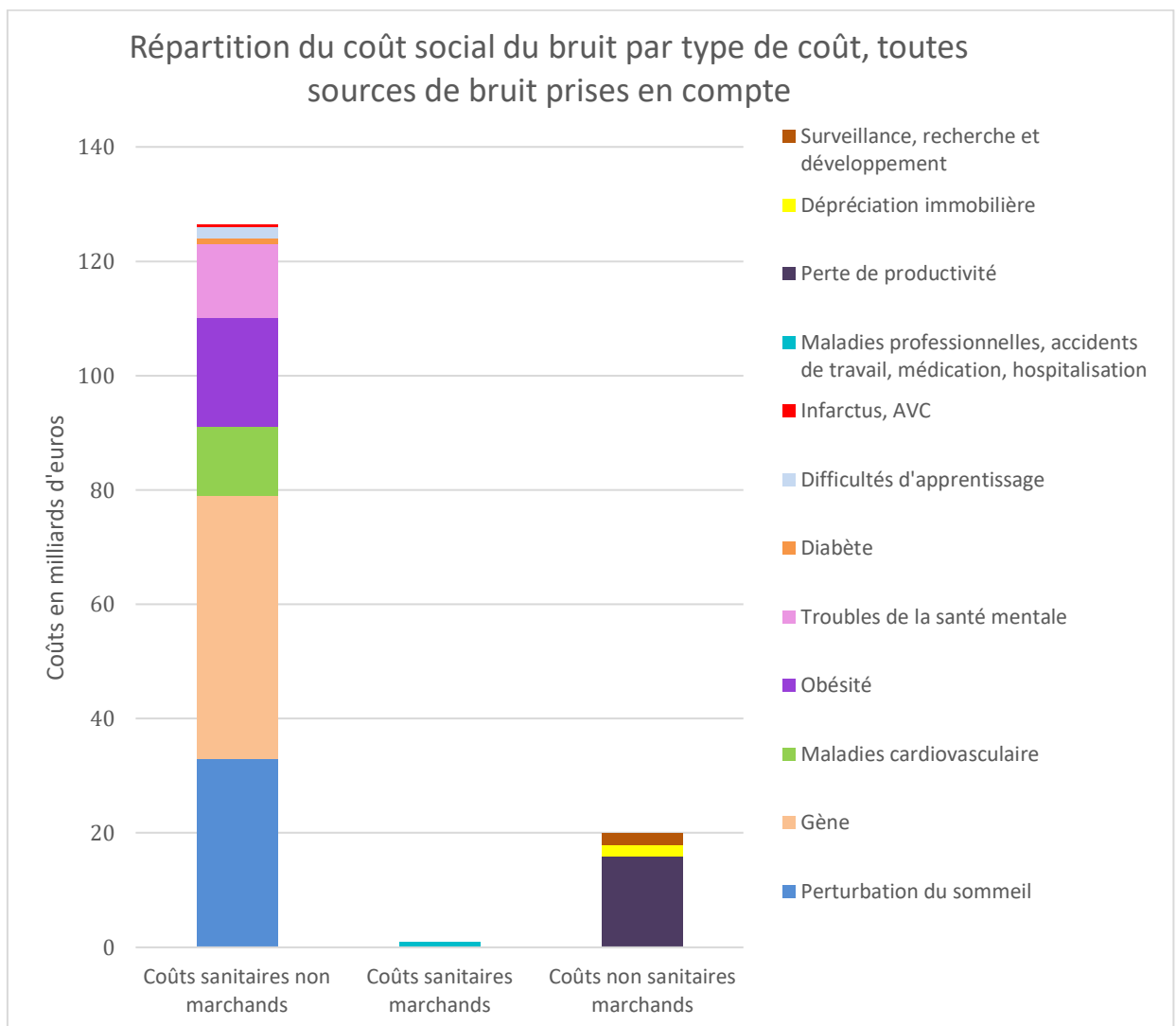


Figure 27. Répartition du coût social du bruit par type de coût, toutes sources de bruit prises en compte, inspiré du rapport de l'ADEME (10)

1 European Commission « Infraction – Bruit » https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/IP_20_1233.

2 <https://www.journee-audition.org/pdf/enquete-JNA-ifop-2020.pdf>

Toutes ces dépenses ont les mêmes causes, en 3 grandes familles :

- **Le bruit des transports**, lié aux routes, aux trains et aux avions : 97,8 milliards d'euros par an. Pour exemple, on estime à plus de 116 000 personnes par an affectées par une maladie cardiovasculaire liée au bruit (cardiopathie ischémique, AVC ou hypertension). (10)
- **Le bruit du voisinage** : 26,3 milliards d'euros par an
- **Le bruit dans le milieu du travail** : 21 milliards d'euros par an

2.3. Impact du bruit sur notre santé de personne et de praticien-ne

Selon l'OMS, l'ambiance sonore au travail pour maintenir un niveau de bien-être se situerait autour de 45 dB(A). Pour des niveaux supérieurs à 40 dB(A) la nuit et à 50-55 dB(A) en journée, l'OMS considère que des effets extra-auditifs du bruit peuvent se manifester. (17)

Le bruit est un perturbateur qui a de nombreuses répercussions sur notre physiologie :

a. Troubles de l'audition

La douleur apparaît généralement vers 120 dB. Mais le seuil de danger pour l'audition est situé à 85 dB(A), bien que dès 80 dB(A) l'atteinte auditive soit préoccupante et le niveau sonore réglementé.¹ Plus l'intensité sonore augmente, plus cela est néfaste pour nos oreilles. Il en est de même, pour les fréquences : les sons aigus sont plus néfastes que les graves. Ces fréquences sont d'ailleurs moins bien supportées : à intensité égale, une personne aura plutôt tendance à se boucher les oreilles en cas de son aigu que grave.²

b. Gêne

La gêne est une sensation de perturbation créant du stress. Cette souffrance est plus ou moins intense en fonction de la difficulté de l'acte effectué au cabinet et de l'état de

1 « Bruit en milieu de travail - Ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion ». <https://travail-emploi.gouv.fr/sante-au-travail/prevention-des-risques-pour-la-sante-au-travail/autres-dangers-et-risques/article/bruit-en-milieu-de-travail>.

2 « CidB : Centre d'information sur le Bruit ». <https://www.bruit.fr/>.

fatigue initial. Cette irritation peut entraîner un défaut de concentration, et mener à un risque accru d'erreur. Le stress chronique peut déclencher des troubles cardiovasculaires et métaboliques. (10)

c. Perturbation du sommeil

Les perturbations du sommeil sont toutes les diminutions du temps total de sommeil et donc de repos : les difficultés d'endormissement, les réveils nocturnes, la moins bonne qualité de sommeil. Les effets sur le sommeil suivent l'exposition au bruit de quelques heures, c'est une conséquence à court terme. Si l'exposition devient chronique, à long terme, les troubles du sommeil pourront déclencher des troubles cardiovasculaires et métaboliques. (10)

d. Maladies cardiovasculaires et métaboliques

L'exposition au bruit à long terme stresse l'organisme qui doit s'adapter physiopathologiquement. Cela entraîne : une augmentation de la fréquence cardiaque et de la tension artérielle (10) ; la production d'hormones de stress telles que le cortisol ; la perturbation du système endocrinien en modifiant le taux de lipides dans le sang et la glycémie (18) (19). Ces déséquilibres peuvent mener à des maladies cardiovasculaires comme l'hypertension, la cardiopathie ischémique ou l'accident vasculaire cérébral, des maladies endocriniennes telles que le diabète, et métaboliques comme l'obésité. Toutes ces morbidités sont sévères et peuvent participer à un décès prématuré. (10)

e. Troubles de la santé mentale

L'exposition chronique au bruit est un facteur de dépression (10) et l'exposition à des bruits aversifs l'est aussi (6). Au cabinet, le bruit est à la fois omniprésent, aigu et aversif, ce qui fait des chirurgiens-dentistes des personnes particulièrement exposées au risque de troubles de la santé mentale. Une personne présentant une perte auditive à 65 ans présente 1.27 fois plus de risque de développer une démence. (20)

L'exposition chronique au bruit entraîne une **surdité traumatique chronique**, qui se déroule selon 4 stades : ^{1,2}

- **La fatigue auditive** : l'oreille n'a plus la capacité de supporter le bruit qu'elle subit. Une élévation temporaire du seuil d'audition jusqu'à 10 dB peut survenir, ainsi que des acouphènes, tous deux réversibles en quelques heures.
- **La latence tonale** : la le chirurgien-dentiste va s'habituer au bruit. Un déficit auditif permanent va s'installer autour de 4000 Hz, où se situent les bruits du cabinet, sans impacter les fréquences conversationnelles (500 – 2000 Hz), et donc n'entraînant pas de gêne. La le praticien·ne ne cherchera pas à diminuer son exposition au bruit.
- **La latence subtonale** : les acouphènes et l'élévation du seuil d'audition réapparaissent, de manière pérenne cette fois-ci. Les fréquences affectées vont s'élargir autour de l'atteinte initiale : de 2000 à 6000 Hz.
- **La surdité manifeste** : cet état est tardif, après des années de traumatisme chronique. La perte auditive englobe les fréquences conversationnelles, devenant problématique dans la vie personnelle et professionnelle. ²

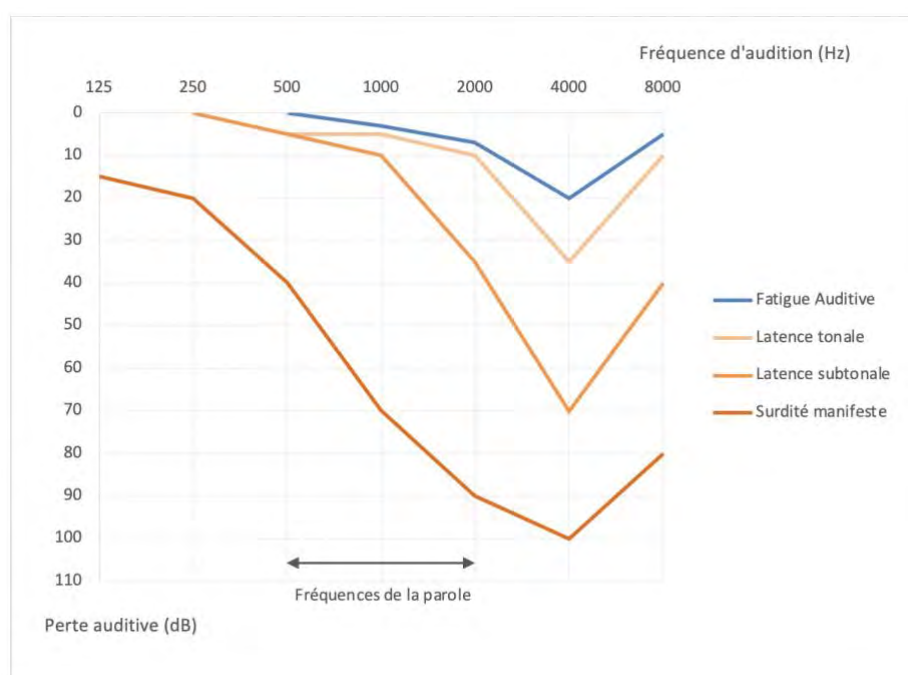


Figure 28. Audiogramme illustrant les stades de la surdité traumatique chronique, inspiré de « Effets du bruit sur l'organisme humain » ²

1 « Bruit en milieu de travail - Ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion ». <https://travail-emploi.gouv.fr/sante-au-travail/prevention-des-risques-pour-la-sante-au-travail/autres-dangers-et-risques/article/bruit-en-milieu-de-travail>.

2 Université Virtuelle de Médecine du Travail. « Effets du bruit sur l'organisme humain ». <https://uvm2.org/2003/12/effets-du-bruit-sur-lorganisme-humain-article-destine-aux-medecins-du-travail-et-etudiants-en-medecine-du-travail/>



Synthèse :

La législation n'inclut pas les chirurgiens-dentistes dans sa liste limitative des travaux pouvant engendrer une déficience auditive. Pourtant, cette liste contient des actions réalisées par les chirurgiens-dentistes et leurs collègues. De par l'absence d'information de prévention, la méconnaissance du problème et de ses moyens de prévention, et la morbidité silencieuse dont les symptômes apparaissent des mois ou des années après l'exposition, très peu de chirurgiens-dentistes se protègent ou réalisent des tests auditifs réguliers.

Le bruit est pourtant un enjeu de santé publique majeur, et un pôle de dépense publique très important, avec un coût pour la société évalué à plus de 147 milliards d'euros par an, avec majoritairement des coûts sanitaires. Des traumatismes sonores répétés entraînent une fatigue auditive, pouvant mener à la surdité. Les autres effets du bruit sur la santé sont nombreux, et résumés dans le schéma ci-dessous, reprenant les explications de la partie II.

1. 3.

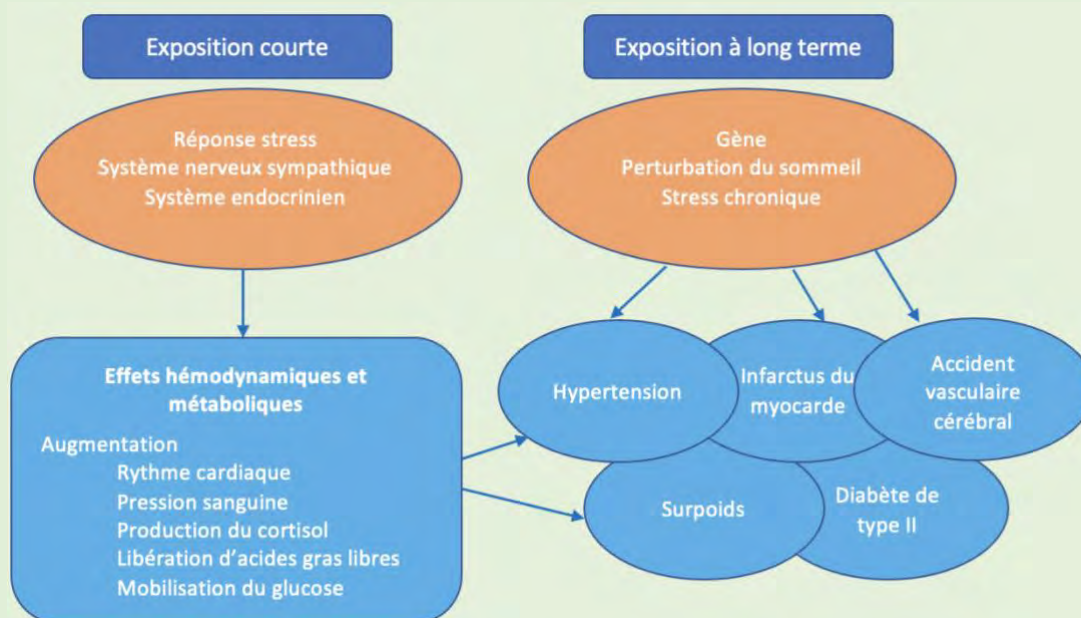


Figure 29. Schéma des effets extra auditifs court et long terme selon l'OMS, inspiré du Conseil National du Bruit ¹

¹ Conseil National du Bruit et Commission Santé Environnement. « Les effets sanitaires du bruit », 2017. https://www.bruit.fr/images/stories/pdf/CNB_Effets_Sanitaires_Bruit-Septembre-2017.pdf.

Pour exemple, un trajet dans une rame moderne du métro parisien présente un bruit moyen de 73 dB. Cependant, les annonces des stations s'élevaient à 83 dB. En interrogeant les passager·ères, iels m'ont confié marcher plus pour faire moins de temps de métro, et certain·es devoir privilégier le bus à cause de la fatigue et du stress qu'iels imputaient au niveau sonore du métro. D'autres encore, que leurs trajets en métro avaient parfois pu altérer leur humeur, et leur donner envie de manger vite et gras, les rendant plus enclin·es à consommer du fast-food. Tou·tes m'ont dit être vivement dérangés par les annonces vocales des rames, qui s'élevaient à plus de 80 dB.

Selon les critères légaux, considérant les temps d'exposition et l'intensité sonore, ces trajets ne devraient pourtant pas engendrer de troubles chez les usager·ères.

Autre exemple : sur le vol Paris-Toulouse, par la navette Air France, sur un avion A46 datant de juin 2001, le bruit ambiant moyen atteint 79 dB. Le personnel de cabine me dit voler parfois plus de 11h par jour sur ce type d'appareil. Iels ne sont pas équipés de protections auditives, bien qu'iels soient suivis par la médecine du travail, qui leur fait passer une audiométrie tous les 2 ans. 2 personnes sur les 3 interrogées m'ont dit avoir des troubles de l'audition sans appareillage pour l'instant. Une d'entre elles m'a confié posséder une paire de bouchons d'oreille anatomique filtrant, mais ne pas les mettre régulièrement. Elle m'a dit tenter de les porter « car ce n'est qu'une question d'habitude », et en parler à ses collègues, étonnée de l'intensité sonore mesurée ensemble.

3. Dentistes et assistant·es

Dès le début des études de chirurgie dentaire, on apprend, si on ne l'avait pas déjà expérimenté soi-même en tant que jeune patient·e, que le bruit est un facteur de stress pour les patient·es. Cela peut être dû à des souvenirs personnels ou familiaux stressants, mais aussi comme vu précédemment, à une réponse automatique du cerveau, dont les zones d'alertes sont activées. Bien que les chirurgiens-dentistes ne soient pas eux-mêmes en situation de soin, le bruit les impacte physiquement et psychologiquement en fonction de leurs facteurs de risque personnels. La perte auditive concerne 51% des professionnel·les dentaires. (4)

Les praticien·nes travaillent en ayant leurs oreilles toutes proches de la bouche des patient·es, d'où provient le bruit des instruments ultrasoniques et rotatifs, amplifié par la cavité buccale, jouant le rôle de résonateur. L'atteinte auditive des dentistes est différente entre leurs deux oreilles, en fonction de leur préférence manuelle. En effet, la position de travail conduit à ce que les droitier·ères aient leur oreille gauche plus affectée par la perte auditive, et inversement. (17) De plus, une revue systématique a montré que les vibrations de la main et du bras concomitantes au bruit affectent les fonctions cochléaires plus fortement que le bruit seul, sans que l'explication de ce phénomène ne soit encore connue. (21)

De plus, les salles de soins sont des espaces clos, où les murs sont proches du fauteuil et réfléchissent le son, qui ricoche dans la pièce. Le son peut aussi venir des autres salles de soins, d'accueil ou de stérilisation, par transmission phonique entre les pièces par les murs, les portes ouvertes ou vitrées.

