Mallette pédagogique « Kiwi ? »
Bilan 2015-2016

Rapport de synthèse de l'exploitation de la mallette « Kiwi ? » et de la base de données sur l'année scolaire 2015-2016

Publication : Juin 2016

Avec le soutien :

ARS – Région Île-de-France – ANSES

TABLE DES MATIERES

Rapport de synthèse de l'exploitation de la mallette « Kiwi ? » et de la base de données sur l'année scolaire 2015-2016 1
Table des matières 1
Liste des abréviations 4
Table des figures 7
Table des tableaux 10
Bruitparif 11
Introduction 13
Partie 1 : La musique et les risques auditifs 15
I. Les musiques amplifiées : nature et sources 15
A. Nature des sons et de la musique amplifiée 15
B. Réglementations de niveaux sonores des sources d'exposition aux musiques amplifiées 17
II. Le système auditif 19
A. Le système auditif périphérique : l'oreille 19
B. Le système auditif central 23
III. Pathologies causées par le bruit, la musique 24
A. La perte auditive 24
B. Les acouphènes 26
C. L'hyperacousie 28
IV. Évaluation de la relation dose-réponse dans la littérature 29
A. Cadre réglementaire 29
B. Valeurs toxicologiques de référence (VTR) 30
V. Recueil de données d'exposition 33
A. Méthode qualitative : l'utilisateur estime son niveau d'écoute 33
B. Méthodes quantitatives : mesure des niveaux d'écoute en laboratoire 33
C. Habitudes d'utilisation des baladeurs décrites dans la littérature 36
D. Habitudes de fréquentation des boîtes de nuit décrites dans la littérature 40
Partie 2 : Projet « Mallette pédagogique » de Bruitparif et E.R.S. menée sur les classes pilotes 43
I. Les objectifs et la Constitution du projet 43
A. Besoin de données d'exposition 43
B. Besoin de sensibilisation 43
C. Méthode de travail 44
II. Contenus de la mallette 45
A. Présentations Power Point 45
B. Applications sur tablette 46

C. Présentation des interventions en classes 52
III. Recueil de données et evaluation des expositions 53
Problèmes rencontrés et solutions apportées 53
Partie 3 : Evaluation des expositions des collégiens et lycéens franciliens, exploitation de la base de donnéeS 55
I. Population étudiée et présentation de l'échantillon 55
Age moyen - Proportion de filles et de garçons 55
II. Ecoute de musique avec des écouteurs ou un casque audio 56
A. Pratique 56
B. Résultats concernant les durées et lieux d'écoute 56
C. Résultats concernant les niveaux d'écoute 64
D. Influence de l'âge et du sexe sur les pratiques d'écoute 68
E. Type d'écouteurs utilisés 72
F. Type d'appareils utilisés 74
G. Niveaux d'écoute estimés 77
H. S'endormir avec les écouteurs 80
III. Evaluation des risques auditifs 84
A. Identification du danger 84
B. Évaluation de la relation dose-réponse 84
C. Évaluation des expositions 84
D. Caractérisation des risques auditifs 85
IV. Autres sources d'exposition au bruit : loisirs musicaux 89
A. Ecoute de musique sans écouteurs ni casque 89
B. Loisirs musicaux 89
C. Jeux vidéo 96
V. Evaluation des expositions cumulées au bruit 99
A. Transports 99
B. Cantine 101
C. Niveaux globaux d'exposition sur 24h selon 3 journées types de semaine différentes 101
VI. Troubles auditifs déclares 106
A. Pertes auditives 107
B. Acouphènes 107
C. Hyperacousie 108
D. Bilan sur les troubles auditifs déclarés 109
VII. Synthèse et analyses croisées 110
A. Récapitulatif des facteurs ayant une influence sur les pratiques 110

B. Relations entre les habitudes d'écoute de baladeurs et les loisirs musicaux 112
C. Profils de consommateurs 113
Conclusion, discussion et perSpectives 115
Bibliographie 120
Annexes 124
ANNEXE 1. Questionnaire de pratiques 125
ANNEXE 2. Temps d'écoute maximum quotidiens, en heures et en minutes, calculés avec les deux VTR de la littérature 129

LISTE DES ABREVIATIONS

CCE : cellule ciliée externe

CCI : cellule ciliée interne

CIDB : Centre d'Information et de Documentation sur le Bruit

CNB : Conseil National du Bruit

CNIL : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

CPP : Comité de Protection des Personnes

D : dose quotidienne de bruit

DALYs : Disability Adjusted Life Years, années de vie en bonne santé perdues

dB : décibels (unité)

dB(A) : décibels avec une pondération A (unité)

dB(C) : décibels avec une pondération C (unité)

dB SPL : décibels sans pondération (Sound Pressure Level) (unité)

EPCI : Établissement Public de Coopération Intercommunale

ERS : Evaluation des Risques Sanitaires

HCSP : Haut Conseil de la Santé Publique

HEGP : Hôpital Européen Georges Pompidou

Hz : Hertz (unité)

INPES : Institut National de Prévention et d'Education pour la Santé

JNA : Association de la Journée Nationale de l'Audition

LAeq,8h : Niveau de pression acoustique continue équivalent sur 8 heures

LAeq,40h : Niveau de pression acoustique continue équivalent sur 40 heures

$L_{p,c}$: niveau de pression acoustique de crête en pondération C

LDL : Loudness Discomfort Level, seuil d'inconfort au bruit

LNE : Laboratoire National de métrologie et d'Essais

MIHL : Music-Induced Hearing Loss, perte auditive due à la musique

MIRE : Microphone-In-Real-Ear

mV : millivolts (unité)

NIHL : Noise-Induced Hearing Loss, perte auditive due au bruit

NIOSH : National Institute for Occupational Safety and Health, institut national pour la sécurité et la santé au travail aux Etats-Unis

NC : Non Connus

NOAEL : No-Observed Adverse Effect Level, dose sans effet toxique observable

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

Pa : Pascal (unité)

PICB : Protecteur Individuel Contre le Bruit

QCM : Question à Choix Multiple

RD : Ratio de Danger

RIF : Réseau Ile-de-France du secteur des musiques amplifiées

SCENIHR : Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks

SFORL : Société Française d'Otorhinolaryngologie

TWA : Time-Weighted Average

UE : Union Européenne

VAI : valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action

VAS : valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action

VLE : valeur limite d'exposition

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

WHO : World Health Organization, organisation mondiale de la santé

TABLE DES FIGURES

Figure 1. Echelle des decibels et exemples d'environnements avec les niveaux sonores correspondant 15
Figure 2. Pictogramme exigé par le Code de la Santé Publique sur les emballages de baladeurs musicaux 17
Figure 3. Le système auditif (Hoffmann L, 2016) 19
Figure 4. Le système tympano-ossiculaire (Hoffmann L, 2016) 20
Figure 5. Schéma de la cochlee en coupe transversale (Hoffmann L, 2016) 22
Figure 6. Schéma de l'organe de corti en coupe transversale (Hoffmann L, 2016) 22
Figure 7. Voies auditives centrales (Glendenning & Hutson, 1998) 23
Figure 8. Capture de résultats de l'application « Expositions cumulées au bruit » 51
Figure 9. Capture de l'application « Paysage sonore » 52
Figure 10. Proportion d'élèves écoutant de la musique dans les transports 57
Figure 11. Distribution statistique des temps d'écoute dans les transports par jour de semaine déclarés 58
Figure 12. Distribution statistique des temps d'écoute déclarés - à la maison par jour de semaine 59
Figure 13. Distribution statistique des temps d'écoute déclarés - « ailleurs » par jour de semaine 60
Figure 14. Distribution statistique des temps d'écoute totaux déclarés par jour de semaine ... 63
Figure 15. Répartition des niveaux d'écoute en dB(A) - Chambre 64
Figure 16. Répartition des niveaux d'écoute en dB(A) - Rue 65
Figure 17. Distribution statistique des LAeq en dB(A) 66
Figure 18. LAeq moyen en fonction du sexe en dB(A) 68
Figure 19. Niveau d'écoute moyen en fonction de l'âge - en dB(A) 70
Figure 20. Temps moyen quotidien d'écoute en fonction de l'âge - en minutes 71
Figure 21. Types d'écouteurs principalement utilisés 72
Figure 22. Temps moyens d'écoute un jour de semaine en fonction du type d'écouteurs principalement utilisé 73
Figure 23. Appareils utilisés pour l'écoute de musique avec écouteurs 74
Figure 24. Principal appareil utlisé par les eleves pour ecouter de la musique avec des écouteurs 75