Il a aussi été montré qu'à environnement sonore égal, **une charge de travail plus élevée favorise l'augmentation temporaire du seuil auditif** (21), qui comme nous l'avons vu, entre dans le stade de fatigue auditive de la surdité traumatique chronique. La charge de travail chez les chirurgiens-dentistes peut être élevée, particulièrement dans certaines zones à faible concentration de praticien·nes. Cette pression est liée à :

- La charge de travail, la pression du planning et de la gestion du temps, le souhait de réussir le traitement en cours et la notion d'argent qui peut interférer avec la notion de soin.
- La concentration, l'application attentive, nécessaire pour un travail manuel et intellectuel.
- La communication plus ou moins aisée avec des patient·es anxieux·ses et à la bouche occupée. Les chirurgiens-dentistes sont face à des patient·es qui ont mal en arrivant, ont peur du bruit, de la souffrance sur le fauteuil, de l'ambiance, des injections d'anesthésie. Le stress et l'anxiété de leur part peut être communicative.
- La disponibilité émotionnelle : les dentistes doivent faire preuve d'empathie, savoir gérer le stress des patient·es, diriger une équipe, tout en gardant une juste distance pour ne pas être une éponge émotionnelle.

Le bruit est aussi un facteur augmentant la charge mentale du travail. Les travailleur·euses combinant une charge de travail élevée et une exposition au bruit pourraient avoir (par rapport à ceux exposé·es uniquement au bruit) : (21)

- Une pression artérielle plus élevée
- 2.19 fois plus de risque de déclencher une maladie coronarienne
- Un risque de fonctions cognitives réduites

Cette charge de travail intense, combinée au bruit, peut engendrer du stress, et un épuisement professionnel, communément appelé burn-out. Le Conseil National de l'Ordre des chirurgiens-dentistes a réalisé une étude en 2017, en collaboration avec l'Académie nationale de chirurgie dentaire, utilisant le test de Maslach (cf Annexe 1, ce test permet l'orientation diagnostique d'un burn-out). Les résultats concernant la santé psychologique des 6783 chirurgiens-dentistes répondants sont les suivants : ¹

¹ Conseil National de l'Ordre des chirurgiens-dentistes. « Burn-out : le choc ». https://www.ordre-chirurgiens-dentistes.fr/wp-content/uploads/2020/12/La_Lettre_166_2018.pdf.

- **14% ont déjà eu des pensées suicidaires à cause de leur travail**
- **35% seraient actuellement en situation d'épuisement professionnel**

Une étude américaine de 2001, estime le risque de suicide chez les dentistes américains dans les années 1990 à 4,45 fois plus que la population générale. (22)

Dès 1959, l'American Dental Association recommandait aux praticien·nes de réaliser périodiquement des audiogrammes pour enregistrer toute variation de leur acuité auditive. (23)

3.1. Témoignages

a. **Matériels et méthode**

L'appel à témoins qui a été rédigé dans ce travail de thèse a pour but de montrer les ressentis et les pratiques des chirurgiens-dentistes. Il s'agit d'essayer de comprendre les raisons qui pourraient mener ou non un·e chirurgien-dentiste ou ses collaborateur·rices à se protéger du bruit, et utiliser le son à leur avantage au cabinet.

L'appel à témoin s'adressait à toute personne exerçant au sein d'un cabinet dentaire, d'omnipratique ou de spécialité, afin d'avoir un éventail le plus large possible d'expériences personnelles. La diffusion s'est faite en ligne via le réseau social Facebook. Les réponses ont été recueillies entre Février et Avril 2022. Le texte publié est disponible en Annexe 2, p.102.

b. Témoignages recueillis



[...] Je suis dentiste dans une petite ville à proximité d'une ville de taille moyenne, j'exerce depuis environ 15 ans en omnipratique. Depuis 4 ans, j'ai un exercice orienté en parodontologie. Depuis longtemps, je ne saurais dire depuis quand, j'ai remarqué que **j'ai beaucoup de mal à supporter les sons aigus, les sifflements, les cris stridents des enfants** (y compris ceux de mes enfants) Le terme que j'emploie dans ces cas-là, c'est que "ça me vrille les tympans"... et d'ailleurs ça peut me faire partir dans une **colère noire**, je pensais que c'était dû à mon mauvais caractère !

Il y a quelques années, j'ai fait une névrite vestibulaire (inflammation du nerf vestibulaire de l'oreille interne) qui s'est manifestée par des vertiges et nausées importantes pendant plusieurs semaines. Cette névrite m'a conduite à réaliser **un examen orl approfondi qui a révélé une perte d'audition dans les aiguës déjà importante pour mon âge.**

Suite à ça, j'ai décidé de me faire réaliser des **protections auditives sur mesure chez un audio prothésiste.** Quand je lui ai expliqué que j'avais beaucoup de mal à supporter les sons aigus, il n'a pas été étonné du tout, il m'a dit que mon métier m'exposait à des nuisances sonores importantes pouvant entraîner des lésions irréversibles et que ce que je ressentais était en fait comme une douleur.

Ça ne m'a pas rassuré par rapport à mon audition, mais sur le fait que je n'avais pas si mauvais caractère que ça !

Depuis je porte plus ou moins régulièrement mes protections, je les avais même égarées suite au premier confinement. **Tous les matins, je pense à les mettre autour de mon cou, mais pas forcément dans mes oreilles avant chaque soin... Je ne trouve pas ça très hygiénique, de plus je n'ai pas toujours l'impression de les placer correctement.**

En revanche, lorsque je pense à les mettre et que je les positionne bien, **il est vrai que j'y trouve du confort, je suis un peu dans ma bulle, ce qui ne m'empêche pas de parler et d'entendre mon patient ou mon assistante.**

Du côté des patients, nombreux sont ceux qui se plaignent du bruit des instruments rotatifs et des ultrasons, **il semblerait que ce soit très anxiogène pour eux, parfois bien plus que l'acte en soi.** Pour atténuer ce stress, **je diffuse de la musique et un film animalier** ou un reportage avec de beaux paysages (sans le son). [...]



En exercice libéral depuis 2005, le bruit fait partie intégrante de mon quotidien.

J'ai depuis 15 ans également développer un syndrome de Meniere, la cause exacte n'est pas établie, mais j'ai de ce fait des acouphènes plutôt prononcés à droite, plus légers à gauche ainsi qu'une perte d'audition dans les graves à l'oreille droite.

Ce syndrome m'a valu des crises de vertiges en 2008 peu avant l'ouverture de mon cabinet, lors de ces périodes, je ne supportais plus les bruits métalliques sur les plateaux qui étaient exacerbés et je devais travailler avec des bouchons d'oreilles.

Je n'ai pas eu de nouvelle crise (gestion du stress, sophrologie car aucun traitement d'après mon neurologue et mon ORL) mais je suis appareillée à droite depuis 4ans. La perte d'audition devenait gênante au quotidien dans son aspect social, c'est un handicap invisible. Les acouphènes sont permanents j'ai a priori des cils détruits.

De ce fait, quand je rentre du travail, j'ai besoin de calme... De silence ou de musique relaxante. J'ai découvert la méditation il y a peu qui m'aide à défocaliser sur le son de mes acouphènes.

La perte d'audition est stable depuis des années.

J'ai depuis le Covid et la mise en place des calots et masques +++ beaucoup de mal à supporter ma prothèse auditive avec une compression de l'oreille.

Au quotidien au cabinet j'ai mes playlists qui passent sur mon écran de télé au mur. Plus pour donner une ambiance de détente et que les patients se sentent ailleurs que dans un cabinet dentaire. Je demande à mes amis leurs playlists pour avoir l'impression de passer la journée avec eux, je t'envoie un exemple :

J'utilise uniquement des contre-angles... Pas de turbine. Moins bruyants à mon sens. [...]



Figure 30. Exemple de playlist utilisée par la praticienne



Bonjour Anne-Charlotte,

Le bruit est devenu un enfer pour moi.

Je travaille depuis 20 ans en tant que pédodontiste avec une spécialisation dans le handicap donc le bruit est très fréquent.

Je ne supporte plus grand chose au boulot : les sons aigus, les sons graves, l'aspirateur, les instruments rotatifs (j'ai l'impression d'être sur une piste d'aéroport). Je ne peux pas parler à quelqu'un s'il y a un bruit, par exemple entretien avec mon patient quand mon assistante range les sachets de stérilisation. Le port du masque est problématique et réduit encore plus ma compréhension. **J'ai des protections auditives faites par un audioprothésiste mais je trouve cela désagréable car j'entends mes propres bruits.** Je ne sais pas si c'est normal ou si c'est leur qualité. **Le bruit me fera stopper ce métier** plus tôt que ma retraite officielle car cela contribue à mes envies de changements.

[Au cabinet : compresseur et système d'aspiration combinés dans la Power Tower Dürr Dental, doublement insonorisé]

Dans ma vie perso, téléphoner me demande beaucoup d'efforts, je déteste. Je dois souvent fermer les yeux pour bien entendre quelqu'un. Les bruits urbains m'insupportent. Quand tu dis que tu entends mal, les gens parlent plus fort alors que souvent c'est une affaire d'articulation ou de fréquence. J'ai de la chance, **je n'ai pas d'acouphène ou céphalée mais je peux dire que je suis vraiment inconfortable auditivement et fatiguée mentalement par le bruit.** [...]



[...] Je suis atteinte d'une surdité sévère bilatérale de type oreille interne depuis l'âge de 4 ans (peut être d'origine génétique). J'ai toujours été appareillée. Aujourd'hui mes assistantes sont équipées d'oreillettes antibruit, ainsi que mon associée. Moi-même, je n'ai pas pris de mesures spéciales au cabinet dentaire étant donné que mes appareils sont réglés pour écrêter les sons nocifs. Je travaille depuis peu sur un fond musical pour les patients mais moi je ne l'entends pas car le niveau est très faible. Sinon j'ai toujours eu un télé-secrétariat depuis ma première installation en 1993, ne pouvant que très difficilement communiquer par téléphone. [...]



[...] [Je ne porte] pas de bouchons d'oreille, je travaille seule, j'ai besoin de communiquer moi-même avec les patients.

Au niveau de mon cabinet, il est suffisamment bien conçu pour que les patients en salle d'attente ne perçoivent pas ce qui se passe en salle de soins. Mon compresseur est à l'extérieur, et dans un coffrage.


Je mets un fond de musique en salle de soin, mais léger. Toujours pour ne pas entraver la communication.

Pas de soucis particuliers jusqu'à présent avec le son. Comme je te l'ai écrit plus haut, les patients évidemment s'en plaignent, mais plus par ses caractéristiques de "bruits de la roulette" que par son intensité.

Je souffre depuis toujours d'une hyperacousie, c'est-à-dire que mon ouïe est particulièrement développée. Mais **je ne suis pas gênée par les bruits occasionnés par mon travail**, en tout cas ceux de l'instrumentation au fauteuil. **Je suis en exercice depuis 21 ans, j'y suis habituée.**

Ce qui me gênait le plus dans mon ancienne structure était finalement **le bruit de l'aspiration et du compresseur, qui peuvent être également de véritables polluants auditifs pour nous.** Actuellement, je ne les entends plus, ils sont au sous-sol.

Voilà ma chère petite consœur. Et puis, ce que je te dis tout à la fin, c'est que j'approche la cinquantaine. Alors peut-être que je deviens aussi un peu sourde sans m'en rendre compte... je ne sais pas ! 😊 [...]




Notre exercice demande concentration et application, des éléments extérieurs comme le bruit peuvent nuire à nos performances.

Dans mon exercice, j'ai réussi à rendre le bruit agréable par une **ambiance sonore musicale relaxante : je mets des playlists de Bossa Nova** trouvées sur YouTube, avec des haut-parleurs en salle de soins. Les patients l'apprécient et se focalisent moins sur les bruits de notre instrumentation.

L'agression sonore doit être combattue au maximum dans nos cabinets en réduisant toutes les **alarmes des machines, sonneries de téléphone ou d'entrée**. Il faut adapter au maximum notre cabinet pour que les bruits ne se surajoutent pas au stress des patients.

La communication verbale est aussi un élément qu'il ne faut pas négliger, certains patients ont tendance à parler fort à l'accueil et au fauteuil, charge à nous de les guider pour descendre d'un cran.

C'est dans notre exercice une gestion importante pour un exercice le plus serein possible.



[...] J'ai une gêne auditive, certains jours les **bruits d'aspirations, ultrasons et des contres angle/turbine sont « agressifs » pour moi**.


Pas de mises en place de prévention du bruit au cabinet, mais nous sommes en train d'en faire un nouveau et ça va être **discuté avec notre architecte** (patio dans le cabinet pour que de la salle d'attente, les bruits du cabinet ne soient pas entendus, isolation au plafond)

J'ai fait faire des **protections auditives sur mesure** dans un centre auditif pour atténuer les bruits qui me gênaient. J'utilise **la musique au cabinet, pour détendre les patients** et surtout car j'écoute tout le temps de la musique, je trouve ça « glauque » de travailler sans musique.

Certains patients phobiques ne le sont qu'à cause du bruit, pas la peur d'avoir mal. J'ai régulièrement cette remarque « je n'aime pas le bruit du dentiste ». [...]

Personnellement : je ne suis pas gêné tous les jours, c'est vraiment certains jours où les sons me gênent plus. **Peut-être les jours où je suis plus fatigué qu'un autre ?**

Ma belle-mère m'a fait une remarque une fois « tu n'aimes pas le bruit », j'ai deux enfants en bas âges, et c'est vrai, je suis peut-être moins tolérant aux cris des enfants qu'une autre personne en ayant passé **une journée au cabinet avec du bruit en permanence**. [...]



Bonjour chère consœur, bravo pour ce travail qui touche à mon avis un sujet sensible dans notre profession et dont peu parlent. Les nuisances sonores dans un cabinet sont importantes.

Il paraît, (je n'ai pas vérifié) que la moitié des dentistes finissent sourds. [J'ai fait un contrôle il y a 3 ans et j'ai une perte d'audition]

Pour moi **le bruit est un énorme facteur de stress et de fatigue** je dirais, vraisemblablement au cabinet le premier facteur de stress et de fatigue. **Le plus pénible étant l'aspiration, mais aussi turbine et ultrasons.**

D'autre part, dans un cabinet d'orthodontie nous sommes assez nombreux. J'ai deux collaborateurs, trois assistantes et un prothésiste et **tout ce monde génère aussi beaucoup de bruit** : porte, pas pressés, micromoteur du prothésiste, vibreur à plâtre ainsi que l'autoclave.

J'ai fait faire il y a quelques années des **protections chez des professionnels de l'audition** qui filtrent soi-disant ce bruit, mais outre le fait que ça tient assez mal dans les oreilles, le problème est que on a du mal à entendre le patient quand on met ce genre de protection, donc **la communication devient difficile.**

Je les ai donc abandonnées, ou alors **je ne les mets vraiment qu'en fin de journée quand je ne supporte plus du tout le bruit.** En plus, entre les lunettes, le calot, les protections auditives, la blouse, le masque, on a l'impression un peu d'être dans un scaphandre.

Pour ma part je ne travaille pas en musique, qui me déconcentre mais mon jeune confrère le fait. [...]

c. Discussion

Ces 8 praticien·nes offrent des témoignages similaires, connaissant tou·tes des symptômes auditifs. Ces manifestations sont diverses : douleurs auditives, gêne lors de bruits forts ou aigus, lors du bruit des rotatifs, des ultrasons, des bruits impulsifs et même dans la vie courante. Les symptômes classiques de l'atteinte auditive sont aussi présents : acouphènes, hyperacousie, perte auditive. Iels perçoivent que leur gêne a pu baisser avec le temps, reflétant peut-être leur atteinte auditive, et que la sensation désagréable est plus ou moins intense en fonction de leur propre niveau de fatigue.

D'autre part, ces symptômes entraînent des conséquences variables, telles que de la fatigue, des difficultés de concentration, de l'énerverment, du stress, allant même jusqu'à

souhaiter changer de métier. Bien que certain·nes possèdent des protections auditives personnelles sur mesure, elles ne sont portées que par 2 des dentistes répondant·es, les autres étant gêné·es par leur port ou non habitué·es.

Les solutions mises en œuvre pour moins subir le bruit sont diverses : écouter de la musique, éviter l'utilisation de la turbine, insonoriser strictement et éloigner le compresseur et le système d'aspiration, créer avec un architecte un nouveau cabinet plus paisible et réduire au maximum les sonneries et les alarmes.

Une seule praticienne a parlé de **techniques de gestion du stress**, telles que la sophrologie, la méditation et de temps de récupération auditif.



Synthèse :

51% des chirurgiens-dentistes présentent une perte auditive. Le bruit endommage l'audition et augmente la charge mentale liée au travail, qui elle-même potentialise l'effet du bruit sur l'audition. On voit ici que **le stress est un facteur central de l'atteinte auditive** et doit donc être atténué pour améliorer la qualité de vie.

La charge de travail combinée à une ambiance bruyante entraîne des risques d'augmentation de la pression artérielle, de maladie coronarienne, et de baisse des fonctions cognitives. Selon une enquête de 2017 réalisée par le Conseil de l'Ordre, 1 dentiste sur 7 avait déjà eu des pensées suicidaires liées au travail, et plus d'1 sur 3 étaient en burn-out. Le bruit peut participer à la fatigue, aux difficultés de concentration et de communication, et au mal-être préoccupant des dentistes.

3.2. Altération de l'audition liée à la profession de chirurgien-dentiste

D'après ce que nous avons vu précédemment et les témoignages recueillis, le son dans la profession de chirurgien-dentiste est à risque d'être une source de stress, de fatigue ou d'énerverment, et semble participer à la perte auditive, bien que le bruit soit majoritairement en dessous des niveaux d'alerte officiels de 85 dB. Différentes études se

sont penchées sur la perte auditive des personnes travaillant dans des cabinets dentaires ou dans des services universitaires d'odontologie, qu'elles soient praticiennes ou non.

a. Durant les études universitaires

Durant notre cursus, nous apprenons les gestes techniques en salle de travaux pratiques (TP), où tou-tes les étudiant-es travaillent les un-es à côté des autres. Pendant les TP utilisant des rotatifs, il a été mesuré des niveaux sonores très élevés, de 99 dB(A) (24). Des décalages temporaires de seuils auditifs de plus de 10 dB chez les étudiant-es ont aussi été repérés, (15) et nous avons vu que les décalages temporaires de seuils peuvent, s'ils sont répétés, conduire à une perte auditive permanente. (25)

En odontologie pédiatrique dans une clinique dentaire universitaire, une étude de 2020 mesurait un pic d'intensité de 112,9 dB(A) dû au nombre d'instruments utilisés au même moment, couplés aux manifestations vocales de certain-es enfants. (15) Ce niveau sonore correspond à celle d'un marteau piqueur, et notre oreille a une capacité de 30 secondes avant de subir des dommages irréversibles. ¹

Les chirurgiens-dentistes sont donc déjà exposé-es durant leurs études aux bruits intenses et potentiellement traumatisants pour leur système auditif. Pourtant, ce risque pour la santé générale des praticien-nes ne constitue pas un enseignement universitaire, contrairement à la radioprotection, ou à la protection face aux accidents d'exposition au sang.

b. Utilisation des instruments et perte auditive

Les détartrages et les débridements radiculaires sont les actes principaux utilisant les ultrasons, les bruits les plus nocifs et dérangeants présents au fauteuil (4,26,27). Sur le site d'Acteon® Satelec®, fabricant et commercialisant les équipements Newtrons et des inserts ultrasoniques largement utilisés par les étudiant-es à l'hôpital et les praticien-nes dans les cabinets dentaires, aucune information sur le niveau sonore de leurs équipements

¹ « Santé et sécurité au travail - INRS ». Consulté le 7 juillet 2022. <https://www.inrs.fr/>.

n'est disponible. Malgré de nombreux contacts par email et par téléphone, et leur affirmation de souhait de me les procurer dans les plus brefs délais je n'ai, après plus d'un mois de demandes, pour l'instant pas eu accès à ces informations.

Le son vient du contact dentaire, les ultrasons en eux-mêmes étant inaudibles, autour de 25 000 Hz, entre 70 et 120 dB. (4) Une étude a été menée, testant 60 chirurgiens-dentistes (majoritairement droitier·ères) avant et immédiatement après une utilisation d'ultrason pendant 60 minutes, (4) un temps réalisable au cabinet lors de plusieurs détartrages à la suite ou d'un débridement non chirurgical.

- Lors de l'audiométrie tonale (cf. p.19), les seuils ont augmenté pour toutes les fréquences, réduisant temporairement entre 63 % et 66 % la capacité auditive des dentistes, avec les déficits les plus élevés pour l'oreille gauche. (4)
- La tympanométrie et le test du réflexe stapédien (cf. p.19) donnent indirectement l'état de l'oreille moyenne. Il fallait une augmentation du son de 12,2% à 15,04% pour déclencher le réflexe stapédien des praticien·es. (4)
- L'otoémission acoustique provoquée (cf. p.18) est générée par les cellules ciliées de la cochlée. Ici, une réduction des OEAP entre 38,5 % et 62,75 % a été constatée, de façon plus prononcée à gauche. Une réduction de l'OEAP suggère une atteinte des cellules de l'oreille interne. (4)

Les résultats illustrent **les symptômes du déplacement de seuil temporaire** où une **atteinte temporaire de l'oreille moyenne et de l'oreille interne est constatée**. (4)

Dans une autre étude, des détartrages avec ultrason et pompe à salive ont été réalisés sur des sujets ayant une audition normale. Chacun a ensuite subi une IRM cérébrale, avec trois bandes sonores en ordre aléatoire, écoutées durant l'examen : l'enregistrement d'un détartrage, le bruit d'une aspiration seule et la note pure d'un détartrage. (26) Les mêmes aires cérébrales sont activées pour ces trois sons, sauf l'amygdale qui s'active uniquement pour l'enregistrement du détartrage, montrant l'activation du système d'alerte des patient·es. (26)

Usage des rotatifs

Table 1. Noise Levels for Dental Lab and Oratory Instruments¹¹

Studied equipment	Studied process	N	Mean	Standard deviation	Standard error	Minimum	Maximum
Noise levels [dB(A)], contra-angle handpiece in pre-clinical area							
Contra-angle handpiece (brand new)	Only turned on	6	70.97	1.80	0.73	68.9	73.5
	Cutting on typodont	6	72.15	5.02	2.05	67.1	77.8
Contra-angle handpiece (used)	Only turned on	6	71.58	1.90	0.78	69.5	74
	Cutting on typodont	6	74.82	4.32	1.76	69.5	81
Noise levels [dB(A)], clinical equipments							
Ultrasonic scaler	Without suction pump	6	64.48	12.20	4.98	51.7	77.4
	With suction pump	6	76.70	6.35	2.59	69.1	83
Turbine (brand new)	Only turned on	6	68.20	1.20	0.49	66.9	69.6
	Cutting on tooth	6	73.58	3.64	1.49	69.7	78.8
Turbine (used)	Only turned on	6	70.27	2.12	0.86	68.1	72.7
	Cutting on tooth	6	89.72	1.55	0.63	87.4	91.9
Contra-angle handpiece (brand new)	Only turned on	6	69.72	1.73	0.71	67.6	71.7
	Cutting on tooth	6	68.22	2.97	1.21	65.6	72.4
Contra-angle handpiece (used)	Only turned on	6	67.13	1.74	0.71	64.9	69.2
	Cutting on tooth	6	68.17	2.01	0.82	66.1	70.9
Micro motor handpiece	Only turned on	6	77.70	1.97	0.80	74.9	80.7
	Cutting on tooth	6	82.87	8.32	3.40	74.4	92.2
Suction pump (low volume)	Running free	6	77.85	7.19	2.94	70.3	87.2
	Touch mucosa	6	72.40	4.29	1.75	66.3	78.1
Suction pump (high volume)	Running free	6	75.12	6.37	2.60	68.9	81.7
	Touch mucosa	6	76.47	6.76	2.76	69.3	84.4

Figure 31. Tableau présentant des mesures de niveau sonore des instruments utilisés au fauteuil, Étude de Ian D. Murray (2020) (15)

Ce tableau présente différentes intensités acoustiques d'instruments mesurées au cabinet. Ont été comparés des instruments neufs et des instruments usés, à chaque fois mesurés en fonctionnement à vide puis en action. « Instruments usés » signifie ici des instruments fonctionnels, mais de plus d'un an. (15) (28) On observe que pour les rotatifs, le bruit est toujours plus intense en action sur une dent qu'à vide. **Un contre-angle usé ne produira pas significativement plus de bruit qu'un neuf.** Au contraire, **une turbine neuve produira entre 73.58 et 78.8 dB, alors qu'une turbine usée produira entre 89.72 et 91.9 dB**, sachant que ces bruits sont enregistrés sans aspiration concomitante. L'aspiration avec un gros volume produira entre 76.47 et 84.4 dB. Pour un seul insert à ultrason en cours d'utilisation, le bruit moyen se situe entre 84 et 91 dB. (4) **En combinant l'utilisation de rotatif et de l'aspiration**, l'intensité sonore mesurée peut s'élever à **94.8 dB(A)**. (25)

Temps d'utilisation des rotatifs

Il existe une corrélation entre le temps quotidien d'utilisation des rotatifs et la perte auditive :

- Les déclarant-es de perte auditive utilisent significativement plus les rotatifs combinés à l'aspiration : 4,5h/jour contre 3,7 pour ceux qui ne rapportent pas de perte auditive. (25)
- Dans une étude comparative entre des médecins généralistes et des dentistes, exerçant depuis plus de 10 ans, des symptômes sont associés au bruit chez 30% des dentistes et chez 14% des médecins. (28) Les médecins généralistes sont un exemple de personnes de la population générale, mais ont été choisis ici pour la similarité de leurs activités extérieures, de leurs choix de quartiers, de voitures, de loisirs, de cabinet médical et de début d'étude universitaire. De plus l'étude prenait en compte les antécédents d'hypoacousie dans la famille, d'hypertension, de consommation de tabac et de maladie ORL. (28)
- Les chirurgiens-dentistes qui n'utilisent pas de rotatifs fréquemment, comme les chirurgiens exclusifs ou ceux spécialisé-es en dermatologie buccale, ont des scores d'acouphènes et de perte auditive comparable à la population générale. (15)

c. Hypertension et perte auditive

L'hypertension et les médicaments pour la traiter sont depuis longtemps indiqués comme associés à la mauvaise santé auditive : perte auditive, acouphènes ou les deux. (29) Une étude canadienne de 2021, montre que l'hypertension est associée à 1.7 fois plus de risque de présenter un problème de santé auditive chez les hommes, et 1.6 fois plus chez les femmes (après prise en compte de l'âge, de la santé générale, de l'exposition au bruit et de la socio-démographie des sujets). (29) Cette affection courante est un facteur de risque éventuellement modifiable, sur lequel il est possible d'agir pour la réduire. (29)

d. Tabac et perte auditive

Le tabac est un facteur aggravant de perte auditive, que l'on soit fumeur·euse actif·ve ou passif·ve. Cela est dose-dépendant : plus on fume, plus l'effet auditif sera fort. (30) Mais c'est aussi réversible : les ex-consommateur·rices ne sont pas plus atteint·es que les non-fumeur·euses. Arrêter ou réduire sa consommation de tabac est donc un facteur protecteur pour l'audition. (30) Une étude réalisée en Grande Bretagne montre que parmi un groupe de travailleurs, ceux qui fument depuis longtemps auraient un plus grand risque que les autres de développer une perte auditive entre 3000 et 4000 Hz. (31)

e. Acouphènes

Une étude américaine rapporte que 1 dentiste sur 3 indique être sujet·te aux acouphènes, dont 1/3 les définit comme gênants ou très gênants et 2/3 les disent constants. **Pour toutes les tranches d'âge interrogées, le pourcentage de dentistes touché·es par les acouphènes est significativement plus élevé que dans la population générale** américaine. (25)

Une étude réalisée aux Émirats Arabes Unis semble, elle, montrer que les acouphènes seraient encore plus courants chez les prothésistes dentaires : 37% d'entre elleux répondent en subir continuellement. Suivent ensuite les hygiénistes (profession inexistante en France, le rôle de prophylaxie étant attribué aux chirurgiens-dentistes) qui utilisent beaucoup d'ultrasons, très traumatiques pour l'audition. De plus, 39% des chirurgiens-dentistes et prothésistes déclarent être gêné·es par le bruit pour communiquer entre elleux et avec les patient·es. (32)

Le nombre de chirurgiens-dentistes américain·es rapportant un diagnostic médical de perte auditive est proportionnellement moins important que la moyenne américaine de même tranche d'âge. La perte auditive est donc ressentie, mais iels ne prennent pas rendez-vous chez l'ORL. (25) La raison de ce manque de suivi médical n'est pas évoqué dans cette étude.



Synthèse :

Durant leurs études universitaires, les futur-es dentistes sont exposé-es à des bruits extrêmement intenses, en salles de TP et en clinique universitaire. La prévention et les conseils, comme le port de protections auditives individuelles, ou les enseignements universitaires sur le sujet semblent insuffisants.

Au cabinet, les dentistes, mais aussi leurs collaborateur-rices subissent les effets néfastes du bruit. La turbine est un instrument pouvant produire un son très intense. Selon le tableau de la *Figure 23*. Niveaux d'exposition au bruit admissibles en milieu de travail, **la turbine usée ne pourrait être utilisée que entre 30 minutes et 1h pour ne pas créer de lésion irréversible** sur l'appareil auditif du-de la chirurgien-dentiste.

Ces facteurs de perte auditive, inhérents au métier, peuvent être potentialisés par des comorbidités comme que l'hypertension, et des comportements à risque tels que la consommation de tabac.

4. Les patient-es

Le son est aussi un élément important dans notre prise en charge des patient-es. L'anxiété générée par les bruits de détartrage et de fraisage, ou leurs souvenirs, peuvent être difficile à gérer pour nos patient-es. Certain-es d'entre elleux présentent une sensibilité accrue aux sons, notre vigilance doit donc être toute particulière lors de nos rendez-vous avec ces patient-es. Nous allons présenter les différents troubles en cause, pour comprendre et aider au mieux nos patient-es.

4.1. Les troubles du spectre autistique

Selon le DSM-5 (Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux), le trouble du spectre de l'autisme (TSA) est un trouble neurodéveloppemental. (33) Les patient-es peuvent présenter des déficits persistants pour la communication verbale ou non verbale,

pour les interactions sociales, ainsi que des comportements, des intérêts ou des activités restreint-es, répétitif-ves et stéréotypé-es. Iels peuvent être sujet-tes à une réactivité sensorielle exacerbée. **Le toucher ou le son** provenant de stimuli extérieurs peuvent engendrer des réactions négatives très fortes. (33)

Une **hypo-perfusion tempore bilatérale** a récemment été décrite dans les TSA. Ces régions du cerveau sont habituellement activées à l'écoute de sons similaires à la parole. (34) De plus, les aires activées à l'écoute d'un son semblent orientées vers **l'identification de la durée d'un son** plutôt que vers **l'identification du sens**, et les sons semblables à la parole pourraient être perçu comme des sons électroniques. (34) Plus de 60 % des personnes atteintes d'un TSA sont touchées par l'hyperacousie. (35)

4.2. L'hyperacousie

L'hyperacousie, au même titre que l'hypoacousie, est un **défaut d'audition**, où certains bruits sont perçus plus forts qu'ils ne le sont. En lien avec la psychologie de l'individu et sa structure cérébrale, elle concerne 10 % de la population. Contrairement à une idée reçue, l'audition n'est pas supérieure à la moyenne, mais **le niveau d'inconfort sonore est situé plus bas**. Le seuil de détection sonore est souvent plus élevé, donc **les sons faibles sont moins bien perçus**. Les patient-es peuvent ressentir des maux de tête, de la fatigue et des difficultés de concentration. (36) (37)

Des affections rares telles que le syndrome de William-Beuren ou la paralysie faciale de Bell peuvent provoquer une hyperacousie. (37) Mais dans la grande majorité des cas, elle se développe au cours du temps. Cela commence par une fatigue auditive, qui comme nous l'avons vu est présente en fin de journée bruyante, augmente le stress et baisse la qualité du sommeil. Une sensibilité accrue s'installe et commence par des gênes importantes aux sons soudains ou forts, comme des sirènes ou des concerts. **L'hyperacousie réelle** survient après un traumatisme auditif aigu ou chronique. (36) L'oreille interne est lésée, les sensations auditives sont amplifiées car l'oreille n'agit plus comme un filtre. La gêne auditive s'étend vers les voix fortes, le vent, des bruits de circulation, etc. Des acouphènes sont présents dans 80 % des cas. Certaines personnes font

face à des **hyperacousies douloureuses**. L'oreille interne a été fragilisée de nouveau, et la capacité de résistance a diminué. Des douleurs peuvent survenir, et cela dès 40 dB (soit le niveau sonore moyen à la campagne d'après la Figure 1. Échelle du bruit : niveaux sonores et durées limites d'exposition p.16), ce qui handicape tous les aspects de la vie. Les acouphènes fréquents provoquent des crises intenses. (36)

Les personnes touchées peuvent développer des comportements de protection, comme le port de bouchons réducteurs de bruit de façon régulière ou l'évitement d'événements bruyants et de contact social. **La consultation dentaire est ainsi fréquemment évitée**, par crainte de douleurs auditives ou d'amplification des acouphènes.¹ **56% des patient-es hyperacousiques adressé-es chez l'ORL présentent au moins un trouble psychiatrique**, principalement des troubles anxieux, mais aussi dépression et syndrome de stress post traumatique, ou des comorbidités dont les causes sont inconnues comme la fibromyalgie, ou le syndrome de fatigue chronique. (38)

4.3. Phonophobie et acouphènes

La phonophobie est un **trouble d'origine psychologique** qui déclenche la peur de certains sons et bruits. **Ce n'est pas un trouble de l'audition**, contrairement à l'hyperacousie. Elle peut être déclenchée par un traumatisme psychologique, sonore, ou être la conséquence d'une hyperacousie où la personne se met à l'écart des sons gênants. Dans ce cas-là, l'oreille perdra l'habitude des sons forts, et les symptômes ne feront que s'accroître. **Il faut protéger ses oreilles des sons trop forts, mais pas des sons de la vie courante, sinon le seuil de tolérance va baisser.**²

Les personnes qui souffrent de phonophobie anticipent et évitent à tout prix ces sons forts et/ou soudains.³ La phonophobie des sons du cabinet dentaire est répandue, elle fait partie des peurs les plus présentes, avec la peur de la douleur. Les patient-es appréhendent avant le soin, en anticipant « le bruit de la roulette », et durant le soin, ce bruit augmente leur anxiété. (39)

¹ « L'Hyperacousie ». France Acouphènes. <https://www.france-acouphenes.fr/hyperacousie.html>.

² Fondation Pour l'Audition. « La phonophobie ». <https://www.fondationpourlaudition.org/fr/la-phonophobie-757>.

³ La phonophobie - Qu'est-ce que la phonophobie? <https://www.hear-it.org/fr/La-phonophobie>.