Figure 25. Temps écoute total quotidien selon l'appareil principalement utilisé - en minutes 77
Figure 26. Niveaux d'écoute estimés par les élèves 77
Figure 27. Niveaux d'écoute mesurés en fonction du niveau d'écoute déclaré - en dB(A)..... 78
Figure 28. Temps d'écoute moyen en fonction du niveau d'écoute déclaré - en minutes 79
Figure 29. Endormissement avec les écouteurs 80
Figure 30. Proportion des comportements en fonction de l'âge 81
Figure 31. Niveau pondéré d'écoute selon l'habiture de s'endormir ou non avec un baladeur – en dB(A) 82
Figure 32. Temps moyens d'écoute quotidiens selon l'habitude de s'endormir ou non avec un baladeur - en minutes 83
Figure 33. Utilisateurs à risques auditifs par leur écoute – VTR : 75 dB(A) sur 8h 87
Figure 34. Utilisateurs à risques auditifs par leur écoute - VTR : 85 dB(A) sur 8h..... 87
Figure 35. Distribution statistique de la dose de bruit quotidienne liée à l'écoute de baladeurs reçue par les élèves et comparaison aux valeur seuil de 75 et 85 dB(A) sur 8 heures 88
Figure 36. Fréquentation de concerts 90
Figure 37. Fréquentation de boîtes de nuit 90
Figure 38. Fréquentation de festivals en plein air 91
Figure 39. Fréquentation de soirées entre amis 92
Figure 40. Précautions particulières prises lors de la fréquentation de concerts, de festivals ou de boîtes de nuit..... 93
Figure 41. Pratique d'un instrument 94
Figure 42. Type d'instrument pratiqué 94
Figure 43. Utilisation protections auditives lors de la pratique d'un instrument 95
Figure 44. Temps de pratique de jeux-vidéo en semaine 97
Figure 45. Temps de pratique de jeux-vidéo en week-end..... 98
Figure 46. Type d'appareil utilisé pour la pratique de jeux-vidéo..... 98
Figure 47. Temps de transports aller-retour quotidien selon le type de transport..... 100
Figure 48. Répartition des LA_{eq} sur 24h en dB(A) - Journée de cours sans baladeur ni loisir musical 102
Figure 49. Répartition des LA_{eq} sur 24h en dB(A) – Journée de cours avec baladeur, sans loisir musical 103
Figure 50. Répartition des LA_{eq} sur 24h en dB(A) – Journée de cours avec baladeur et loisir musical 104
Figure 51. Répartition des LA_{eq} sur 24h en dB(A) – Journée de week-end avec baladeur.... 106

Figure 52. Pertes auditives déclarées 107
Figure 53. Acouphènes déclarés..... 108
Figure 54. Hyperacousies déclarées.....108

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1. Temps d'écoute maximums quotidiens en fonction du niveau d'écoute en décibels selon les valeurs de protection des travailleurs 31
Tableau 2. Temps d'écoute maximums quotidiens en fonction du niveau d'écoute en décibels selon le NOAEL de l'OMS pour les effets auditifs 32
Tableau 3. Temps d'écoute quotidiens de baladeurs documentés dans la littérature 36
Tableau 4. Niveaux d'écoute de baladeur documentés dans la littérature 37
Tableau 5. Niveaux sonores mesurés et documentés dans les boîtes de nuit 40
Tableau 6. Niveaux des classes et des élèves dont les données ont été recueillies 55
Tableau 7. Utilisation régulière d'un baladeur parmi les différentes tranches d'âge 56
Tableau 8. Moyennes, médianes et écart-types des différents temps d'écoute selon les lieux d'écoute 60
Tableau 9. Différences de réglages de niveaux sonores entre les deux environnements de l'application "test de niveau d'écoute" 67
Tableau 10. Moyennes des niveaux sonores réglés par les élèves dans les deux environnements sonores 67
Tableau 11. Temps d'écoute de baladeur quotidien selon le sexe 69
Tableau 12. Temps d'écoute de baladeur quotidien selon l'âge 69
Tableau 13. Niveau d'écoute moyen en fonction du type d'écouteurs principalement utilisé .. 73
Tableau 14. Niveau d'écoute moyen selon le type d'appareil principalement utilisé pour l'écoute de musique avec des écouteurs – en dB(A) 75
Tableau 15. Niveaux sonores des principaux insstruments et genres de musique (Acier, 1997) 95
Tableau 16. Utilisation de protections auditives selon le type d'instrument pratiqué 96
Tableau 17. Niveaux sonores moyens des différents types de transports 100

BRUITPARIF

Bruitparif est l'observatoire du bruit en Île-de-France. Il s'agit d'une association créée en 2004 à l'initiative du Conseil régional d'Île-de-France, à la demande des associations de défense de l'environnement. Bruitparif fédère les principaux acteurs de la lutte contre le bruit regroupés en 4 collèges : collège des services et établissements publics de l'État, collège des collectivités territoriales (Région, départements, communes et EPCIs), collège des activités économiques et collège des associations, professionnels de l'acoustique et personnalités qualifiées. Bruitparif compte une centaine de membres et travaille en partenariat aux échelons régional, national et international.

Bruitparif a permis de développer un pôle d'expertise qui se consacre à la réalisation de trois missions principales :

- **Mesurer et évaluer** l'environnement sonore (réseau de surveillance, laboratoire d'exploitation et d'analyse du bruit, recherche et développement). Pour répondre aux attentes des Franciliens de disposer d'éléments objectifs de caractérisation de l'environnement sonore et aider les acteurs publics dans leur prise de décision en matière de bruit routier, ferroviaire, aérien ; de bruit lié aux activités commerciales, industrielles et de loisirs ; de bruit dans l'habitat, les établissements d'enseignement et les lieux accueillant du public ; de zones de calme ; des contextes de multi-exposition.

- **Accompagner** les politiques publiques (application de la directive européenne 2002/49/CE sur le bruit dans l'environnement, forum des acteurs franciliens pour une meilleure gestion de l'environnement sonore). Pour que l'environnement sonore soit pris en compte dans l'élaboration des politiques d'aménagement, de déplacement et de santé, Bruitparif apporte son expertise et ses moyens techniques aux pouvoirs publics, aux collectivités territoriales et aux gestionnaires d'infrastructures.

- **Sensibiliser** les Franciliens à l'importance de la qualité et de la richesse de l'environnement sonore et aux risques liés à l'écoute des musiques amplifiées. Pour cela expliquer de manière pédagogique ce qu'est le bruit et informer de ses effets sur la santé, notamment auprès des jeunes qui s'exposent régulièrement à des doses de bruit importantes (concerts, baladeurs...), prévenir des risques liés au bruit à travers des campagnes de sensibilisation et développer des outils de médiation et de concertation.

A travers ces missions Bruitparif travaille en lien avec de multiples partenaires :

- Les collectivités territoriales qui s'engagent dans des politiques de prévention des nuisances sonores
- Les associations qui participent à la diffusion des messages et s'appuient sur l'expertise de Bruitparif
- Les organisateurs de manifestations musicales populaires de grande ampleur, les gestionnaires de lieux diffusant de la musique qui ont un rôle à jouer dans la prévention du public
- Les services sanitaires de l'État
- Le milieu scolaire et universitaire
- Les chercheurs, le corps médical et les audioprothésistes

Pour en savoir plus : http://www.bruitparif.fr/

INTRODUCTION

L'écoute de musiques amplifiées est ubiquitaire de nos jours, la quasi-totalité les jeunes écoutent quotidiennement de la musique sur leurs baladeurs ou téléphones portables, vont en concert, en festival, en boîte de nuit, consomment la musique à fort volume, sur des périodes prolongées. Les études pointant l'augmentation de la prévalence de pertes auditives chez les jeunes se multiplient. Or une perte auditive à un jeune âge peut avoir de graves conséquences sur la vie de ces jeunes (difficultés d'apprentissage, impossibilité de l'accès à certains emplois, isolement, …). Cependant ils n'ont pas nécessairement conscience de l'impact que leurs comportements peuvent avoir sur leur audition, ils ne se sentent pas concernés, considérant que les troubles auditifs sont « des problèmes de vieux ». Ainsi, ils ne se protègent pas et consomment la musique de façon trop intense.

Ces conséquences constituent un réel enjeu de santé publique.

La connaissance des habitudes et des pratiques d'écoute de musiques amplifiées, est essentielle afin de mieux comprendre les conséquences de ces expositions, et ainsi de pouvoir agir, en mettant en place des politiques de santé publique. Cependant, les données chiffrées relatives à ces pratiques et niveaux d'écoute manquent encore. C'est le constat et l'un des point de recherche à explorer mis en avant par le rapport du SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks) de 2008 sur les effets sanitaires potentiels de l'écoute de baladeur (SCENIHR, 2008). Or, selon ce rapport, 5 à 10% des usagers de baladeurs subiront des dommages auditifs irréversibles liés à leur consommation.

Bruitparif a réalisé une première campagne métrologique en 2009 dans 20 lycées franciliens, mettant en évidence un niveau d'écoute supérieur à 85 décibels chez 54% des sujets, et supérieur à 100 décibels chez 7% d'entre eux (test de niveau d'écoute des baladeurs sur tête acoustique, réalisé sur 411 lycéens) (Bruitparif - CIDB - RIF, 2009). S'appuyant sur ce premier retour d'expérience, Bruitparif a souhaité mettre en place un dispositif de sensibilisation à destination du jeune public scolaire, collégiens et lycéens, sous forme de séances en classe couplant :

- le recueil des données d'exposition : niveaux, durées et pratiques d'écoute, tout en prenant en compte la multiplicité des sources en jeu ;
- la délivrance simultanée d'un message de sensibilisation aux risques encourus, *via* plusieurs supports audiovisuels interactifs

Le développement de cet outil a abouti à la mise au point d'une mallette pédagogique, grâce à laquelle des recueils de données d'exposition ont été effectués. Une exploitation de ces données permet de caractériser les expositions aux musiques amplifiées auxquelles sont soumis les jeunes de niveau collège et lycée et d'évaluer les conséquences pour leur audition.

La première partie de ce rapport rappelle l'état des connaissances actuelles sur les effets des musiques amplifiées sur le système auditif, les différentes pathologies en découlant et leurs épidémiologies. Elle fait également le point sur les habitudes de consommation des loisirs musicaux et les méthodes actuelles de mesure d'exposition documentées chez les jeunes. La deuxième partie présente le projet de « mallette pédagogique de sensibilisation et d'évaluation des expositions » de Bruitparif. Les premiers résultats, issus des interventions en classes effectuées avec cette mallette, sont enfin présentés en troisième partie.

PARTIE 1 : LA MUSIQUE ET LES RISQUES AUDITIFS

I. LES MUSIQUES AMPLIFIEES : NATURE ET SOURCES

A. Nature des sons et de la musique amplifiée

Un son est une vibration d'un milieu élastique. Il implique le passage d'une onde de pression longitudinale, une onde sonore. C'est une onde élastique qui se transmet de proche en proche dans un milieu matériel. Ainsi elle peut se propager dans un milieu solide, liquide ou gazeux, mais ne se propagera pas dans le vide (Aurengo & Petitclerc, 2006) (Bordenave, 2007).

Un son pur donnera une onde sonore représentée sous forme d'une courbe sinusoïdale. Les deux caractéristiques principales de cette onde sont :

- Sa longueur d'onde qui caractérise sa fréquence, exprimée en Hertz, Hz. La fréquence d'un son permet de connaître sa hauteur, ainsi plus la longueur d'onde est faible, plus la fréquence est élevée, plus le son est « haut » ou aigu. C'est un son de haute fréquence. A l'inverse, un son grave est de basse fréquence. En moyenne, l'oreille humaine entend les sons dont les fréquences se situent entre 20 et 20 000 Hz.
- Son amplitude qui caractérise son intensité. Plus l'amplitude d'un son est grande, plus son intensité est importante, plus le son sera fort.

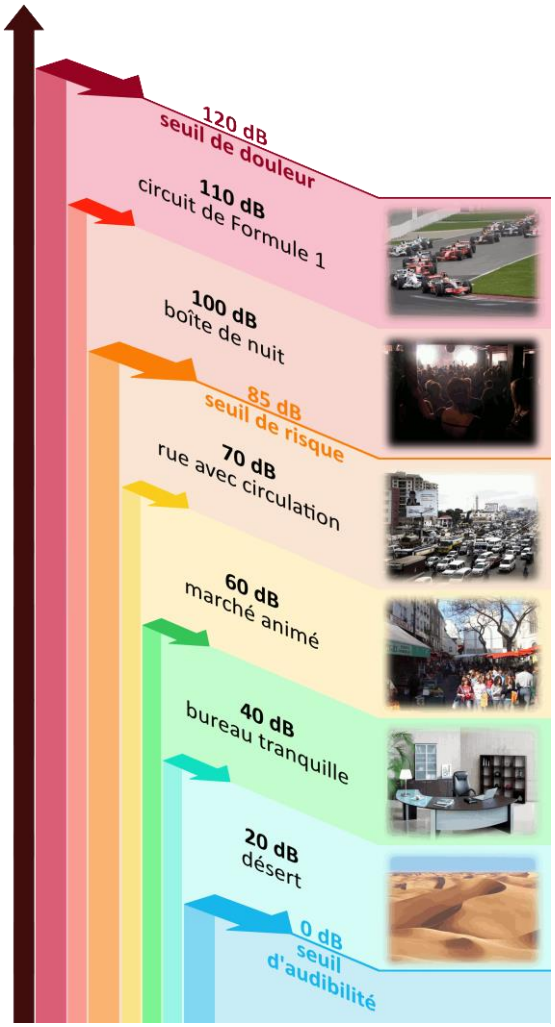


FIGURE 1. ECHELLE DES DECIBELS ET EXEMPLES D'ENVIRONNEMENTS AVEC LES NIVEAUX SONORES CORRESPONDANTS

La Figure 1 présente une échelle des décibels avec les niveaux sonores correspondants à certaines situations du quotidien.