Sur de nombreux forums, comme Oreille Malade¹, des discussions portent sur les consultations dentaires, et l'appréhension de certains soins bruyants tels que les détartrages, les évictions carieuses ou les préparations dentaires pour couronne. Cette phonophobie est un frein à la consultation pour de nombreux·ses patient·es. Elle amène même certaines personnes à exprimer le souhait de se faire extraire des dents plutôt que les soigner. Comme toute phobie, elle peut se résoudre ou s'atténuer par de la psychothérapie cognitivo-comportementale, alliée à des thérapies musicales. Adresser vers des psychologues est donc essentiel pour leur qualité de vie et leur accès au soin.

Après mon rendez-vous chez mon dentiste, j'ai eu une très grosse augmentation de mes acouphènes pendant plusieurs semaines [...]

J'ai travaillé sur mon hyperacousie pendant plusieurs mois, et j'ai pu retourner chez le dentiste mais j'ai changé pour un dentiste avec du matériel plus récent et un peu moins bruyant. Je n'ai eu aucun souci, j'étais préparé mentalement car je pense qu'il y avait dans mon cas une grosse part de stress, néanmoins je pense aussi que ça m'a laissé quelques séquelles. [...] **car clairement le stress et l'anxiété accentuent de manière considérable la chose.**

Je ne pense pas que des boules Quies servent à grand-chose étant donné que le bruit est aussi ressenti par la conduction osseuse et donc l'aspect psychologique reste présent et c'est le plus gros problème selon moi. [...]

Extrait d'un message du forum oreille-malade.com

L'effet d'occlusion

Des débats animent les forums à propos du port ou non de bouchons d'oreilles. En effet, ils obstruent le conduit auditif, mais n'empêchent pas le son induit par les rotatifs en contact avec les dents de parvenir à l'oreille interne par conduction osseuse. L'effet d'occlusion décrit **l'augmentation de la pression acoustique dans l'oreille engendrée par son occlusion.**² Cela entraîne une sensation d'augmentation de nos bruits internes lorsque les oreilles sont obstruées. Ainsi, lorsqu'on se bouche les oreilles, notre voix nous paraît plus grave et résonnante, et notre respiration plus intense.

¹ Oreille Malade https://www.oreille-malade.com/?s=dentiste&subset=topic&bp_search=1.

² Bruitparif. <https://www.bruitparif.fr/bruitparif/>.

Cependant, la littérature montre que l'effet d'occlusion est inversement proportionnel à la fréquence. Si l'augmentation sonore interne ressentie est de 19 dB pour 250 Hz, soit un bruit presque 4 fois plus fort, pour 1000 Hz elle n'est plus que de 3 dB, ce qui représente une faible différence. ¹ Plus le bouchon est enfoncé profondément, plus la cavité de résonance entre le bouchon et le tympan est petite, et plus cet effet diminue en passant à 9 dB pour 250 Hz et à 0 dB pour 1000 Hz. L'effet d'occlusion n'existe presque plus à partir de 2000 Hz. (40) Indiquer ces connaissances à nos patient-es est important, pour qu'ils puissent porter sereinement leurs bouchons d'oreilles durant le soin car les bruits au fauteuil se situe à des fréquences plus élevées.

4.4. Le syndrome d'arrêt des antidépresseurs

Le DSM-5 fait état de manifestations sensorielles pouvant survenir quelques jours après un arrêt brutal d'antidépresseur, après au moins un mois de prise continue. (33) Cela se manifeste par de nombreux symptômes sensoriels et somatiques, dont une hypersensibilité au bruit et à la lumière et des acouphènes. Ces symptômes se résoudront spontanément en quelques jours, ou en réintroduisant un antidépresseur puis en effectuant cette fois-ci un sevrage progressif. C'est la paroxétine, un inhibiteur sélectif de la recapture de la sérotonine qui est le plus souvent associé à ces symptômes. (33)

Synthèse :

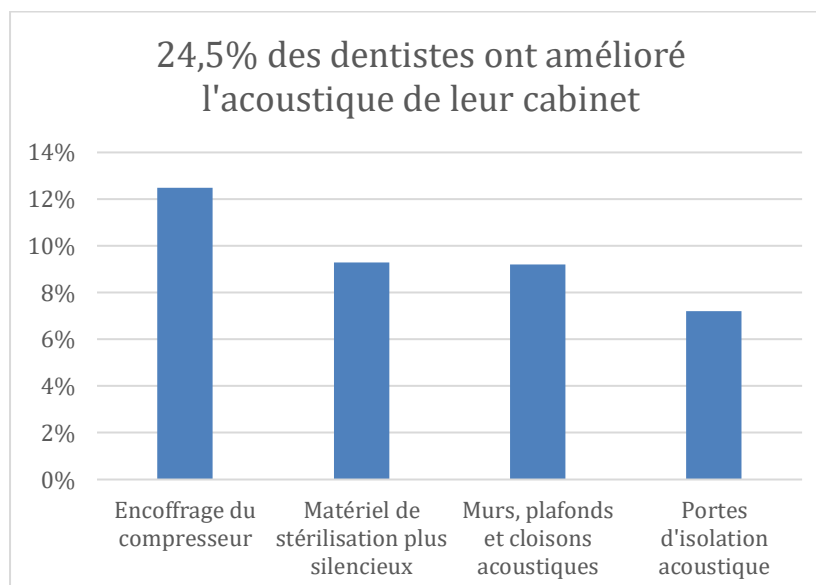
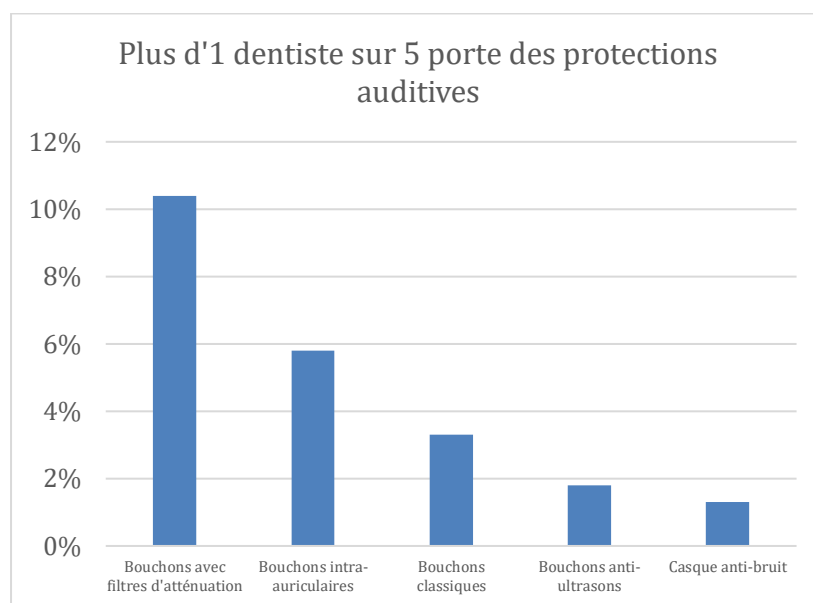


Nos patient-es peuvent présenter des appréhensions et des sensibilités particulières, liée à des pathologies générale ou auditives, des troubles psychiques ou psychiatriques. Ces difficultés peuvent être atténuées grâce à des séances d'habituations, le port d'un casque anti bruit qui même s'il ne modifiera pas la conduction osseuse, protégera néanmoins les oreilles, ou une prémédication sédatrice en cas de phobie limitant l'accès aux soins.

Prendre en compte les difficultés de nos patient-es, leur témoigner notre compréhension et les rassurer sera une part essentielle de la prise en charge et de leur retour régulier vers les soins dentaires.

III. Solutions d'adaptation au cabinet dentaire

Comme nous l'avons vu à travers les témoignages de dentistes, ceux qui subissent le plus le bruit ont mis en place des ajustements pour améliorer leurs conditions d'exercice. En 2017, l'Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire (UFSBD) a mené une enquête sur ces solutions mises en œuvre. (41) Les résultats, présentés dans les histogrammes suivants, sont à considérer en prenant en compte le fait que les dentistes répondant·es étaient potentiellement des praticien·nes plus touché·es ou intéressé·es par ce sujet, d'où leur participation. Les chiffres ci-dessous peuvent donc être surévalués :



1. Protections auditives individuelles

Les chirurgiens-dentistes ont besoin de se soustraire aux bruits engendrés par leurs soins et par le reste du cabinet, tout en entendant leurs patient-es et assistant-es. Le port de lunettes de correction ou de protection est essentiel au cabinet. A cause des branches de celles-ci, les Protections Individuelles Contre le Bruit (PICB) de type casque sont inadaptées, nous leur préférerons donc des bouchons¹. Au niveau ergonomique, le port de lunettes équipées de loupes binoculaires permet une position optimale par rapport à notre patient, mais elles permettent aussi de mettre plus de distance entre les oreilles des praticien-nes et la source de bruit, ce qui réduit le bruit reçu. (15)

1.1. Caractéristiques nécessaires

Les PICB de type bouchons doivent avoir un marquage CE, attestation de conformité aux exigences européennes, ainsi que porter la norme NF EN 352-2.¹ Les PICB appropriées aux spécificités du métier de chirurgien-dentiste sont caractérisées par :

- Une atténuation efficace des fréquences aigues nocives
- Une filtration acoustique sélective des fréquences de la parole
- Un confort de port pour une utilisation de plusieurs heures. Plus les bouchons seront portés, plus les oreilles seront protégées.
- Une bonne ergonomie, pour être aisées de mise en place et de retrait. Les bouchons peuvent être reliés par un cordon clipsé au col de la blouse.

1.2. Les types de fonctionnement

Les **protections passives** sans électronique, sont de simples barrières physiques au son, sans modulation en fonction du bruit environnant. L'atténuation est due au matériau absorbant et créant une occlusion du conduit auditif. ¹ Les bouchons avec filtres acoustiques réduisent fortement le passage des fréquences élevées, qui sont les plus

¹ Institut National de la Recherche et de la Sécurité et Alain Kusy. « Les équipements de protection individuelle de l'ouïe, Choix et utilisation ». INRS, juin 2009. <http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-868/ed868.pdf>.

nocives ¹, et de façon moindre les fréquences moyennes et basses. Ainsi, les bruits environnants sont réduits, mais le lien avec les patient-es et les collègues est préservé.

Les **protections actives**, intègrent un système électronique dans leur fonctionnement. Ce système peut être « à atténuation dépendante du niveau sonore » ambiant, particulièrement efficace pour les bruits impulsionsnels, ou être « à réduction active du bruit » en captant le son et le renvoyant en opposition de phase, pour l'annuler.² Ce dernier dispositif est majoritairement efficace pour les basses fréquences, ce qui est peu adapté au cabinet dentaire.³

1.3. Les types de formes

Les bouchons à façonner, en mousse ou en cire s'adaptent au conduit auditif, mais entraînent un inconfort important après quelques heures de port. De plus, les fréquences sont réduites de façon uniforme, donc la parole sera difficilement compréhensible.¹

Les bouchons préformés peuvent être actifs ou contenir des filtres passifs interchangeable et adaptables aux différents besoins. Ils sont aisés de mise en place, mais le confort n'est pas optimal, n'étant pas sur mesure.¹

Les bouchons sur mesure sont parfaitement adaptés à l'anatomie, ce qui offre un grand confort de port. Ils peuvent être actifs ou passifs grâce à des filtres interchangeables.¹

1.4. Exemples de protections passives et actives

Les bouchons PasStop[®] du concepteur Interson Protac sont des bouchons en silicone, réalisés sur mesure. Ils comprennent une chambre d'atténuation permettant d'atténuer fortement les hautes fréquences et d'assurer une transmission des fréquences parlées, bien moins réduites⁴. Plusieurs modèles sont disponibles en fonction de la situation et de la nature des bruits, leur prix étant autour de 100 à 200 euros. Chaque modèle est

¹ « CidB : Centre d'information sur le Bruit ». <https://www.bruit.fr/>.

² Institut National de la Recherche et de la Sécurité et Alain Kusy. « Les équipements de protection individuelle de l'ouïe, Choix et utilisation ». INRS, juin 2009. <http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-868/ed868.pdf>.

³ Institut National de la Recherche et de la Sécurité et Alain Kusy. « Les équipements de protection individuelle de l'ouïe, Choix et utilisation ». INRS, juin 2009. <http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-868/ed868.pdf>.

⁴ INFORISQUE | Risques professionnels et prévention SST. <https://inforisque.fr/>

disponible avec différents filtres, présentant des indices globaux d'affaiblissement variables, selon les besoins individuels, et la possibilité d'entendre plus ou moins la voix humaine. Pour connaître le modèle idéal, il faut consulter un audioprothésiste. ²



Figure 32. Photo du PasStop® T, sur mesure, avec filtre acoustique ¹

Les bouchons d'oreille Tilde® Air du concepteur Orosound présentent de nombreux avantages (17). Ils contiennent deux filtres actifs : le premier est un filtre directionnel, qui est capable de situer la provenance d'un son dans l'espace ; le second est un filtre fréquentiel, qui permet de trier les fréquences que l'on souhaite atténuer ². Les Tilde® Air présentent 9 micros permettant de diminuer l'effet d'écho et l'effet d'occlusion (cf. p.63). De plus, la réduction de bruit active est modulable, de 0 dB à 30 dB. Lors d'une utilisation de réduction de bruit uniquement, sans se connecter au Bluetooth, le Tilde® Air possède jusqu'à 15h d'autonomie. Il pèse 40 grammes, et possède des embouts de différentes tailles.³ Il est vendu entre 260 et 360 euros. Ce dispositif n'est pas sur mesure, le confort ne sera donc potentiellement pas optimal.



33. Photographie du Tilde® Air ¹

¹ INFORISQUE | Risques professionnels et prévention SST. <https://inforisque.fr/>

² <https://www.orosound.com/fr/> Tilde® Air | Écouteurs anti-bruit ultra-légers

³ Les Numériques. « Tilde : des intras intelligents pour votre bien-être au travail »

Quelle que soit la PICB utilisée, l'atténuation effective est moindre que celle annoncée par le fabricant, à cause des mouvements au cours de la journée et de la possibilité de mal les insérer¹. Pour cette raison, les PICB moulées sur mesure évitent les erreurs de mise en place et assurent une protection plus étanche. De plus, **il ne faut pas viser systématiquement la plus forte réduction de bruit possible**, car l'ouïe est un sens important, qui permet de guider le chirurgien-dentiste dans ses gestes. L'atténuation doit donc permettre aux bruits lors des soins de revenir vers des intensités plus confortables, sans les annuler totalement.¹

Le professeur Brian Millar, professeur et chirurgien-dentiste au King's College à Londres, développe, avec des ingénieurs en mécatronique, un casque audio pour les chirurgiens-dentistes. Ce casque sera spécifiquement créé pour cette profession, filtrant uniquement les fréquences entre 1500 et 10 000 Hz. Les articles publiés lors de leurs recherches datent de 2006 et 2008, mais le prototype n'est pas encore commercialisé par manque d'investissement financier et la difficulté à atténuer spécifiquement des hautes fréquences, très variables. Contacté par courrier électronique, le Pr. Millar m'a dit tester son prototype au Royaume-Uni et en Espagne.

Synthèse :



Bien que les bouchons réducteurs de bruits soit une solution connue, envisagée et même parfois achetée, les chirurgiens-dentistes et leurs collègues les utilisant sont une minorité. Le temps d'habituance, l'inconfort en cas de mauvaise mise en place, le choix de bouchons non adaptés à la communication verbale, la sensation de porter un dispositif supplémentaire en plus du masque et des lunettes, ou la sensation des dentistes expérimentés que le son n'est pas nocif, sont tout autant de raisons dissuadant du port des PICB.

Bien que des dispositifs efficaces soient commercialisés, pour le moment, aucun spécialement conçu pour la pratique de la chirurgie dentaire n'est encore disponible.

¹ « Santé et sécurité au travail - INRS ». Consulté le 7 juillet 2022. <https://www.inrs.fr/>.

2. Utilisation du son en salle de soin : la musique

La musique est utilisée en salle de soin par les chirurgiens-dentistes : c'est un outil de distraction et de relaxation pour les patient-es et pour les praticien·nes. Les sons musicaux servent à équilibrer le côté désagréable des bruits engendrés par les soins. La musique est particulièrement agréable car elle **permet de réduire la perfusion sanguine cérébrale des aires associées à l'anxiété et à la peur, et active le circuit de la récompense**, ce qui procure du plaisir. (7) (42) L'écoute de musique au sein du cabinet est à ne pas confondre avec la musicothérapie, une forme de travail psychologique autour de la musique, difficile à mettre en œuvre dans un cabinet dentaire d'omnipratique. (43)

Dans les témoignages (cf. p.48), certain-es praticien·nes écoutent toujours leurs propres playlists et d'autres varient en fonction de leurs envies ou de celles de leurs patient-es. On pourra ainsi adapter la musique à l'âge des patient-es et à l'acte : chanter des comptines avec un-e enfant, augmenter le volume sonore pour un acte bruyant, le baisser pour une consultation ou l'éteindre complètement. Une revue de littérature décrit une augmentation de l'effet anxiolytique de la musique lorsque de la musique classique est utilisée, d'autant plus avec les compositions de Mozart et de Beethoven (9)

La diffusion de musique dans la salle de soin n'entraîne pas de déclaration à la SACEM (Société des Auteurs Compositeur Éditeurs de Musique) car la salle de soin est considérée comme un espace privé, contrairement à la salle d'attente. Certain·nes dentistes font donc le choix de ne pas diffuser de musique en salle d'attente. Pourtant, une revue de la littérature publiée en 2022, montre que la musique dans les espaces communs, là où les personnes patienteront avant le soin est un facteur majeur de réduction de l'anxiété. (9)

Synthèse :



Pour les dentistes et les patient-es, la musique est un moyen d'abaisser le stress et de ressentir du plaisir, permettant aussi aux patient-es de se concentrer sur autre chose que le soin. Cela peut devenir un moyen de communication, à travers la discussion à propos de la musique, le choix du type de playlist, etc. **Son effet sur le cerveau démontré, c'est avec notre propre expérience personnelle que cet outil s'intégrera, ou non à notre pratique quotidienne.**

3. Solutions pour limiter la propagation du bruit dans le cabinet

3.1. Limiter le bruit des machines

Les compresseurs sont des appareils qui utilisent l'air ambiant filtré. Ils le renvoient sous pression vers le ou les fauteuils du cabinet. Cela crée beaucoup de bruit. Les données accessibles des niveaux sonores générés par les compresseurs dentaires sont les données fournies par les fabricants, et non des données mesurées par des indépendants. En Annexe 3 : Caractéristiques techniques des compresseurs dentaires Dürr Dental p.103, on peut observer les caractéristiques techniques des compresseurs dentaires de Dürr Dental. Le fabricant propose lui-même des capots d'insonorisation. Pour exemple, le niveau sonore du compresseur Tornado 2 peut donc passer de 68 dB initialement, à 56 dB avec le meilleur capot d'insonorisation, soit 12 dB de moins et une sensation de niveau sonore plus de 2 fois moins fort¹. Le niveau sonore du compresseur Trio passera lui de 67 dB initialement à 49 dB dans un caisson d'insonorisation vendu par le fabricant, soit 18 dB de moins.