Ces deux caractéristiques permettent de connaître la pression acoustique d'un son, exprimée en Pascal, Pa, c'est l'amplitude de la variation rapide de la pression atmosphérique qui cause une impression sonore. L'oreille humaine est capable de percevoir des sons allant de 20 µPa (seuil d'audibilité) à plus de 20 Pa (seuil de douleur). Cette gamme étant très large, il n'est pas aisé d'utiliser le Pascal pour caractériser les sons. Il a donc été instauré une nouvelle unité, le décibel, dB. Cette unité n'exprime plus la pression acoustique mais le niveau sonore. Les valeurs en décibels sont calculées à partir de la pression acoustique en pascal par rapport au niveau de référence de 20 µPa (seuil d'audibilité). Ainsi à 20 µPa, le niveau sonore correspondant est de 0 dB, à 20 Pa on se situe à 120 dB. Le calcul permettant de passer de la pression acoustique au niveau sonore passe par un logarithme. Ainsi une augmentation de 3 dB sera équivalente à un doublement de la pression acoustique.

Les niveaux sonores peuvent être exprimés en décibels avec une pondération. Dans ce mémoire nous utiliserons la pondération A, dB(A) (prend en compte la sensibilité moyenne d'une oreille normale pour chaque bande de fréquences) et la pondération C, dB(C) (pondération utilisée pour les mesures de niveaux de crêtes, elle reflète mieux la perception des niveaux élevés, en particulier les basses fréquences, sous estimées en pondération A).

Dans notre monde sonore quotidien, tous les sons, ou presque, sont des sons complexes, des superpositions de sons purs, provenant de sources multiples. Dans ce mémoire nous nous intéresserons en particulier aux expositions sonores liées à l'écoute de musiques amplifiées. La musique est dite amplifiée lorsqu'elle passe par une chaîne d'amplification (source → capteur → amplificateur → haut-parleur → auditeur), ce sont des musiques qui utilisent des instruments nécessitant une chaîne d'amplification pour être créées, jouées, entendues (AGI-SON). Les sources de musiques amplifiées sont diverses, elles peuvent être l'écoute de musique avec des baladeurs, sur des chaînes stéréo, lors de concerts, lors de la pratique d'instruments de musique, lors de la fréquentation de discothèques ou de tout autre lieu diffusant de la musique. Nous nous pencherons en particulier sur les baladeurs, les concerts et les discothèques. Nous décrirons pour chacune de ces sources d'exposition la réglementation en vigueur sur les niveaux sonores, les niveaux sonores effectivement constatés et les habitudes des utilisateurs.

B. Réglementations de niveaux sonores des sources d'exposition aux musiques amplifiées

1. Les baladeurs

Dans la loi française, l'article L.5232-1 du Code de la Santé Publique indique que « les baladeurs musicaux vendus sur le marché français ne peuvent excéder une puissance sonore maximale de sortie correspondant à une pression acoustique de 100 décibels » (Art. L5232-1 du Code de la Santé Publique). Par baladeurs musicaux la loi entend « un appareil portable réservé à un usage personnel qui est conçu pour permettre à l'utilisateur d'écouter du son, associé ou non à des vidéos, enregistré ou radiodiffusé ; comporte principalement un dispositif d'écoute que l'on peut porter dans ou sur les oreilles ou autour de celles-ci ; permet à l'utilisateur de se déplacer pendant son utilisation. » (Arrêté du 25 jullet 2013)

Dans le détail, les emballages des baladeurs musicaux « doivent porter un message de caractère sanitaire précisant que, à pleine puissance, l'écoute prolongée du baladeur peut endommager l'oreille de l'utilisateur. » En pratique le message sanitaire est le suivant : *« A pleine puissance, l'écoute prolongée du baladeur peut endommager l'oreille de l'utilisateur* ». Pour les appareils plus petits, seul un pictogramme est apposé sur les emballages (Figure 2).

FIGURE 2. PICTOGRAMME EXIGE PAR LE CODE DE LA SANTE PUBLIQUE SUR LES EMBALLAGES DE BALADEURS MUSICAUX

De plus, les baladeurs musicaux doivent répondre aux exigences des normes NF EN 60065:2002/A12 septembre 2011 « Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues. — Exigences de sécurité » qui impose la limite déjà en vigueur en France depuis 2005, 100 dB maximum en sortie de baladeur, mais ajoute un nouvel élément : toute utilisation à un niveau dépassant 85 dB déclenche un signal et une validation par l'utilisateur (dispositif visuel ou sonore informant activement l'utilisateur du dépassement). « Les baladeurs musicaux qui ne sont pas conformes à ces dispositions ne peuvent être commercialisés en France.» (Art. L5232-1 du Code de la Santé Publique).

La limite de cette loi est que le contrôle des 100 dB de sortie, effectué par le LNE (Laboratoire National de métrologie et d'Essais), est réalisé avec les écouteurs d'origine, fournis avec le baladeur. Or, de plus en plus d'utilisateurs de baladeurs changent les écouteurs, que ce soit pour des raisons de rendu acoustique, de confort, d'usure des écouteurs d'origine ou tout simplement de la perte de ces écouteurs. La loi tente de pallier cette faille en limitant le voltage de sortie de la prise audio à 150mV, mais les tests effectués dans la littérature montrent que certains casques ou écouteurs, dont l'impédance, ou résistance, est très faible, permettent de dépasser les 100 dB de sortie (Keith, Michaud, & Chiu, 2008) (Williams W. , 2005) (Kim, 2013). Ces niveaux peuvent aller jusqu'à plus de 120 dB(A) (Keith, Bly, Chiu, & Hussey, 2001) avec des pics à plus de 130dB SPL (Fligor & Cox, 2004). Il est à noter que cette règlementation est en cours d'évolution suit à l'avis de l'HCSP (Haut Conseil de la Santé Publique) et du CNB (Conseil National du Bruit) (HCSP, 2013) (CNB, 10 décembre 2014).

2. Les boîtes de nuit et concerts

Selon les articles R571-25 à R571-30 du Code de l'environnement, découlant du décret « lieux musicaux » en application de la loi « bruit » de décembre 2002, les lieux musicaux sont soumis à une réglementation quant à leurs niveaux sonores. Par lieux musicaux on entend les établissements qui reçoivent du public et qui diffusent de la musique amplifiée de manière habituelle, qu'ils soient clos ou ouverts. Ne sont pas concernés par ce décret les salles dont l'activité est réservée à l'enseignement de la musique et de la danse, les salles de cinéma, les théâtres, s'ils n'accueillent pas de spectacles musicaux, les locaux de répétition, sans public et les studios d'enregistrement.

Les limitations de niveaux sonores sont, pour le niveau moyen, de 105 dB(A) et, pour le niveau de crête ou niveau maximal, de 120 dB(A). De plus l'exploitant se doit d'effectuer une étude d'impact concernant en partie la pression acoustique qui sera produite et perçue à l'intérieur de son établissement. Le non-respect de cette réglementation peut entrainer des sanctions allant de l'amende de 5ème classe (1500 euros) à la fermeture administrative de l'établissement (Art. R571-25 à R571-30 du Code de l'environnement).

II. LE SYSTEME AUDITIF

Le système auditif est le système sensoriel responsable de l'ouïe. Il est composé de deux parties : le système auditif périphérique et le système auditif central. L'audition est la perception de l'énergie du son, elle comporte deux composantes : l'identification des sons et leur localisation. Les premières données sur le son seront ses caractéristiques (sa hauteur, son intensité, son timbre) puis l'oreille et le cerveau, par des processus de traitement des sons, aboutissent à la perception auditive.

A. Le système auditif périphérique : l'oreille

L'oreille est un organe neurosensoriel complexe, elle est composée de trois parties, l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne (Figure 3). L'oreille externe et l'oreille moyenne, cavités aériennes, transmettent des ondes sonores à l'oreille interne et augmentent l'énergie du son, pour ainsi compenser la perte d'énergie inhérente au passage des ondes sonores de l'air au milieu liquide. L'oreille interne, remplie de liquide, contient deux systèmes sensoriels différents : la cochlée dont les récepteurs convertissent les ondes sonores en signaux électriques qui rendent possible l'audition, et l'appareil vestibulaire nécessaire à l'équilibre.

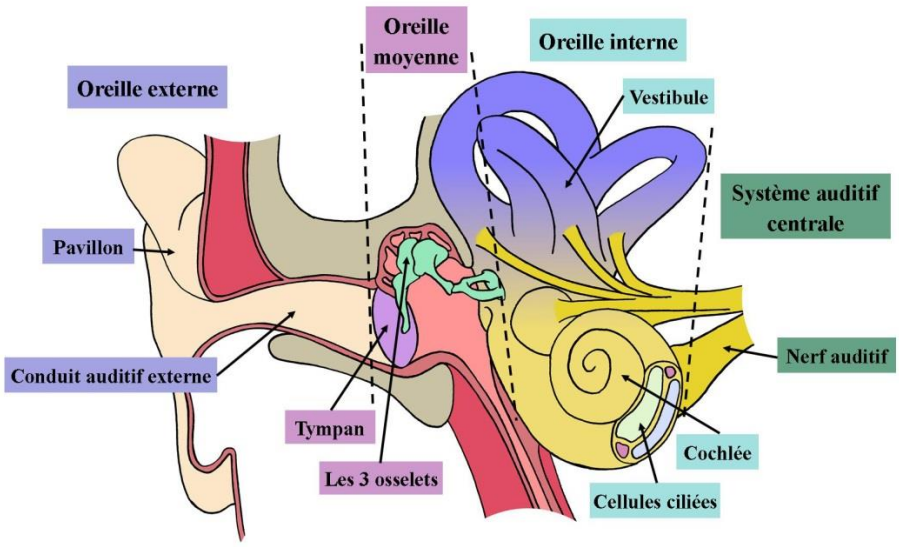


FIGURE 3. LE SYSTEME AUDITIF (HOFFMANN L, 2016)

1. *L'oreille externe*

L'oreille externe se compose du pavillon, seule partie visible de l'oreille, et du conduit auditif externe qui va de l'orifice du conduit externe au tympan. Le pavillon, lame de cartilage couverte de peau, a pour rôle de capter les sons, son orientation et ses replis les concentrent et

les acheminent au conduit auditif externe qui les acheminera à son tour jusqu'au tympan (Sherwood, 2006, p165-172).

2. *L'oreille moyenne*

L'oreille moyenne est une cavité aérienne située à l'intérieur d'un os du crâne, le rocher de l'os temporal. Cette cavité est divisée en trois parties : la caisse du tympan, la trompe d'eustache et les cavités mastoïdiennes.

Le système tympano-ossiculaire (Figure 4) transmet les ondes sonores à travers l'oreille moyenne jusqu'à l'oreille interne. Il est composé du tympan et des trois osselets, situés dans la caisse du tympan.

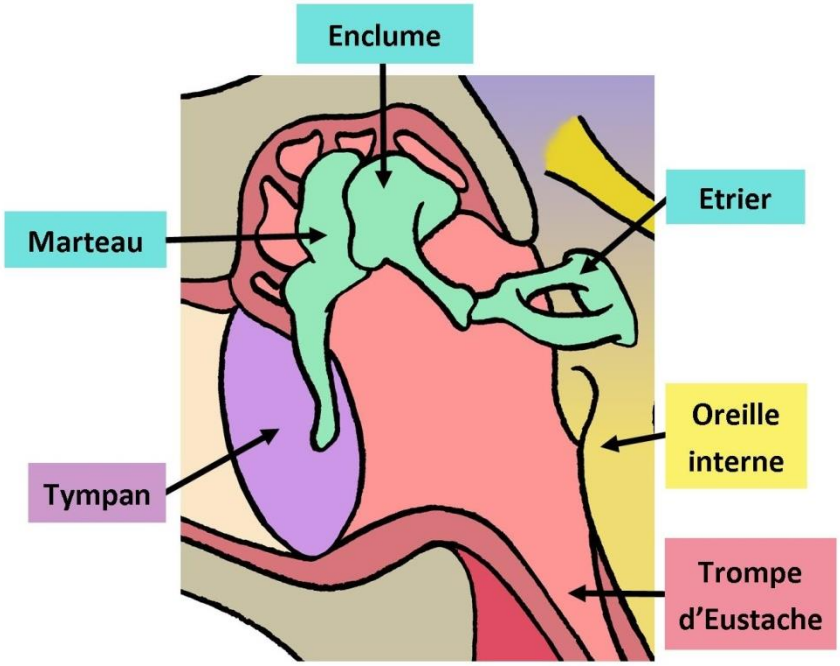


FIGURE 4. LE SYSTEME TYMPANO-OSSICULAIRE (HOFFMANN L, 2016)

Le tympan est une membrane fibreuse et élastique qui fait la jonction de l'oreille externe (extrémité profonde du conduit externe) à l'oreille moyenne (caisse du tympan). Lorsqu'il est atteint par des ondes sonores, il vibre. Au repos, le tympan est soumis à la pression atmosphérique du côté de l'oreille externe et également du côté de l'oreille moyenne grâce à la trompe d'Eustache. Elle fait communiquer la caisse du tympan avec le rhinopharynx, elle est dotée d'un appareil musculaire qui lui permet de s'ouvrir et de se fermer lors des mouvements de déglutition, de bâillement, de mastication, ce qui équilibre les pressions de part et d'autre du tympan et permet une vibration idéale.

Les trois osselets mobiles (le marteau, l'enclume et l'étrier) sont maintenus dans la caisse du tympan par des ligaments et deux muscles. Le manche du marteau est collé au tympan, quand le tympan se met en mouvement sous l'effet d'ondes sonores, il transmet ces vibrations mécaniques au marteau, qui les transmettra à l'enclume qui, à son tour mettra en mouvement l'étrier. Ce dernier est fixé à la fenêtre ovale à l'entrée de la cochlée. Lorsque le tympan vibre sous l'action d'ondes sonores, la chaîne des osselets est mise en mouvement à la même fréquence et transmet le mouvement à la fenêtre ovale et donc aux liquides de l'oreille interne. Comme évoqué précédemment, un autre rôle de la chaîne des osselets est d'augmenter l'énergie du son, car il faut plus de pression pour déplacer du liquide que du gaz. Pour cela deux mécanismes entrent en jeu. Tout d'abord la surface de la fenêtre ovale est bien plus faible que la surface du tympan, or la pression étant égale à la force divisée par la surface sur laquelle elle est appliquée, la pression augmente. Le deuxième mécanisme est un effet de levier de la chaîne des osselets qui augmente la force exercée sur la fenêtre ovale. Ces deux mécanismes augmentent la force exercée de 20 fois environ.

En plus de jouer le rôle de transmission des vibrations sonores, l'oreille moyenne joue un rôle de protection de l'oreille interne. En effet, si l'oreille est exposée à des niveaux sonores trop élevés, les muscles qui maintiennent les osselets et en particulier le muscle de l'étrier (muscle stapédien) se contractent pour réduire la vibration de l'étrier et ainsi protéger l'oreille interne, ils augmentent l'impédance de la chaîne ossiculaire. C'est ce qu'on appelle le réflexe stapédien (Charachon, 1981).