D'autres fabricants tels que ClinicAir ou CATTANI ² proposent des capots ou des meubles d'insonorisation pour leurs compresseurs dentaires, signal que la nuisance sonore des compresseurs est devenue un critère de choix pour les chirurgiens-dentistes et donc un critère à améliorer pour les constructeurs.

Les moteurs d'aspiration sont des appareils plus bruyants que les compresseurs (cf. Annexe 4 p.103), souvent entre 55 dB et 65 dB en fonction du nombre de fauteuils reliés. Ici il n'y a pas de proposition de capot ou de meuble d'insonorisation, il faudra en faire faire un sur mesure, ou isoler les cloisons de la pièce fermée.

¹ Campagne pour une Meilleure Audition. « Echelle du bruit », <https://www.pourunemeilleureaudition.fr/2018/02/05/baisse-de-laudition/echelle-du-bruit/>

² Aspiration TechnoJet- CATTANI <https://comptoir-dentaire.com/5134-aspiration-techno-jet-cattani.html>.

3.2. Organisation spatiale

L'organisation spatiale du cabinet est primordiale. Bien-sûr cela s'applique principalement à un cabinet non construit, ou pouvant être remodelé, les salles modifiées, ou la structure agrandie.

La salle de stérilisation, pourrait ne pas avoir de cloison commune avec la salle de soin, sans se situer trop loin dans un besoin pratique, pour éviter un passage direct des ondes sonores à travers le mur mitoyen. La salle radio avec la panoramique peut constituer un bon sas entre les deux pour limiter le bruit. Si l'éloignement n'est pas possible, des murs et des portes acoustiques pourront apporter un certain confort auditif. (44) Cela est aussi valable entre des salles de soin, où les cloisons devront laisser sortir le moins de bruit possible, pour le confort des autres chirurgiens-dentistes, des assistant·es et des patient·es. Disposer les portes des différentes salles de soin en décalé et non face à face permet de réduire efficacement la propagation du bruit. (44)

3.3. Isolation acoustique

L'isolation acoustique limite le son provenant des pièces environnantes. (45) Les locaux peuvent être isolés acoustiquement, même s'ils sont préexistants, bien que cela puisse être légèrement moins facile ou moins efficace. L'isolation acoustique répond à plusieurs lois :

- La loi de masse : plus une paroi est lourde, plus elle atténue des ondes sonores.
- La loi masse-ressort-masse : un matériau entre deux parois permet d'atténuer encore plus efficacement les ondes sonores.
- La loi d'étanchéité : en cas de fissure, de joint non étanche ou de passage possible, le son s'engouffrera.

Les paragraphes suivants ne sont que des pistes pour mieux comprendre les possibilités s'offrant aux chirurgiens-dentistes pour améliorer l'acoustique de leurs cabinets entre les différents espaces. Faire appel à un·e architecte spécialisé·e en acoustique ou à un·e ingénieur·e acousticien·ne est recommandé. (45)

Pour **l'isolation des murs**, selon la loi de masse, des matériaux lourds et épais sont idéaux.¹ Mais cela n'est valable que pour un bâtiment en cours de construction. Pour améliorer l'acoustique d'un cabinet existant, les murs ne vont pas être modifiés. On va venir fixer sur leur paroi des ossatures en bois ou en métal. Un matériau isolant est placé contre le mur, le plus utilisé étant la laine de verre. Ce matériau ne répond pas à la loi de masse, mais atténue le bruit par absorption et dispersion dans ses fibres.² (44) Une plaque extérieure est apposée sur l'isolant telle que des plâtres acoustiques, pouvant réduire jusqu'à 66 dB le bruit perçu de l'autre côté de la cloison.³ L'inconvénient de cette technique est qu'elle réduira la surface des pièces d'une dizaine de centimètre de chaque côté.¹ (44)

Pour **l'isolation du plafond et du sol**, la même solution que pour les murs est celle correspondant à nos besoins de « bruit aérien » pour protéger les étages au-dessus et en dessous. Pour le sol, il existe aussi un système de dalle flottante, mais bien plus onéreux.⁴ Pour se protéger de bruits parasites provenant de l'étage du dessus, des plaques anti-vibratiles existent.⁵

Pour **les portes**, des blocs portes sont des portes combinées à l'hubrisserie directement, ce qui assure une bonne étanchéité. Certaines marques réalisent des portes réduisant le passage du bruit jusqu'à 56 dB.⁶

3.4. Absorption acoustique

L'absorption acoustique est un phénomène qui s'oppose à la réflexion des ondes sonores sur un matériau. Les matériaux possèdent un coefficient d'absorption dépendant de la fréquence, qui reflète leur capacité à absorber le son. Il est compris entre zéro et un : 0 signifie que la surface est complètement réfléchissante, et 1 que l'onde sonore est

¹ adminbat. « Isolation phonique et matériaux isolant acoustique ». <https://batiadvisor.fr/isolation-acoustique/>.

² Netatmo. « Comment fonctionne l'isolation phonique ? » <https://www.netatmo.com/fr-fr/guides/weather/air-care/pollution/soundproofing>.

³ Placo® Duo'Tech® 25. <https://www.placo.fr/Produits/plaques/placor-duotechr-25>.

⁴ L'isolation phonique sol : bien choisir sa solution. <https://www.quelleenergie.fr/economies-energie/isolation-sol/isolation-phonique-sol>.

⁵ Comment réussir l'isolation acoustique de votre plafond ? <https://www.toutsurlisolation.com/comment-isoler-un-plafond>.

⁶ JeldWen Porte établissement de santé – Acoustique <https://www.jeld-wen.fr/nos-produits/sante/acoustique-fr?p=1>.

absorbée immédiatement et en totalité. Ce coefficient représente donc une quantité de son absorbé : 0.2 veut dire que 20 % du son est absorbé, et que 80 % est réfléchi. Plus la surface est lisse et lourde, plus elle réfléchit le son, comme le carrelage par exemple. A l'opposé, un matériau léger et poreux comme des fibres, sera un excellent absorbeur acoustique. (45) **La laine de verre** est donc un matériau polyvalent qui permettra une bonne isolation entre les pièces et un meilleur confort acoustique au sein même de la salle de soin. Pour les fréquences émises lors de soins dentaires, le coefficient d'absorption du verre est 0.02 : la surface réfléchit 98% du son. Une fenêtre est un élément indispensable, mais **une porte vitrée n'est donc pas une solution idéale** en terme d'acoustique. (45)



Synthèse :

Les fabricants de machines bruyantes nécessaires au fonctionnement du cabinet ont conscience de leur intérêt à faire baisser le volume sonore de leurs produits. L'agencement spatial des pièces et l'isolation acoustique participeront à créer une ambiance paisible, sans pollution sonore entre les différents postes de travail. Certains choix de matériaux seront importants, comme ne pas mettre trop de surfaces vitrées, ou utiliser un matériau fibreux dans les parois des murs. **Faire appel à des professionnel·les de l'acoustique est indispensable si l'on souhaite réaliser ce type d'aménagement.**

4. Solutions pour limiter l'impact auditif des rotatifs

4.1. Instrumentation rotative classique

Le bruit des instruments rotatifs comme la turbine augmente avec son vieillissement. (15) Pour connaître et limiter cette augmentation, il est possible de mesurer le niveau sonore à vide et en activité lors de l'achat. Cette mesure servira de repère pour de futures mesures régulières. Que l'on change ou non ses rotatifs en fonction du bruit qu'ils émettent, ce sera en toute connaissance de cause. La meilleure façon de les conserver en bon état, et donc aussi silencieux que possible est de les entretenir scrupuleusement selon les recommandations des fabricants. (15)

Les fabricants commercialisent des rotatifs plus silencieux, comme KaVo qui offre un comparatif de ses rotatifs disponibles. Il affiche des niveaux sonores pour les turbines entre 57 et 65 dB(A) et 55 dB(A) pour les contre-angles rouges ¹. Sans précision sur la situation dans laquelle le niveau sonore a été mesuré, nous pouvons penser que c'est à vide et non en activité, car le contact avec la dent augmente le son émis entre 5 et 19 dB(A) selon l'utilisation (cf. p.57). Pour les praticien·nes, le niveau sonore émis par les rotatifs peut être un des critères de choix lors des renouvellements de matériel, pour choisir une instrumentation moins bruyante à capacité égale.

4.2. Instrumentation alternative : le laser Erbium YAG

Les désagréments inhérents à l'utilisation de la turbine et du contre-angle (la vibration et le bruit), ont donné l'idée de l'utilisation de lasers pour l'éviction carieuse dès 1960. Les essais ne furent pas concluants car le laser à cristal de rubis utilisé avait une longueur d'onde de 694,3 nanomètres, pas assez efficace sur les tissus dentaires et nocif pour le tissu pulpaire. (46) Dès 1990, le laser à grenat d'yttrium-aluminium (Erbium YAG) est testé et il est validé en 1997 par la Food and Drug Administration. Il fonctionne à la longueur d'onde 2940 nanomètres, qui est absorbée principalement par l'eau et l'hydroxyapatite,

¹ KaVo Comparatif des rotatifs : https://kavo.widen.net/content/qgymclp0wl/original/BR_Instrumentenposter-3c_90092905_20211208_en.pdf?u=ai5cab&download=true

composants communs à tous les tissus dentaires. (46) Cette technique potentiellement très utile semblant peu répandue, elle sera ici décrite en détail, à titre d'information.

a. Caractéristiques

Le laser irradie une zone où la température de l'eau augmente brusquement, se vaporisant et induisant une micro-explosion du site concerné. Cette exposition très brève ne crée pas de diffusion thermique qui pourrait être nocive pour la pulpe. Cependant, le phénomène de conduction est présent, donc le laser s'utilise sous spray d'eau et d'air. Sur 2 minutes, l'échauffement de la dent est inférieur à celui présent lors d'une éviction traditionnelle à l'aide de rotatifs. (46)

S'il ne produit pas de vibration et donc pas de bruit par ostéophonie, le laser produit tout de même un bruit semblable à un « bang » causé par des micro-explosions. Plus un tissu est hydraté, plus l'explosion sera forte et plus le bruit sera important. L'éviction du tissu carieux produit donc plus de bruit, ce qui permet de remplacer la sensation de toucher pour savoir quand on se trouve sur du tissu sain. (46) La dentine contient 10 % d'eau et l'émail 2 %. Le laser est donc moins efficace sur l'émail, mais cela est modifiable grâce au réglage de la puissance : entre 5 et 9 Watt pour l'émail contre entre 1.5 et 7.5 Watt pour la dentine. Plus on s'enfonce dans la dentine, plus on diminue la puissance, jusqu'à 1.5 Watt à 1mm de la pulpe. (46)



Figure 34. Aspect clinique de l'émail après traitement à l'Erbium YAG. Réglages : 500 mJ ; 12 Hz soit 6 W, photographie réalisée par le Dr. Jean-François Chouraqui

b. Avantages

Le laser Erbium YAG élimine tout le tissu infecté en **épargnant mieux les tissus sains** et en laissant une cavité contenant significativement **moins de bactéries** que l'utilisation de rotatifs. En effet, les bactéries sont fortement constituées d'eau, et explosent à l'irradiation du laser. (46) L'émail et la dentine présentent une texture rugueuse liée aux micro-cratères, augmentant ainsi la surface disponible pour le collage. L'adhésion sur l'émail semble comparable à ce que l'on retrouve lors d'une préparation classique. Au niveau de la dentine, sous microscope à balayage électronique, on ne retrouve pas de boue dentinaire, qui entraîne traditionnellement un inconvénient pour le collage. Les études montrent qu'il n'y a pas de différence significative au niveau de la vitalité pulpaire à 1 an. (46)

Le laser est aussi un outil efficace pour la dépose d'anciens composites. La discrimination de la limite dent-restauration se fera grâce au son, le bruit étant bien plus fort sur le composite. (46) Lors d'un essai contrôlé randomisé publié dans le journal Nature, 20 % des praticien·nes ont exprimé une préférence pour le traitement laser, bien que ce soit leur première utilisation des lasers in vivo. (47)

Pour les praticien·nes, l'absence de bruit intense à la fréquence élevée apporte un **confort auditif**. Bien que le bruit de l'aspiration soit présent, l'absence de vibration dans le bras évite de potentialiser l'atteinte cochléaire. (21) Pour les patient·es, **le confort est amélioré**. L'anesthésie est inutile pour les caries de moins de 3mm dans la dentine et une étude comparative montre que le traitement est **ressenti comme moins douloureux**, quelle que soit la dent ou la profondeur de la carie. 18,18 % des patient·es avec une carie traitée avec des rotatifs contre 79,55 % avec le laser affirment ne ressentir aucune douleur au cours du soins. (46) Outre la douleur, l'absence de contact évite la pression, et la vibration. Le bruit léger de « bangs » pourra ici être bloqué à l'aide d'un casque anti-bruit si la·le patient·e en a besoin, mais **aucun phénomène d'ostéophonie** ne sera présent. Une odeur de tissus brûlé peut être présente, mais disparaît si on utilise une aspiration. Les enfants acceptent plus facilement le laser, sont plus compliants car moins gêné·es par les vibrations et le bruit et demandent dans plus de 90 % des cas l'utilisation du laser pour les prochains traitements. (46) (47) (48)

c. Inconvénients

Le temps d'éviction carieuse est augmenté de 10 à 15 % par rapport à l'utilisation d'une instrumentation rotative. (46) Lors de la première utilisation in vivo pour des dentistes, ils ont trouvé l'accès plus compliqué, et ont été gênés par le manque de retour tactile. (47) Si cliniquement, il n'existe aucune preuve d'une différence de fréquence de reprise carieuse, les **tests in vitro** d'adhésion sur la dentine montrent une **adhésion légèrement moins forte**. (46) Cela pourrait être engendré par une dureté légèrement plus faible sur 5 à 10 micromètres, et par une dénaturation partielle des fibres de collagènes, nécessaires à l'adhésion. Cependant les résultats diffèrent en fonction des paramètres utilisés. Il semblerait que certains paramètres accompagnés d'une puissance de 1.2 Watt permettent une **adhésion, après traitement à l'acide phosphorique, meilleure que lors d'une éviction carieuse avec rotatifs**. (46) Des études ultérieures sont nécessaires pour établir un protocole reproductible et confirmer l'adhésion supérieure grâce à cette faible puissance.



Synthèse :

Des instruments rotatifs plus silencieux semblent faire leur entrée sur le marché depuis quelques années, cependant les fabricants ne présentent pas de mesures de niveau sonore des instruments en action lors des soins. Connaître à l'avance le niveau sonore réel ne paraît donc pas possible, bien qu'il soit probablement lié au bruit à vide.

Le laser Erbium YAG semble être une solution micro-invasive présentant de nombreux avantages : il est très efficace pour enlever tous les tissus infectés, ne laisse pas de boue dentinaire, et ne provoque pas plus de réaction pulpaire que l'éviction carieuse traditionnelle. Le soin est un peu plus long, mais mieux toléré par les patients, grâce à l'absence de vibration, de bruit intense et d'ostéophonie. Si l'adhésion semblait moins efficace, un protocole semble permettre de créer une adhésion plus forte que lors d'un traitement classique.

Ce laser propose donc une alternative sérieuse à l'utilisation des rotatifs classiques pour l'éviction carieuse, permettant de limiter les symptômes auditifs et généraux accompagnants la fatigue auditive pour les dentistes et n'engendrant pas d'ostéophonie pour les patient-es.



Figure 35. Vidéo de l'action du laser Erbium YAG lors de l'éviction carieuse issue de l'article du journal Réalités Cliniques, par le Dr. Chouraqui et le Dr. Wagner

5. Prévention grâce au style de vie et de travail

Comme nous l'avons vu, le bruit au cabinet, la charge de travail, la fatigue, créent des situations de stress. Cela nous rend d'autant plus sensible à ces difficultés, ce qui peut engendrer un cercle vicieux et avoir des conséquences néfastes sur notre santé générale. Les pistes de solutions que nous avons énoncées précédemment sont destinées à faire baisser le niveau sonore au cabinet. Les solutions suivantes se basent sur des études centrées sur l'amélioration du bien-être psychologique et physiologique à travers l'organisation, l'environnement et la pratique de la relaxation.

5.1. Prévention organisationnelle

Le planning d'une journée peut être conçu en tenant compte du niveau sonore des actes, par exemple en créant des temps de repos acoustique entre des actes bruyants, comme un surfaçage. En fin de journée, au moment où les oreilles et le réflexe stapédien du chirurgien-dentiste seront fatigués, il sera intéressant de finir par des actes peu bruyants tels que des consultations. De même, pour les assistant-es, varier les activités entre le fauteuil, la stérilisation et l'accueil si besoin peut être un moyen d'avoir des temps plus silencieux de repos auditif.