3. L'oreille interne

L'oreille interne se compose de l'appareil vestibulaire et de la cochlée. L'appareil vestibulaire est responsable de l'équilibre et il est constitué des canaux semi-circulaires, de l'utricule et saccule. C'est la cochlée qui est responsable de l'audition. La cochlée est une structure en spirale divisée presque sur toute sa longueur en trois compartiments remplis de liquide (Figure 5). Le canal, ou conduit cochléaire fermé à son extrémité est le compartiment central et s'étend presque sur toute la longueur de la cochlée. Le compartiment supérieur, la rampe vestibulaire est séparée de l'oreille moyenne par la fenêtre ovale à laquelle est fixé l'étrier. Le compartiment inférieur, la rampe tympanique, est lui séparé de l'oreille moyenne par une fine membrane, la fenêtre ronde. Les deux compartiments sont en continuité ainsi que les liquides qu'ils contiennent à l'extrémité du canal cochléaire, appelé hélicotrème.

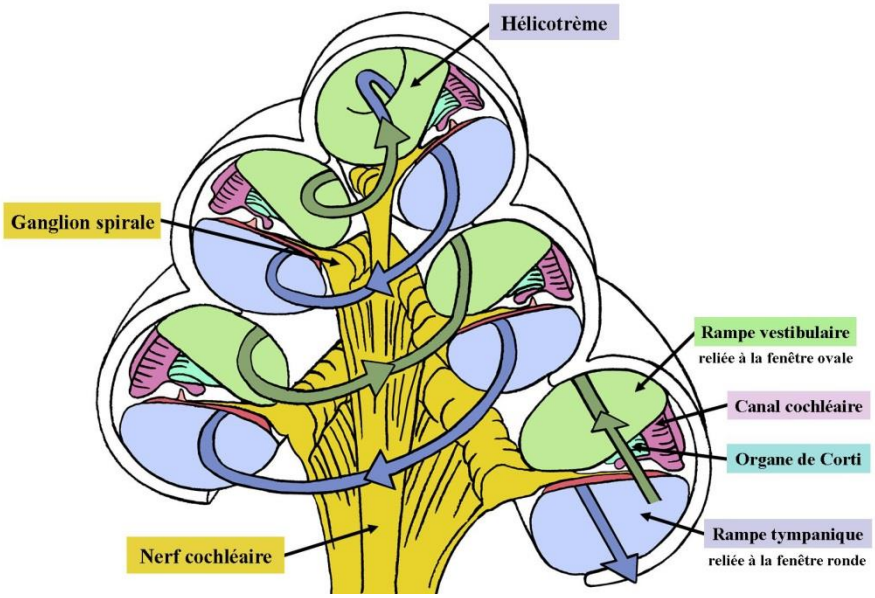


FIGURE 5. SCHEMA DE LA COCHLEE EN COUPE TRANSVERSALE (HOFFMANN L, 2016)

ZOOM :

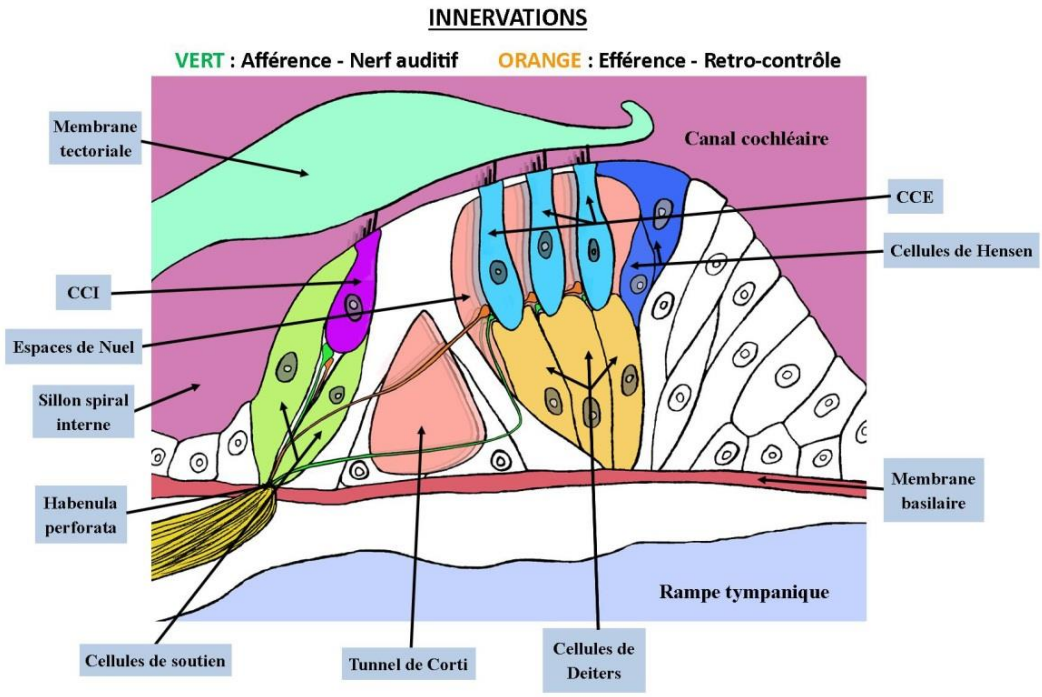


FIGURE 6. SCHEMA DE L'ORGANE DE CORTI EN COUPE TRANSVERSALE (HOFFMANN L, 2016)

Le plancher du canal cochléaire est formé par la membrane basilaire. Cette membrane sépare le canal cochléaire du compartiment inférieur, la rampe tympanique. Cette membrane joue un rôle très important ; c'est le support de l'organe de Corti qui est l'appareil sensoriel de l'audition (Figure 6). Celui-ci contient des cellules ciliées (CCE et CCI), qui se baignent dans un liquide appelé périlymphe. Lorsque les osselets de l'oreille moyenne transmettent les

vibrations à ce liquide, les cils se mettent en mouvement. Ceci génère un influx nerveux qui sera ensuite transmis au cerveau par le nerf auditif. (Sherwood, 2006, p165-172)

B. Le système auditif central

Le système auditif central, constitué des voies auditives au niveau du tronc cérébral et du cortex auditif, permet la transmission de l'information sonore des premiers neurones du nerf auditif jusqu'au cerveau (Figure 7). C'est ce système qui est responsable de l'interprétation de l'information sonore. Le système auditif périphérique communique avec le système auditif central à l'aide de fibres nerveuses, qui partent de l'organe de Corti et vont vers le cortex auditif. Les cellules dans l'organe de Corti se séparent en deux catégories, les cellules ciliées externes et les cellules ciliées internes. Ces deux types de cellules sont reliés à des fibres nerveuses et c'est ce qui forme les deux nerfs auditifs (8e paire crânienne). L'information au niveau du nerf auditif est ensuite envoyée au cortex auditif primaire et aux aires associatives en passant par plusieurs relais au niveau du tronc cérébral (jonction bulboprotubérantielle, noyaux cochléaires, complexe de l'olive supérieure, lemnisque latéral, colliculus inférieur et corps genouillé médian) (Guiraud, 2007). Ces différents relais permettent un traitement additionnel du message auditif. En plus de transmettre l'information sonore, les différentes voies auditives fournissent l'information relative à la fréquence du son (la hauteur), à l'intensité et à la position de la source sonore dans l'espace.

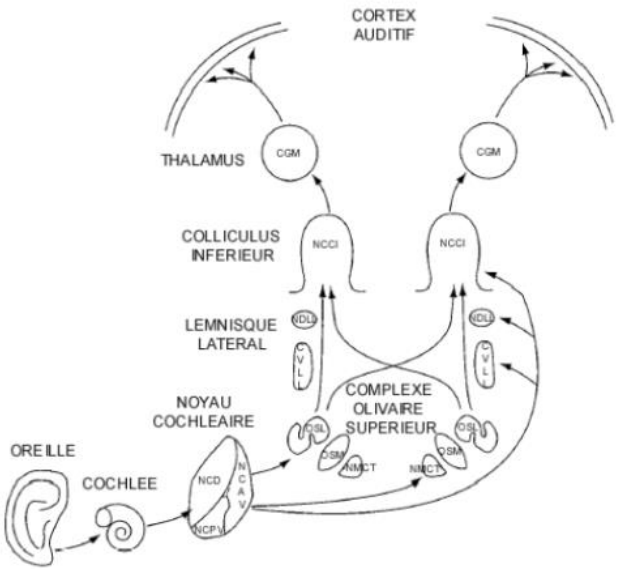


FIGURE 7. VOIES AUDITIVES CENTRALES (GLENDENNING & HUTSON, 1998)

III. PATHOLOGIES CAUSEES PAR LE BRUIT, LA MUSIQUE

A. La perte auditive

La perte auditive consiste en une altération progressive plus ou moins rapide du sens de l'ouïe, elle est le plus généralement graduelle. D'un individu à un autre, d'un âge à l'autre, elle peut varier de façon importante. Le plus souvent, elle se manifeste d'abord dans les fréquences aiguës d'environ 4 000 Hz. Mais les personnes atteintes n'en prennent réellement conscience que lorsqu'elle gagnera les fréquences utilisées dans la vie quotidienne et plus particulièrement les fréquences de la parole. Suivre une conversation de groupe, écouter la télévision sera alors beaucoup plus difficile.

Les pertes auditives, ou surdités, peuvent être temporaires ou définitives, partielles ou complètes. On peut classer les pertes auditives en fonction de leur degré :

- Une perte de 20 à 40 dB est dite légère, la parole est perçue à voix normale, difficilement à voix basse, comme tous les sons faibles ou lointains.
- De 40 à 70 dB, la perte auditive est dite moyenne
    - De 1er degré (41 à 50 dB), la parole est entendue si on élève la voix, mais mal comprise.
    - De 2ème degré (51 à 70 dB), la personne comprend mieux si elle regarde son interlocuteur. Quelques bruits familiers sont encore perçus.
- La perte sera qualifiée de sévère entre 70 et 90 dB, le handicap est important. Seuls les bruits forts et les voix proches sont perçus.
- Si la perte est supérieur à 90 dB alors elle est profonde, à ce stade, et jusqu'à 120 dB de perte, la parole n'est plus du tout perçue et seuls les bruits très puissants sont entendus sans être nécessairement identifiés.
- Perte totale : pas d'audition mesurable (JNA).

Une perte auditive temporaire peut également être appelée fatigue auditive. Après un certain temps suivant l'exposition au bruit ou à la musique, les seuils d'audition reviennent à la normale.

D'un point de vue physiopathologique, il existe deux catégories, les pertes auditives de transmission et les pertes auditives de perception. Dans le premier cas c'est la transmission des vibrations causées par les sons, dans l'oreille externe et/ou moyenne, qui n'est pas

correctement assurée. Cela peut être causé par la présence d'un bouchon de cérumen dans le conduit auditif externe, par la rupture du tympan, la soudure des osselets, la présence de liquide dans l'oreille moyenne due à une infection, otite par exemple. La perte auditive de perception est la mauvaise transformation des vibrations mécaniques du son en influx nerveux interprétables par le cerveau. Dans la majorité des cas cela est causé par un dysfonctionnement de l'organe de Corti de la cochlée. Dans de rares cas cela peut également être causé par une atteinte des voies auditives ou du cortex auditif (Sherwood, 2006, p165-172). Dans le cas des expositions régulières aux musiques amplifiées, nous nous concentrerons sur la perte auditive de perception causée par un dysfonctionnement de l'organe de Corti. Dans certains cas, les deux catégories de pertes auditives peuvent être présentes.

Avec l'âge se produit un phénomène dégénératif irréversible lié à l'usure des cellules ciliées de l'organe de Corti, c'est la presbyacousie. A 60 ans, environ 40% des cellules ciliées sont perdues, les cellules ciliées traitant les hautes fréquences étant touchées en premier majoritairement. Cependant, on remarque que de plus en plus d'adultes et de plus en plus jeunes présentent des pertes auditives dues à des expositions quotidiennes trop importants aux bruits (NIHL : Noise-Induced Hearing Loss) et à la musique (MIHL : Music-Induced Hearing Loss). Leurs consommations de loisirs musicaux accélèrent la dégénérescence des cellules ciliées.

Perdre l'ouïe place la personne en situation de handicap ; handicap sensoriel, handicap de communication, handicap social. Le malentendant a tendance à se retirer progressivement et rapidement de la vie sociale et professionnelle.

L'OMS estime que la dose sans effet toxique observable, le NOAEL (No Observable Adverse Effect Level) pour les effets auditifs du bruit (perte auditive et acouphènes) est à 75 dB(A) pour une exposition de 8h quotidienne et à 70 dB(A) pour une exposition quotidienne vie entière (OMS, 2011). Il faut toutefois noter que ces effets sont cumulatifs et n'apparaitront qu'à long-terme.

La perte auditive en chiffres : 5% de la population mondiale souffre d'une perte de plus de 40 dB dans la meilleure oreille (OMS, 2015) ; 6% des 15-24 ans et 65% des plus de 65 ans (sans précision du degré de perte auditive concerné) (Puel, 2012) ; étude sur 1446 jeunes de 12 à 25 ans : 25,6% présentent une perte auditive supérieure à 20 dB (oreille droite ou oreille gauche

ou bilatérale) (ORS Midi-Pyrénées, 2009) ; 10% des jeunes de moins de 25 ans présenteraient une perte auditive pathologique (sans préciser de quel degré) (INPES, 2008)

B. Les acouphènes

Les acouphènes sont des bruits que l'on entend « dans son oreille » ou « dans sa tête », sans qu'ils soient provoqués par un son extérieur. Ces symptômes sont souvent liés à un traumatisme acoustique ou au vieillissement de l'oreille. Ils sont également décrits, en termes de capacité auditive, comme étant l'incapacité à percevoir le silence. Ce sont des sensations auditives anormales (bourdonnement, sifflement...) perçues en l'absence de tout stimulus extérieur. Il en existe deux types, ceux dits "objectifs" proviennent de l'intérieur du corps (ex. : bruit du sang circulant dans un vaisseau). Ceux dits "subjectifs" ne viennent d'aucune source physique. Ils prennent la forme de bourdonnements ou de sifflements. On peut classer les acouphènes selon plusieurs critères, la durée d'un épisode (seconde, minute ; intermittent, continu), la durée des épisodes dans le temps (jours, mois, années) et la sévérité (degré de gêne, interférence avec la vie quotidienne …). Dans tous les cas, les bruits entendus peuvent survenir soit brutalement, soit progressivement. Ils sont perçus dans une seule oreille ou dans les deux. Parfois, la personne atteinte peut avoir l'impression que les acouphènes proviennent du milieu du crâne (Assurance Maladie, 2014).

Dans la majorité des cas, les acouphènes surviennent de manière isolée. Autrement dit, ils ne peuvent pas être expliqués par une maladie. Même si les causes et la physiopathologie des acouphènes sont encore peu connues et comprises, il ne fait pas de doute que les expositions au bruit, de façon aigüe ou chronique, peuvent causer des acouphènes. En effets, leur apparition fait souvent suite à un traumatisme acoustique (dû par exemple à l'écoute trop intense de musiques amplifiées) ; 50 à 90% des patients subissant régulièrement des traumatismes acoustiques déclarent avoir des acouphènes ; 12 à 50% des patients ayant une perte auditive induite par le bruit déclarent avoir des acouphènes (OMS, 2011). Une autre étiologie fréquente est la baisse normale de l'audition liée au vieillissement de l'oreille, ou "presbyacousie". En effet, ce phénomène est fréquemment associé à la présence d'acouphènes chez les personnes à partir de 50 ans.