La sonnerie prévenant de l'entrée d'un-e patient-e peut être faible et agréable, de même que la sonnerie du téléphone qui peut être uniquement un signal lumineux, ou une sonnerie non continue.

5.2. Aménagement du cabinet

L'être humain est fortement influencé par son environnement. Une revue de la littérature montre que **la présence de plantes réduit le niveau de stress et d'anxiété**, et que cela est **aussi valable pour les représentations de nature** (affiches, photos, etc). (49) La vision de plantes diminue la quantité de cortisol (hormone du stress) dans le sang et abaisse la fréquence cardiaque. (49) Un cabinet avec de nombreuses plantes, à l'accueil et en salle d'attente améliorerait donc les niveaux de stress des patient-es et du personnel. Dans la salle de soin, la présence de plantes n'est pas recommandée par la Haute Autorité

de Santé ¹ pour leur risque de réservoir de microorganismes. Il y est précisé que cela n'est pas une obligation, car il n'existe pas d'étude à haut niveau de preuve, mais une recommandation basée sur une discussion commune ¹. La végétalisation de la salle de soin peut être assurée par un papier peint aux motifs végétaux et une ouverture vers l'extérieur.

Cette même revue établie que des moments de pause à regarder des plantes permettent une récupération de la capacité de **concentration**, une augmentation de la **productivité**, une amélioration de l'**humeur** et de la sensation de **bien-être**. (49) Lorsqu'une personne observe une plante, la concentration d'oxyhémoglobine dans le cortex préfrontal diminue, ce qui montre un état physiologique de relaxation. (49) De façon générale, la couleur verte est une couleur apaisante, donnant une impression d'harmonie. (50) Son utilisation au sein du cabinet est donc recommandée.

5.3. Amélioration de la qualité de vie grâce à la relaxation

Les outils présentés ici sont des techniques personnelles, sans contre-indication. Elles permettent de créer un moment de relaxation pour soi, ayant pour but de faire baisser le stress ressenti, minimiser les troubles anxieux et prévenir la dépression.

a. Yoga

Le yoga a été démontré, grâce à une méta-analyse, comme une option efficace en traitement complémentaire de la dépression chez l'adulte. Il engendre aussi une amélioration significative des symptômes des troubles anxieux. Les résultats sont visibles à partir d'une séance d'une heure hebdomadaire. (51) Le style de yoga à privilégier semble être le hatha yoga, où la pratique est lente, basée sur un apprentissage de la respiration et de la pleine conscience méditative. Le yoga basé sur l'exercice n'a pas montré de bénéfice particulier pour la dépression et l'anxiété. (51)

¹ Hygiène au cabinet médical, recommandations de la HAS. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/hygiene_au_cabinet_medical_-_recommandations_2007_11_27__18_45_21_278.pdf

b. Méditation

La méditation est une forme d'entraînement psychique pour calmer son esprit et atteindre un état détaché, que l'on appelle pleine conscience. Une méta-analyse et une revue de la littérature s'accordent sur l'amélioration significative des symptômes de dépression, de troubles anxieux et de stress pour les personnes la pratiquant. (51) Les résultats varient entre les études, d'une efficacité modérée à une efficacité comparable à un traitement médicamenteux antidépresseur, mais toutes s'accordent sur l'amélioration des symptômes. La pratique de la pleine conscience serait aussi adaptée en prévention de rechute de troubles dépressifs et anxieux. (51)

c. Cohérence cardiaque

Le cœur adapte en permanence son rythme selon la pression artérielle, informations que lui envoient des barorécepteurs. La pression met 5 secondes à s'adapter au changement de rythme cardiaque. Cette variation de pression est captée, le rythme s'ajuste de nouveau et la pression artérielle se remodifie 5 secondes après. Cela forme un cycle d'augmentation et de diminution du rythme cardiaque qui dure 10 secondes. (52) Contrairement à la fréquence cardiaque, nous avons le contrôle direct de la fréquence respiratoire. En adoptant une respiration toutes les 10 secondes, la fréquence cardiaque et la fréquence respiratoire vont se synchroniser, stabilisant les variations de rythme. (52)

La cohérence cardiaque est une pratique apportant clarté mentale, calme et stabilité émotionnelle. Elle est simple à mettre en place, peu chronophage mais nécessite une pratique régulière car elle se pratique 3 fois par jour, juste après le lever, avant le déjeuner et en fin d'après-midi à l'arrêt du travail. (52) Chaque séance dure 5 minutes, durant lesquelles la concentration va se porter sur la respiration, l'attention posée sur la poitrine et le cœur. On peut imaginer que l'air entre et sort par cette zone tout en calmant ses pensées. Chaque inspiration et chaque expiration dure 5 secondes, soit 6 respirations par minutes, et 30 pour tout l'exercice. (52)

Il a été démontré que la pratique de la cohérence cardiaque réduit significativement la production de cortisol et baisse la tension artérielle chez les personnes hypertendues.

(52) Une baisse du taux de cholestérol, du stress, du ressenti d'émotions négatives, de la colère et de la fatigue a été constatée, ainsi qu'une amélioration significative des performances cognitives. (52) Contrairement à la relaxation qui entraîne une baisse de la fréquence cardiaque, la cohérence cardiaque régule les variations de rythme. La fréquence cardiaque peut baisser, mais ce n'est pas le but recherché. Le rythme sera plus régulier, plus cohérent, sans modification soudaine. C'est cette régularité qui donne son nom à la cohérence cardiaque. (52)

La cohérence cardiaque peut se pratiquer en comptant seul-e, mais tenir 5 secondes exactement est plus aisé à l'aide d'une application pour smartphone, qui s'accompagnera souvent d'un visuel apaisant.

Synthèse :



L'emploi du temps quotidien des chirurgiens-dentistes et des assistant-es peut-être adapté en tenant compte du niveau sonore des actes effectuées.

La présence de plantes, de représentation de plantes et de couleur vertes est une solution simple et efficace au cabinet dentaire pour réduire le stress et l'anxiété des patient-es et praticien·nes. Au quotidien, cela permet une meilleure concentration, productivité, humeur et bien-être.

La pratique du hatha yoga, de la méditation ou de la cohérence cardiaque permet de lutter efficacement contre la fatigue, le stress, les troubles anxieux, les troubles dépressifs et l'hypertension artérielle. Ces outils apportent calme, apaisement, concentration, relaxation et stabilité émotionnelle, utiles à toute personne, et bien sûr à tout-e praticien-ne en chirurgie-dentaire.

6. Imagination personnelle du cabinet du futur

Pour terminer ce travail de thèse, vous trouverez ci-dessous les idées et réflexions qui me sont venues au fur et à mesure de mes recherches, sous la forme d'une présentation imaginaire du cabinet du futur.

Dans le cabinet du futur, les assistant·es peuvent devenir hygiénistes, profession qui n'existe pas encore en France, mais qui devrait avoir un équivalent sous peu avec les « assistant·es niveau 2 ». De nombreux rendez-vous de consultation, de dépistage, de détartrage, de motivation à l'hygiène ne sont donc plus à la charge des dentistes. Cela leur libère des plages horaires pour les autres soins plus spécialisés, pour lesquels les temps de consultation peuvent être augmentés si besoin. Ainsi, le stress lié à l'emploi du temps diminue. Cela dégage aussi du temps pour voir d'autres patient·es.

Des technologies futuristes ont vu le jour.

L'insonorisation de chaque salle du cabinet est associée à un système électronique dans les murs qui permet de bloquer complètement la transmission phonique entre les pièces. Les différentes pièces du cabinet ne subissent donc plus les bruits des autres salles de soin, de l'accueil ou de la salle de stérilisation. Ce système se désactive à la demande, par commande vocale ou à l'aide d'un interrupteur, lorsqu'on ouvre une porte, lorsqu'on appelle une personne du cabinet comme un·e assistant·e par exemple, ou en cas d'urgence.

Au sein même de la salle de soin, un **capteur acoustique** « aspire » ou attire à lui et absorbe les sons du fauteuil, captant la majorité des bruits émis. Le capteur acoustique fonctionne uniquement pour les fréquences les rotatifs, de l'aspiration et des ultrasons, et non pour la voix. Cela permet de ne plus avoir besoin de protections auditives individuelles, car le son près du fauteuil est confortable. De plus, les instruments rotatifs et ultrasoniques sont bien plus silencieux qu'aujourd'hui.

Pour les patient-es, deux systèmes existent pour **annihiler temporairement l'audition par ostéophonie** :

- Des **bouchons ou un casque** anti-bruit ostéophonique. C'est exactement la même technique utilisée de nos jours pour les casques anti-bruit, seulement ici le bruit n'est pas capté à l'extérieur mais à l'intérieur du conduit auditif. Une saillie métallique capte les vibrations de la conduction osseuse. Le casque traduit ce signal mécanique en ondes sonores et puis les renvoie en phase inverse dans le conduit auditif, ce qui annule la sensation de bruit.
- Un **dispositif inter-occlusal** dans un matériau ultra absorbant pour les ondes et les vibrations. La-le patient-e mord dessus, du côté non travaillant. Cela diminue fortement les vibrations et donc la conduction osseuse et permet de maintenir une ouverture buccale reposante pour les patient-es.

Un **système de haut-parleur immersif** est présent, permettant si on le souhaite un plongeon complet dans un univers sonore, sans pour autant avoir un volume intense. Pour cela, 4 enceintes sont installées au plafond.¹

La **salle de repos** est équipée du même système de haut-parleur immersif, d'un cocon relaxant insonorisé, de différents hamacs, de plantes grimpantes et tombantes du plafond pour offrir une zone de relaxation.

¹ Tout savoir le sur le son immersif au cinéma. <https://www.son-video.com/guide/tout-savoir-le-sur-le-son-immersif-au-cinema>.

Que cela devienne ou non possible un jour dans les cabinets dentaires, il est intéressant de faire appel à des professionnel·les de l'architecture et de l'acoustique pour connaître les solutions existantes pour l'amélioration sonore d'un cabinet existant ou en projet. J'ai imaginé ci-après une organisation spatiale qui pourrait permettre de n'avoir aucune salle bruyante avec des parois en communs. La salle commune servirait pour les repas, les réunions, les vestiaires, et la salle de repos, serait une salle exclusivement dédiée à l'apaisement, que cela soit pour les professionnel·les ou pour les patient·es après certains soins.

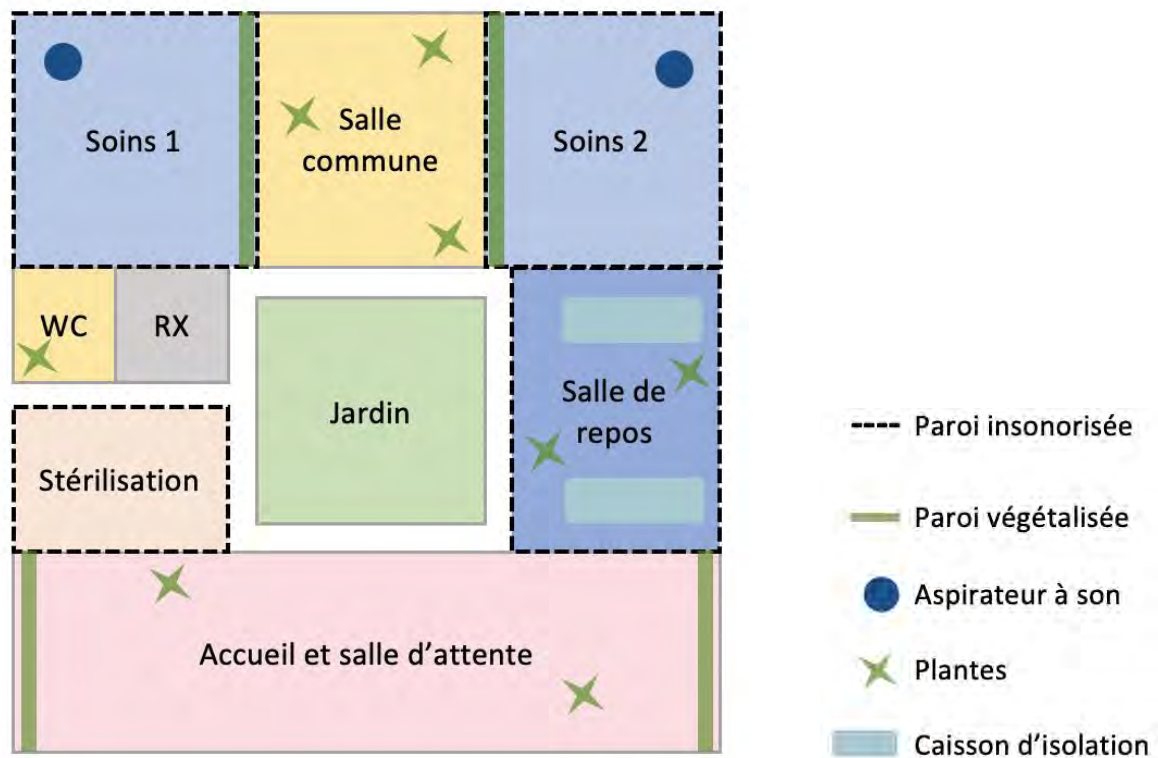


Figure 36. Organisation spatiale du cabinet dentaire du futur

Conclusion

Les ondes sonores sont capables de déclencher des mécanismes physiologiques immédiats, activer ou inhiber des systèmes d'alertes, engendrer un stress intense ou une sensation d'euphorie. Des traumatismes sonores répétés entraînent une fatigue auditive, pouvant mener à la surdité. La dégradation irréversible de l'audition peut prendre des années, provoque des difficultés de communication et des risques accrus de dépression et de démence.

La législation et la médecine du travail ne protègent pas les chirurgiens-dentistes, qui ignorent les risques des niveaux sonores de leur lieu de travail, ou comment s'en prémunir, bien qu'ils y soient exposés depuis le début de leurs cursus universitaires. Présente chez plus de la moitié des chirurgiens-dentistes, l'atteinte auditive peut être aggravée par la consommation de tabac ou l'hypertension. Les bruits extérieurs à la salle de soin peuvent perturber les rendez-vous et limiter le repos auditif et mental. A court terme, l'exposition au bruit engendre des modifications hémodynamiques et des désordres métaboliques qui, combinés à la perturbation du sommeil et au stress chronique, engendrent à long terme une augmentation du risque d'hypertension, d'infarctus, d'AVC, de surpoids et de diabète de type II.

Nos patient-es aussi souffrent du bruit qui peut augmenter leurs angoisses. Des sensibilités particulières peuvent les mettre en difficulté face aux soins. Il est de notre rôle de soignant-e de faire preuve d'empathie pour atténuer leur stress, les habituer progressivement, leur proposer un casque anti-bruit ou une prémédication pour améliorer leur prise en charge. L'utilisation de musique en salle de soin pourra participer à améliorer leur bien-être, ainsi que celui du·de la dentiste.

La solution la plus rapide pour limiter l'impact du bruit au fauteuil est le port de lunettes grossissantes pour s'éloigner des rotatifs et surtout le port de bouchons réducteurs de bruits sur mesure, bien qu'aucun dispositif spécialement conçu pour la pratique de la chirurgie dentaire ne soit encore disponible. Ils sont actuellement peu utilisés car entraînent une gêne nécessitant un temps d'habituation. Les autres solutions pour diminuer le niveau sonore sont diverses :

- Limiter le bruit à la source par un choix d'instruments plus silencieux ou moins traditionnels tels que le laser Erbium YAG et par une sélection de machines plus silencieuses ou encoffrées.
- Limiter la propagation du bruit grâce la conception architecturale du cabinet, l'agencement spatial et l'isolation acoustique entre les pièces par des professionnels de l'acoustique.

Créer un environnement agréable et faire un travail sur soi sont des solutions pour améliorer le bien-être, le stress, l'anxiété, la concentration et la productivité. Au cabinet, modifier l'organisation de l'emploi du temps et soigner l'environnement de son cabinet au niveau de la décoration, du choix des couleurs et de la présence de plantes apporte un confort dans notre exercice. La pratique du yoga, de la méditation ou de la cohérence cardiaque permet de lutter efficacement contre la fatigue, le stress, les troubles anxieux, les troubles dépressifs et l'hypertension artérielle, soit les facteurs les plus impactés par le stress auditif. Ces outils apportent calme, apaisement, concentration, relaxation et stabilité émotionnelle, utiles à toute personne, et bien sûr à tout-e praticien-ne en chirurgie-dentaire.

La formation continue des praticiens et le cursus universitaire pourraient inclure une sensibilisation aux risques auditifs inhérents à notre métier. Une visite de contrôle systématique à l'université puis des visites chez l'ORL réalisées régulièrement permettraient de connaître l'évolution sa santé auditive. L'ouïe est une faculté essentielle pour la pratique du métier de chirurgien-dentiste, pour la qualité de vie et pour un maintien de la santé physique et psychique. La préserver est donc un enjeu majeur.


Vu le président du jury .


Vu la co-directrice
de thèse .

Bibliographie

1. Pierre Kamina. 27 - Organe vestibulo-cochléaire. In: Anatomie clinique Tome 2. 3ème édition. Editions Maloine; 2009. p. 363-90.
2. Aage R. Møller. Hearing: Anatomy, Physiology, and Disorders of the Auditory System. Third edition. 2013. 432 p.
3. Allen GW, Fernandez C. I The Mechanism of Bone Conduction. *Ann Otol Rhinol Laryngol* [Internet]. mars 1960 [cité 15 janv 2022];69(1):5-28. Disponible sur: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/000348946006900101>
4. Chopra A, Thomas B, Madikeri K, Sivaraman K. Auditory and Nonauditory Effects of Ultrasonic Scaler Use and Its Role in the Development of Permanent Hearing Loss. *Oral health & preventive dentistry*. 1 janv 2016;1414:493-500.
5. Waridel F. La tympanométrie et son rôle dans la prise en charge des affections otologiques de l'enfant. *Revue Médicale Suisse*. 2006;3.
6. Zald DH, Pardo JV. The Neural Correlates of Aversive Auditory Stimulation. *NeuroImage* [Internet]. juill 2002 [cité 1 févr 2022];16(3):746-53. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1053811902911158>
7. Blood AJ, Zatorre RJ. Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [Internet]. 25 sept 2001 [cité 2 févr 2022];98(20):11818-23. Disponible sur: <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.191355898>
8. Flores-Gutiérrez EO, Díaz JL, Barrios FA, Favila-Humara R, Guevara MÁ, del Río-Portilla Y, et al. Metabolic and electric brain patterns during pleasant and unpleasant emotions induced by music masterpieces. *International Journal of Psychophysiology* [Internet]. juill 2007 [cité 26 janv 2022];65(1):69-84. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167876007000499>
9. Lai JCY, Amaladoss N. Music in Waiting Rooms: A Literature Review. *HERD* [Internet]. 1 avr 2022 [cité 29 août 2022];15(2):347-54. Disponible sur: <https://doi.org/10.1177/19375867211067542>
10. ADEME, I Care & Consult et Energies Demain, DOUILLET M, SIPOS G,

DELUGIN L, BULLIOT B, et al. Estimation du coût social du bruit en France et analyse de mesures d'évitement simultané du coût social du bruit et de la pollution de l'air. 2021 p. 86.

11. Kumar U, Guleria A, Khetrapal CL. Neuro-cognitive aspects of “OM” sound/syllable perception: A functional neuroimaging study. *Cognition and Emotion* [Internet]. 3 avr 2015 [cité 26 janv 2022];29(3):432-41. Disponible sur: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02699931.2014.917609>

12. Kujawa SG, Liberman MC. Adding Insult to Injury: Cochlear Nerve Degeneration after “Temporary” Noise-Induced Hearing Loss. *J Neurosci* [Internet]. 11 nov 2009 [cité 1 avr 2022];29(45):14077-85. Disponible sur: <https://www.jneurosci.org/content/29/45/14077>

13. Lin FR, Albert M. Hearing loss and dementia – who is listening? *Aging & Mental Health* [Internet]. 18 août 2014 [cité 25 août 2022];18(6):671-3. Disponible sur: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13607863.2014.915924>

14. Dawes P, Emsley R, Cruickshanks KJ, Moore DR, Fortnum H, Edmondson-Jones M, et al. Hearing Loss and Cognition: The Role of Hearing Aids, Social Isolation and Depression. *PLOS ONE* [Internet]. 11 mars 2015 [cité 8 juin 2022];10(3):e0119616. Disponible sur: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0119616>

15. Murray ID. Hearing Loss and Tinnitus Among Dentists. *The Hearing Journal* [Internet]. janv 2020 [cité 2 mars 2022];73(1):10,12,13. Disponible sur: <https://journals.lww.com/10.1097/01.HJ.0000651540.52366.f5>

16. Thomson RS, Auduong P, Miller AT, Gurgel RK. Hearing loss as a risk factor for dementia: A systematic review: *Hearing Loss and Dementia Systematic Review*. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology* [Internet]. avr 2017 [cité 25 août 2022];2(2):69-79. Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lio2.65>

17. Maxime Gisbert. Effets du bruit sur la santé du chirurgien-dentiste et moyens de prévention : enquête auprès de 734 chirurgiens-dentistes. Université Claude Bernard Lyon I; 2022.

18. Khan AA, Qasmi SA, Askari H, Shakoore S, Junejo SB. Prevalence of induced hearing loss among dentists working in Karachi Pakistan. *Pakistan Oral and Dental Journal* [Internet]. 31 mars 2014 [cité 2 mars 2022];34(1). Disponible sur:

<https://link.gale.com/apps/doc/A381371396/AONE?u=anon~20c0e26e&sid=googleScholar&xid=103ead2c>

19. Parent-Thirion A. 6th European Working Conditions Survey: overview report. 2017 update. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2017. 160 p. (EF).

20. Gurgel RK, Ward PD, Schwartz S, Norton MC, Foster NL, Tschanz JT. Relationship of Hearing loss and Dementia: a Prospective, Population-based Study. *Otol Neurotol* [Internet]. juin 2014 [cité 22 juill 2022];35(5):775-81. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4024067/>

21. Rostam Golmohammadi, Ebrahim Darvishi. The Combined Effects of Occupational Exposure to Noise and Other Risk Factors – A Systematic Review. *Noise & Health* [Internet]. août 2019;(21(101)):125-41. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7650855/>

22. Stack S. Occupation and Suicide. *Social Science Q* [Internet]. juin 2001 [cité 21 juill 2022];82(2):384-96. Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/0038-4941.00030>

23. Ian D. Murray. High Rates Of Hearing Loss And Tinnitus Amongst Dentists. *Oral Health Group* [Internet]. [cité 14 sept 2022]; Disponible sur: <https://www.oralhealthgroup.com/features/high-rates-of-hearing-loss-and-tinnitus-amongst-dentists-peril-of-the-high-speed-handpiece/>

24. Sampaio Fernandes JC, Carvalho APO, Gallas M, Vaz P, Matos PA. Noise levels in dental schools. *Eur J Dent Educ*. févr 2006;10(1):32-7.

25. Myers J, John AB, Kimball S, Fruits T. Prevalence of Tinnitus and Noise-induced Hearing Loss in Dentists. *Noise Health* [Internet]. 2016 [cité 18 févr 2022];18(85):347-54. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5227015/>

26. Moller P, Grevstad AO, Kristoffersen T. Ultrasonic scaling of maxillary teeth causing tinnitus and temporary hearing shifts. *J Clin Periodontol* [Internet]. juin 1976 [cité 17 déc 2021];3(2):123-7. Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-051X.1976.tb01858.x>

27. Trenter SC, Walmsley AD. Ultrasonic dental scaler: associated hazards: Ultrasonic dental scaler. *Journal of Clinical Periodontology* [Internet]. févr 2003 [cité 17 déc 2021];30(2):95-101. Disponible sur: <http://doi.wiley.com/10.1034/j.1600-051X.2003.00276.x>
28. Messano GA, Petti S. General dental practitioners and hearing impairment. *J Dent.* oct 2012;40(10):821-8.
29. Ramage-Morin PL. Hypertension associée aux problèmes de santé auditive chez les adultes canadiens âgés de 19 à 79 ans. *20 oct 2021*;32(82):16.
30. Dawes P, Cruickshanks KJ, Moore DR, Edmondson-Jones M, McCormack A, Fortnum H, et al. Cigarette Smoking, Passive Smoking, Alcohol Consumption, and Hearing Loss. *JARO* [Internet]. août 2014 [cité 14 juill 2022];15(4):663-74. Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/s10162-014-0461-0>
31. Wild DC, Brewster MJ, Banerjee AR. Noise-induced hearing loss is exacerbated by long-term smoking: The effects of long-term smoking on NIHL. *Clinical Otolaryngology* [Internet]. 18 nov 2005 [cité 14 juill 2022];30(6):517-20. Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1749-4486.2005.01105.x>
32. Elmehdi H. Noise Levels in UAE Dental Clinics: Health Impact on Dental Healthcare Professionals. *Public Health Frontier.* 24 déc 2013;5:189-92.
33. Julien-Daniel Guelfi, Marc-Antoine Crocq, American Psychiatric Association. *DSM-5 : manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux.* 5e édition. Elsevier Masson; 2015. 1552 p.
34. Boddaert N, Belin P, Chabane N, Poline JB, Barthélémy C, Mouren-Simeoni MC, et al. Perception of Complex Sounds: Abnormal Pattern of Cortical Activation in Autism. *AJP* [Internet]. 1 nov 2003 [cité 26 janv 2022];160(11):2057-60. Disponible sur: <https://ajp.psychiatryonline.org/doi/full/10.1176/appi.ajp.160.11.2057>
35. Williams ZJ, Suzman E, Woynaroski TG. Prevalence of Decreased Sound Tolerance (Hyperacusis) in Individuals With Autism Spectrum Disorder: A Meta-Analysis. *Ear and Hearing* [Internet]. oct 2021 [cité 11 mars 2022];42(5):1137-50. Disponible sur: https://journals.lww.com/ear-hearing/Abstract/2021/09000/Prevalence_of_Decreased_Sound_Tolerance.5.aspx

36. Paulin J, Andersson L, Nordin S. Characteristics of Hyperacusis in the General Population. *Noise Health* [Internet]. 2016 [cité 9 mars 2022];18(83):178-84. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5187659/>
37. Jüris L, Andersson G, Larsen HC, Ekselius L. Psychiatric comorbidity and personality traits in patients with hyperacusis. *International Journal of Audiology* [Internet]. avr 2013 [cité 11 mars 2022];52(4):230-5. Disponible sur: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/14992027.2012.743043>
38. Geisser ME, Glass JM, Rajcevska LD, Clauw DJ, Williams DA, Kileny PR, et al. A Psychophysical Study of Auditory and Pressure Sensitivity in Patients With Fibromyalgia and Healthy Controls. *The Journal of Pain* [Internet]. mai 2008 [cité 11 mars 2022];9(5):417-22. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1526590007010723>
39. Elmehdi HM. Assessing acoustic noise levels in dental clinics and its link to dental anxiety and fear among UAE population. 2010;4.
40. Dean MS, Martin FN. Insert Earphone Depth and the Occlusion Effect. *Am J Audiol* [Internet]. déc 2000 [cité 17 mars 2022];9(2):131-4. Disponible sur: <http://pubs.asha.org/doi/10.1044/1059-0889%282000/011%29>
41. Fabienne Jordana, Pierre Ouairy, Benoît Perrier, Bénédicte Enkel, Assem Soueidan. Nuisances sonores au cabinet dentaire. *Pratiques Dentaires*. nov 2021;(n°44):64.
42. Blood AJ, Zatorre RJ, Bermudez P, Evans AC. Emotional responses to pleasant and unpleasant music correlate with activity in paralimbic brain regions. *Nat Neurosci* [Internet]. avr 1999 [cité 2 févr 2022];2(4):382-7. Disponible sur: http://www.nature.com/articles/nn0499_382
43. Silvestre L. Intérêt de la musicothérapie sur l'anxiété des patients au cabinet dentaire, revue systématique de la littérature. 2020;62.
44. Strazielle C, Penaud J, Schouver J, Bally J. Apport de l'étude architecturale dans la conception d'un cabinet dentaire. 2008;140.
45. Wuyts D, Guidance Technologie Ecoconstruction Bruxelles. Réverbération et absorption acoustique. 2008;62.
46. Jean-François Chouraqui, Cléa Wagner. L'utilisation du laser Er:YAG dans

l'éviction carieuse. *Réalités Cliniques*. 2019;30(n°1):13-9.

47. Evans DJP, Matthews S, Pitts NB, Longbottom C, Nugent ZJ. A clinical evaluation of an Erbium:YAG laser for dental cavity preparation. *Br Dent J* [Internet]. juin 2000 [cité 22 janv 2022];188(12):677-9. Disponible sur: <https://www.nature.com/articles/4800575>

48. Keller U, Hibst R, Geurtsen W, Schilke R, Heidemann D, Klaiber B, et al. Erbium:YAG laser application in caries therapy. Evaluation of patient perception and acceptance. *Journal of Dentistry* [Internet]. 1 nov 1998 [cité 22 janv 2022];26(8):649-56. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571297000365>

49. Hall C, Knuth M. An Update of the Literature Supporting the Well-Being Benefits of Plants: A Review of the Emotional and Mental Health Benefits of Plants. *Journal of Environmental Horticulture* [Internet]. 1 mars 2019 [cité 31 août 2022];37(1):30-8. Disponible sur: <https://doi.org/10.24266/0738-2898-37.1.30>

50. Kurt S, Osueke KK. The Effects of Color on the Moods of College Students. *SAGE Open* [Internet]. 1 janv 2014 [cité 13 sept 2022];4(1):2158244014525423. Disponible sur: <https://doi.org/10.1177/2158244014525423>

51. Saeed SA, Cunningham K, Bloch RM. Depression and Anxiety Disorders: Benefits of Exercise, Yoga, and Meditation. *afp* [Internet]. 15 mai 2019 [cité 20 sept 2022];99(10):620-7. Disponible sur: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2019/0515/p620.html>

52. McCraty R, Zayas MA. Cardiac coherence, self-regulation, autonomic stability, and psychosocial well-being. *Frontiers in Psychology* [Internet]. 2014 [cité 21 sept 2022];5. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2014.01090>

Sitographie, par ordre alphabétique

- Adminbat. « Isolation phonique et matériaux isolant acoustique ». <https://batiadvisor.fr/isolation-acoustique/>.
- Audiométrie vocale et tonale - distinction et définition <https://www.passeportsante.net/fr/Maux/examens-medicaux-operations/Fiche.aspx?doc=examen-audiometrie>.
- ASPIRATION TECHNO-JET - CATTANI <https://comptoir-dentaire.com/5134-aspiration-techno-jet-cattani.html>.
- Bruit en milieu de travail - Ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion. <https://travail-emploi.gouv.fr/sante-au-travail/prevention-des-risques-pour-la-sante-au-travail/autres-dangers-et-risques/article/bruit-en-milieu-de-travail>.
- Bruit. Réglementation - Risques - INRS <https://www.inrs.fr/risques/bruit/reglementation.html>.
- Bruitparif. <https://www.bruitparif.fr/bruitparif/>.
- Campagne pour une Meilleure Audition. « Echelle du bruit », <https://www.pourunemeilleureaudition.fr/2018/02/05/baisse-de-laudition/echelle-du-bruit/>.
- CidB : Centre d'information sur le Bruit. <https://www.bruit.fr/>.
- Comment réussir l'Isolation acoustique de votre plafond ? <https://www.toutsurlisolation.com/comment-isoler-un-plafond>.
- Conseil National de l'Ordre des chirurgiens-dentistes. « Burn-out : le choc ». https://www.ordre-chirurgiens-dentistes.fr/wp-content/uploads/2020/12/La_Lettre_166_2018.pdf.
- Conseil National du Bruit et Commission Santé Environnement. « Les effets sanitaires du bruit », 2017. https://www.bruit.fr/images/stories/pdf/CNB_Effets_Sanitaires_Bruit-Septembre-2017.pdf.
- Éditions Larousse. Définitions : son. Disponible sur : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/son/73436>
- European Commission « Infraction – Bruit » https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/IP_20_1233.
- Fondation Pour l'Audition <https://www.fondationpourlaudition.org/fr>.
- Fondation Pour l'Audition. « La phonophobie ». <https://www.fondationpourlaudition.org/fr/la-phonophobie-757>
- Franceinfo. https://www.francetvinfo.fr/culture/musique/don-t-stop-me-know-de-queen-la-chanson-qui-rend-le-plus-heureux-selon-une-etude_1096469.html.

- Hygiène au cabinet médical, recommandations de la HAS. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/hygiene_au_cabinet_medical_-_recommandations_2007_11_27__18_45_21_278.pdf
- INFORISQUE | Risques professionnels et prévention SST. <https://inforisque.fr/>
- Institut National de la Recherche et de la Sécurité et Alain Kusy. « Les équipements de protection individuelle de l'ouïe, Choix et utilisation ». INRS, juin 2009.
<http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED-868/ed868.pdf>.
- JeldWen Porte établissement de santé, hôpital – Acoustique <https://www.jeld-wen.fr/nos-produits/sante/acoustique-fr?p=1>.
- KaVo Comparatif des rotatifs :
https://kavo.widen.net/content/qgymclp0wl/original/BR_Instrumentenposter-3c_90092905_20211208_en.pdf?u=ai5cab&download=true
- L'Hyperacousie France Acouphènes. <https://www.france-acouphenes.fr/hyperacousie.html>.
- La phonophobie - Qu'est-ce que la phonophobie? <https://www.hear-it.org/fr/La-phonophobie>.
- Les Numériques. « Tilde : des intras intelligents pour votre bien-être au travail ». <https://www.lesnumeriques.com/casque-audio/orosound-tilde-p35841/tilde-intras-intelligents-pour-votre-bien-etre-travail-n56823.html>.
- Netatmo. « Comment fonctionne l'isolation phonique ? » <https://www.netatmo.com/fr/fr/guides/weather/air-care/pollution/soundproofing>.
- Oreille Malade. https://www.oreille-malade.com/?s=dentiste&subset=topic&bp_search=1.
- Placo® Duo'Tech® 25. <https://www.placo.fr/Produits/plaques/placor-duotechr-25>.
- Presbyacousie. <http://www.journee-audition.org/pdf/guide-presbyacousie.pdf>
- RG 42. Tableaux des maladies professionnelles - INRS.
<https://www.inrs.fr/publications/bdd/mp/tableau.html?refINRS=RG%2042>.
- Santé et sécurité au travail - INRS <https://www.inrs.fr/>.
- Solutions Elastomères- Tout savoir sur l'isolation phonique. <https://www.solutions-elastomeres.com/fr/content/17-tout-savoir-sur-l-isolation-phonique>.
- Sounds Of Changes. <https://www.soundsofchanges.eu/>
- Tilde® Air | Écouteurs anti-bruit ultra-légers <https://www.orosound.com/fr/ecouteurs-tilde/>.
- Tout savoir le sur le son immersif au cinéma. <https://www.son-video.com/guide/tout-savoir-le-sur-le-son-immersif-au-cinema>.
- Université Virtuelle de Médecine du Travail. « Effets du bruit sur l'organisme humain ». <https://uvmt2.org/2003/12/effets-du-bruit-sur-lorganisme-humain-article-destine-aux-medecins-du-travail-et-etudiants-en-medecine-du-travail/>

Table des figures

Figure 1. Échelle du bruit : niveaux sonores et durées limites d'exposition, inspirée de Campagne pour une meilleure audition	16
Figure 2. Diagramme du seuil d'audibilité, inspiré de celui de BruitParif	17
Figure 3. "Aversive sound" (6)	21
Figure 4. Playlist des chansons qui rendent heureux-se selon le Dr. Jacob Jolij	23
Figure 5. Enregistrement du son de l'utilisation en bouche d'une turbine KaVo 642 B ¹	29
Figure 6. Photographie d'une turbine KAVO 642B lors d'un soin ¹	29
Figure 7. Enregistrement du son de l'utilisation en bouche d'un insert ultrasonique SATELEC ¹	30
Figure 8. Photographie de l'utilisation en bouche d'un insert ultrasonique SATELEC ¹	30
Figure 9. Enregistrement du son d'une pompe à salive sur un fauteuil S 300 (STERN WEBER) ¹ ...	30
Figure 10. Photographie de l'utilisation d'une pompe à salive ¹	30
Figure 11. Usineuse CEREC, son enregistré dans le cabinet du Dr. Bramardi	31
Figure 12. Usineuse CEREC du cabinet du Dr. Bramardi.....	31
Figure 13. Enregistrement du son d'un bac à ultra-sons L&R SweepZone Quantrex 280 ¹	31
Figure 14. Bac à ultrasons L&R SweeZone Quantrex 280 ¹	31
Figure 15. Enregistrement du son d'un Assistina 301 plus (W&H) ¹	32
Figure 16. Photographie d'un assistina 301 plus (W&H) ¹	32
Figure 17. Enregistrement du son d'un moteur de pompe à salive Tecno-Jet (CATTANI) ¹	32
Figure 18. Photographie d'un moteur de pompe à salive Techno-Jet (CATTANI) ¹	32
Figure 19. Enregistrement du son d'un compresseur de fauteuil dentaire Tornado 70 (DÜRR DENTAL) ¹	33
Figure 20. Photographie d'un compresseur de fauteuil dentaire : Tornado 70 (DÜRR DENTAL) ¹ ..	33
Figure 21. Enregistrement de la sonnette du portillon du cabinet du Dr. Cécile BRAMARDI.....	33
Figure 22. Enregistrement d'une sonnerie de téléphone.....	34

Figure 23. Niveaux d'exposition au bruit admissibles en milieu de travail ¹	35
Figure 24. Valeurs limites d'exposition et valeurs d'exposition déclenchant l'action. Article R.4431-2 du Code du Travail ¹	36
Figure 25. Exigences requises selon le niveau d'exposition (17)	37
Figure 26 : Tableau n°42 du régime général de la Sécurité Sociale.....	37
Figure 27. Répartition du coût social du bruit par type de coût, toutes sources de bruit prises en compte, inspiré du rapport de l'ADEME (10).....	39
Figure 28. Audiogramme illustrant les stades de la surdité traumatique chronique, inspiré de « Effets du bruit sur l'organisme humain » ²	42
Figure 29. Schéma des effets extra auditifs court et long terme selon l'OMS, inspiré du Conseil National du Bruit ¹	43
Figure 30. Exemple de playlist utilisée par la praticienne	49
Figure 31. Tableau présentant des mesures de niveau sonore des instruments utilisés au fauteuil, Étude de Ian D. Murray (2020) (15)	57
Figure 32. Photo du PasStop® T, sur mesure, avec filtre acoustique	68
Figure 33. Photographie du Tilde® Air ¹	68
Figure 34. Aspect clinique de l'émail après traitement à l'Erbium YAG. Réglages : 500 mJ ; 12 Hz soit 6 W, photographie réalisée par le Dr. Jean-François Chouraqui	76
Figure 35. Vidéo de l'action du laser Erbium YAG lors de l'éviction carieuse issue de l'article du journal Réalités Cliniques, par le Dr. Chouraqui et le Dr. Wagner.....	79
Figure 36. Organisation spatiale du cabinet dentaire du futur	86

Annexes

Annexe 1 : Test de Maslach	p. 100
Annexe 2 : Contenu de l'appel à témoignage.....	p. 102
Annexe 3 : Caractéristiques techniques des compresseurs dentaires Dürr Dental.....	p.103
Annexe 4 : Caractéristiques techniques des moteurs d'aspiration Dürr Dental	p. 104

Annexe 1 : Test de Maslach

TEST D'INVENTAIRE DE BURN OUT DE MASLACH – MBI

Comment percevez-vous votre travail ?

Êtes-vous épuisé(e) ?

Quelle est votre capacité à gérer votre relation aux autres ?

Où en êtes-vous de votre degré d'accomplissement personnel ?

Précisez la fréquence à laquelle vous ressentez la description des propositions suivantes en entourant le chiffre correspondant avec :

- 0 = Jamais
- 1 = Quelques fois par an au moins
- 2 = Une fois par mois au moins
- 3 = Quelques fois par mois
- 4 = Une fois par semaine
- 5 = Quelques fois par semaine
- 6 = Chaque jour

Additionnez les scores obtenus dans chacune des trois dimensions proposées à la page suivante. Regardez si ces scores sont à un degré «faible», «modéré» ou «élevé».

		Jamais						Chaque jour							
		↓						↓							
1	Je me sens émotionnellement vidé(e) par mon travail	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
2	Je me sens à bout à la fin de ma journée de travail	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
3	Je me sens fatigué(e) lorsque je me lève le matin et que j'ai à affronter une autre journée de travail	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
4	Je peux comprendre facilement ce que mes patients ressentent	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
5	Je sens que je m'occupe de certains patients de façon impersonnelle, comme s'ils étaient des objets	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
6	Travailler avec des gens tout au long de la journée me demande beaucoup d'effort	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
7	Je m'occupe très efficacement des problèmes de mes patients	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
8	Je sens que je craque à cause de mon travail	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
9	J'ai l'impression, à travers mon travail, d'avoir une influence positive sur les gens	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
10	Je suis devenu(e) plus insensible aux gens depuis que j'ai ce travail	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
11	Je crains que ce travail ne m'endurcisse émotionnellement	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
12	Je me sens plein(e) d'énergie	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
13	Je me sens frustré(e) par mon travail	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
14	Je sens que je travaille « trop dur »	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
15	Je ne me soucie pas vraiment de ce qui arrive à certains de mes patients	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
16	Travailler en contact direct avec les gens me stresse trop	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
17	J'arrive facilement à créer une atmosphère détendue avec mes patients	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
18	Je me sens ragaillard(e) lorsque dans mon travail j'ai été proche de patients	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
19	J'ai accompli beaucoup de choses qui en valent la peine dans ce travail	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
20	Je me sens au bout du rouleau	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
21	Dans mon travail, je traite les problèmes émotionnels très calmement	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
22	J'ai l'impression que mes patients me rendent responsable de certains de leurs problèmes	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6

TOTAL DU SCORE D'ÉPUISEMENT PROFESSIONNEL (SEP)

Additionnez les scores que vous avez obtenus aux questions 1, 2, 3, 6, 8, 13, 14, 16 et 20

Épuisement Professionnel	SEP ≤ à 17	18 < SEP < 29	30 < SEP
	Degré faible	Degré modéré	Degré élevé

TOTAL DU SCORE DE DÉPERSONNALISATION/PERTE D'EMPATHIE (SD)

Additionnez les scores que vous avez obtenus aux questions 5, 10, 11, 15 et 22

Dépersonnalisation	SD ≤ à 5	6 < SD < 11	12 < SD
	Degré faible	Degré modéré	Degré élevé

TOTAL DU SCORE D'ACCOMPLISSEMENT PERSONNEL (SAP)

Additionnez les scores que vous avez obtenus aux questions 4, 7, 9, 12, 17, 18, 19 et 21

Accomplissement Personnel	SAO ≤ à 33	34 < SAP < 39	40 < SAP
	Degré faible	Degré modéré	Degré élevé

DEGRÉ DE BURN OUT

Attention si vos scores SEP et SD se trouvent tous les deux dans le rouge!

SEP	L'épuisement professionnel (burn out) est typiquement lié au rapport avec un travail vécu comme difficile, fatiguant, stressant... Pour Maslach, il est différent d'une dépression dans la mesure où il disparaîtrait pendant les vacances.
SD	La dépersonnalisation et la perte d'empathie se caractérisent par une baisse de considération positive à l'égard des autres (patients, confrères...). La distance émotionnelle est importante, observable par des discours cyniques, dépréciatifs, voire de l'indifférence.
SAP	L'accomplissement personnel est un sentiment « <i>souape de sécurité</i> » qui assurerait un équilibre en cas d'épuisement professionnel et de dépersonnalisation. Il permet un épanouissement au travail, un regard positif sur les réalisations professionnelles.



Questionnaire 1

Les praticiens peuvent encore répondre à l'enquête lancée par le Conseil national sur le burn out via les QR codes ci-contre. Cette enquête se présente sous la forme de deux formulaires: le premier pose des questions sur la qualité de vie professionnelle, le second s'intéresse spécifiquement au burn out. Quelques minutes suffiront pour y répondre de façon anonyme. Pour cela, il suffit d'installer une application « lecteur de QR code » sur son Smartphone et de flasher, ensuite, les QR codes.



Questionnaire 2

Annexe 2 : Contenu de l'appel à témoignage de dentistes et assistant-es

"Appel à témoignage :

Dans le cadre de ma thèse d'exercice, je m'intéresse aux sons dans le cabinet dentaire. Je cherche à recueillir quelques témoignages, de dentistes ou d'assistant.es, sur votre expérience personnelle en rapport avec le bruit ou le son au cabinet dentaire. Votre témoignage sera anonymisé si vous le souhaitez.

Si vous :

- Ressentez : des gênes auditives, physiques, psychologiques, du stress, de la fatigue, des difficultés de communication avec les patient-es ou vos collègues face aux bruits du cabinet, et vos solutions si vous en avez trouvé
- Avez mis en place des moyens de prévention du bruit, d'insonorisation ou de conception du cabinet, de protection auditive personnelle, de choix de matériel spécifiquement moins sonore
- Utilisez la musique dans le but explicite d'apaiser vos patients
- Avez eu des expériences particulières avec des patient-es gênés par le son ou ayant des besoins spécifiques face au bruits au fauteuil
- Êtes-vous même malentendant

N'hésitez pas à m'écrire, pour me raconter votre expérience, en quelques lignes ou de façon bien plus longue. Je cherche à recueillir des textes libres.

Vous pouvez me contacter par message privé ou par mail : desmorat.anne-charlotte@hotmail.fr

Merci d'avance pour vos réponses !"

Annexe 3 : Caractéristiques techniques des compresseurs dentaires Dürr Dental



*Integration of non-network-capable devices possible through the Connect Box.



	Tornado 1	Tornado 1	Tornado 2	Tornado 2	Tornado 2+	Tornado 4
Special features		Sound-proofing		Sound-proofing	Sound-proofing	2 units
Number of users	1	1	2	2	2	4
Frequency (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Pressure range (bar)	6-7.8	6-7.8	6-7.8	6-7.8	5.5-7.5	6-7.8
Size	H 65 cm B 49 cm T 47 cm	H 84 cm B 63 cm T 60 cm	H 65 cm B 49 cm T 47 cm	H 84 cm B 63 cm T 60 cm	H 84 cm B 63 cm T 60 cm	H 72 cm B 76 cm T 59 cm
Noise level dB(A) [cabinet] dB(A)	64 -	- [58]	68 -	- [59]	- [56]	70 -
Flow rate at 5 bar* (l/min)	67/77	60/70	124/140	110/126	110/126	235/270
Tank volume (l)	20	20	20	20	20	50
Weight (kg)	37	49	43	57	58	90
230 V (1~)	5182-01	5186-01	5282-01	5286-01	5286100036	4282-01
230 V (3~)						
400 V (3~)						

*Measured without dry air



Primo	Duo	Trio	Quattro	Duo Tandem	Duo Tandem	Quattro Tandem	Quattro Tandem	Quattro P20
				1 unit	2 units	1 unit	2 units	4 units
1	2	3	4	2	4	4	8	16
50/60	50/60	50	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
6-7.8	6-7.8	6-7.8	6-7.8	6-7.8	6-7.8	5.5-7.5	5.5-7.5	5.5-7.5
H 69 cm B 49 cm T 47 cm	H 69 cm B 49 cm T 47 cm	H 76 cm B 74 cm T 52 cm	H 76 cm B 74 cm T 52 cm	H 76 cm B 75 cm T 52 cm	H 76 cm B 79 cm T 52 cm	H 82 cm B 102 cm T 62 cm	H 82 cm B 102 cm T 62 cm	H 114 cm B 115 cm T 77 cm
65 [49]	66 [51]	67 [49]	69 [53]	66 [51]	69 [51]	69 -	72 -	75 -
61/71	125/145	181	258/293	125/145	253/292	258/293	516/586	1032/1172
20	20	50	50	50	50	90	90	90
45	50	80	85	70	100	120	170	300
5152-01	5252-01	5352-01		4152100008	4252100027			
							4682-52	
	5252-51		5452-51	4152-54	4252-54	4642-54	4682-54	4852-54

Annexe 4 : Caractéristiques techniques des moteurs d'aspiration Dürr Dental











*Integration of non-network-capable devices possible through the Connect Box.






Dry suction systems					
	V 300 S	V 600	V 900 S	V 1200 S	V 2400
Number of users	1	2	3	4	8
Size	H 38 cm B 31 cm T 32 cm	H 48 cm B 41 cm T 39 cm	H 52 cm B 41 cm T 43 cm	H 52 cm B 41 cm T 43 cm	H 115 cm B 80 cm T 48 cm
Noise level	63 dB(A)	65 dB(A)	65 dB(A)	65 dB(A)	70 dB(A)
Max. fluid flow rate					
Weight	13 kg	21 kg	26,5 kg	26,5 kg	68 kg
230 V (1~)	7119-01/002	7127-01/002	7131-01/002		
230 V (3~)				7136-02/003	
400 V (3~)		7127-02/002	7131-02/002	7136-02/002	7137-02



Wet suction systems							
Tyscor V 1 Plus	Tyscor V 2	Tyscor V 2 Plus	Tyscor V 4	VS 300 S	VS 600	VS 900 S	VS 1200 S
1	2	2	4	1	2	3	4
H 34 cm B 35,5 cm T 45,5 cm	H 34 cm B 35,5 cm T 45,5 cm	H 54 cm B 45 cm T 62 cm	H 54 cm B 45 cm T 62 cm	H 38 cm B 31 cm T 32 cm	H 48 cm B 41 cm T 39 cm	H 52 cm B 41 cm T 43 cm	H 52 cm B 41 cm T 43 cm
55 dB(A)	57 dB(A)	62 dB(A)	62 dB(A)	63 dB(A)	65 dB(A)	65 dB(A)	65 dB(A)
				4 l/min	10 l/min	16 l/min	24 l/min
9 kg	9 kg	19 kg	19 kg	13,25 kg	22 kg	28,75 kg	27,5 kg
7182100200	7177-01	7188200200	7188100200	7122-01/002	7128-01/002	7134-01/002	
					7128-02/003		7138-02/003
					7128-02/002	7134-02/002	7138-02/002

							
Tyscor VS 1 Plus	Tyscor VS 2	Tyscor VS 2 Plus	Tyscor VS 4	VSA 300 S	VSA 600	VSA 900	VSA 1200
1	2	2	4	1	2	3	4
H 32 cm B 35,5 cm T 45,5 cm	H 32 cm B 35,5 cm T 45,5 cm	H 51 cm B 45 cm T 69 cm	H 51 cm B 45 cm T 69 cm	H 47 cm B 31 cm T 32 cm	H 92 cm B 52 cm T 48 cm	H 95 cm B 62 cm T 61 cm	H 95 cm B 62 cm T 61 cm
53 dB(A)	55 dB(A)	61 / 64 dB(A)	61 / 64 dB(A)	63 dB(A)	65 dB(A)	65 dB(A)	66 dB(A)
8 l/min	8 l/min	24 l/min	20 l/min	4 l/min	10 l/min	16 l/min	24 l/min
11 kg	11 kg	24 kg	24 kg	16 kg	51 kg	59 kg	59 kg
7182100100	7186-01	7188200100	7188100100	7125-01/002	7128 500001	7134 500001	
						7134 500002	7138 500001

		
Tyscor VSA 1 Plus	Tyscor VSA 2	Tyscor VSA 4
1	2	4
H 77 cm B 52 cm T 48 cm	H 77 cm B 52 cm T 48 cm	H 96 cm B 74 cm T 56 cm
ca. 53 dB(A)	ca. 53 dB(A)	ca. 61 dB(A)
10 l/min	10 l/min	20 l/min
40 kg	40 kg	55 kg
7182 500001	7186 500001	7188 500001

PERCEPTIONS SONORES ET SANTÉ AUDITIVE AU CABINET DENTAIRE : ANALYSE ET SOLUTIONS

RESUMÉ EN FRANÇAIS :

Les niveaux sonores et les fréquences élevées perçus par les chirurgiens-dentistes au cabinet peuvent entraîner des traumatismes auditifs répétés, dont les conséquences physiopathologiques et psychologiques peuvent être observées à court, moyen et long terme. Des solutions existent pour minimiser les risques auditifs : la réduction sonore du matériel bruyant, les protections auditives individuelles, le suivi médical régulier, l'agencement spatial du cabinet, la gestion de l'emploi du temps ou encore la pratique d'exercices de relaxation. Ce danger, souvent méconnu des chirurgiens-dentistes, est un enjeu majeur pour la qualité de vie et la santé physique et psychologique des praticien·nes.

TITRE EN ANGLAIS : Sound perceptions and hearing health at the dental office: analysis and solutions

RÉSUMÉ EN ANGLAIS :

Sound levels and high frequencies perceived by dentists at the office can lead to repeated auditory trauma, whose physiopathological and psychological consequences can be observed in the short, medium and long term. Solutions exist to minimize the risks: limiting noise sources, individual hearing protection, periodic medical check-ups, office space organization, schedule management and relaxation exercises. This danger, which is often unknown by dentists, is a major issue of life quality and of the physical and psychological health of dentists.

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie dentaire

MOTS-CLES : Bruit ; Acouphènes ; Audition ; Santé mentale ; Santé auditive ; Bien-être au cabinet dentaire ; Chirurgien-dentiste

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier

Faculté de santé – Département d'Odontologie 3 chemin des Maraîchers 31062 Toulouse Cedex 09

Co-directrice de thèse : Dr. Constance CUNY

Co-directeur de thèse : Pr. Florent DESTRUHAUT