Les acouphènes peuvent aussi être causés par une pathologie qui concerne le système auditif. Par exemple un bouchon de cérumen ou un corps étranger dans l'oreille (souvent accompagnés d'une baisse de l'acuité auditive), une otite moyenne. Par ailleurs, des maladies

dites générales, comme l'hypertension artérielle, provoquent parfois des acouphènes. Enfin, certains médicaments ototoxiques (toxiques pour l'oreille) peuvent être à l'origine de ce type de symptômes.

Compte tenu de l'état des connaissances, on ne peut pas déterminer directement de NOAELs (No Observed Adverse Effect Level) pour l'exposition aux bruits provoquant des acouphènes. Toutefois il peut être estimé, de façon raisonnable et plausible, que les NOAELs des pertes auditives induites par le bruit sont équivalentes aux NOAELs pour les acouphènes provoqués par le bruit. Ainsi, il ne sera pas observé d'apparition d'acouphènes en deçà d'une exposition quotidienne à des niveaux sonores de 75dB(A) sur 8 heures (OMS, 2011).

Les conséquences de cette affection sont très variables d'une personne à une autre. Il s'agit le plus souvent d'une simple gêne temporaire et occasionnelle. Mais les bruits perçus peuvent aussi incommoder en permanence le patient, affectant sa qualité de vie. Dans ce dernier cas, plusieurs effets sont possibles : problèmes d'endormissement ; difficultés de concentration ; anxiété ; détresse psychosociale ; des difficultés à la communication et à l'écoute ; réduction de l'efficacité, l'incapacité de travailler ; frustration, énervement, tension, …

L'étiologie des acouphènes provoqués par le bruit est mal connue et la prévalence précise également. Cependant, pour illustrer l'étendue de l'atteinte des acouphènes, on peut se référer à des études épidémiologiques. Par exemple, une étude montre, dans un panel de plus de 3500 lycéens hollandais, une prévalence de 74,9% d'acouphènes temporaires dus au bruit et 18,3% d'acouphènes permanents (Gilles et al., 2013). La prévalence des acouphènes temporaires augmente avec l'âge. A cet âge-là, la source de ces acouphènes provient pour la très grande majorité de l'écoute musique à de trop hauts niveaux sonores (baladeurs, concerts, …). En France, les acouphènes, temporaires ou permanents et de sévérité suffisante pour provoquer une consultation, touchent environ 15 % de la population, tous âges confondus. 200 000 nouveaux cas sont observés chaque année. Les acouphènes permanents touchent 8 millions de personnes en France (Assurance Maladie, 2014).

Ainsi, il a été estimé par l'OMS, que chaque année dans l'UE (Union Européenne), 22 000 DALYs (Disability Adjusted Life Years – années de vie en bonne santé) seraient perdues à cause de l'exposition environnementale aux bruits (OMS, 2011).

C. L'hyperacousie

L'hyperacousie est une réponse excessive, anormale au bruit. De nombreuses définitions de cette pathologie existent, mais, pour certains auteurs, elle ne doit pas être caractérisée par une hypersensibilité au bruit, qui est un abaissement des seuils d'audition, permettant d'entendre des sons à des niveaux sonores inférieurs à 0 dB (Tyler, Pienkowski, & Roncancio, 2014). Cette hypersensibilité n'est généralement pas associée à l'hyperacousie. Les définitions de cette pathologie dans la littérature sont par exemple, une attention accrue aux bruits (Phillips & Carr, 1998) ou une réponse anormalement forte aux bruits de niveaux sonores moyens (Gold, Frederick, & Formby, 1999). Une autre étude définit l'hyperacousie comme une baisse des seuils de douleurs ou d'inconfort, associée à une gêne anormale causée par le bruit (Coelho, Sanchez, & Tyler, 2007). Toutes ces premières définitions n'impliquent pas que la personne souffrant d'hyperacousie perçoive les sons de façon plus forte qu'une personne saine, or l'hyperacousie a également été définie en tant que telle, comme une perturbation de la perception des bruits de hauts niveaux sonores (Phillips & Carr, 1998). Ou encore, une intolérance aux bruits habituels de l'environnement (Vernon, 1987). Ainsi une personne souffrant d'hyperacousie aura un seuil d'inconfort au bruit (LDL, Loudness Discomfort Level) inférieur à une personne à l'audition normale. Cela peut s'accompagner d'une diminution du seuil de douleur aux bruits, toutefois les mécanismes de cette diminution ne sont pas connus, il est possible, sans être certain, que cela soit lié à la diminution des seuils d'inconfort (Tyler, Pienkowski, & Roncancio, 2014).

L'aspect psychologique peut parfois être mêlé à la définition de l'hyperacousie avec différentes caractéristiques, la phonophobie (Phillips & Carr, 1998) (Gold, Frederick, & Formby, 1999), l'irritabilité, la misophonie (Jastreboff & Jastreboff, 2003), la gêne et la peur (Blomberg, Rosander, & Andersson, 2005).

L'hyperacousie est trouvée chez 40% des personnes présentant des acouphènes (France Acouphènes), ce qui représenterait environ 3% de la population, soit 1,5 millions de personnes en France. Une étude de 2002 a montré une prévalence de 8,6% dans la population suédoise par réponse à un questionnaire dans lequel l'hyperacousie a été définie comme « une intolérance inhabituelle aux bruits ordinaires de l'environnement » (Andersson, Lindvall, & Hursti, 2002). Chez les enfants une étude par questionnaire portant sur 506 enfants au Brésil a donné une prévalence de 3,2% pour la gêne anormale causée par des bruits de niveaux

sonores normaux et 1,2% des enfants présentaient des seuils d'inconfort aux bruits abaissés (Coelho, Sanchez, & Tyler, 2007).

D'un point de vue physiopathologique, les mécanismes responsables de l'apparition d'hyperacousie ne sont pas encore correctement identifiés. Bien que les données soient peu nombreuses, il est communément accepté que les expositions aux bruits, et à la musique, soient les principales causes de l'apparition d'hyperacousie (destruction des cellules ciliées). Dans une étude, Kahari et al ont identifié que, parmi 60 musiciens, 12% avaient une intolérance temporaire ou permanente aux bruits, pourcentage plus élevé que les données disponibles en population générale (Kahari, 2001). Ainsi les personnes ayant une consommation excessive de musiques amplifiées que ce soit en durée ou en niveaux sonores auraient un risque accru de développer une hyperacousie.

IV. ÉVALUATION DE LA RELATION DOSE-REPONSE DANS LA LITTERATURE

A. Cadre réglementaire

Il existe une grande variété de réglementations relatives au bruit dans l'environnement. Celle qui concerne le bruit au travail (Art. R.4213-5 à R.4213-6 du Code du travail)(Art. R.4431-1 à R.4437-4 du Code du travail), issue du décret n° 2006-892 du 19 juillet 2006 qui a transposé la directive européenne 2003/10/CE, introduit trois valeurs, exprimées d'un part en $LA_{eq,8h}$, c'est-à-dire le niveau moyen d'exposition au poste de travail pendant une journée de 8h en pondération A, et d'autre part en $L_{p,c}$, niveau de pression acoustique de crête en pondération C :

- La VAI, valeur d'exposition inférieure déclenchant l'action :
  - $LA_{eq,8h}$ = 80 dB(A) ; $L_{p,c}$ = 135 dB(C)
  - A ces seuils, l'employeur doit mettre à disposition des Protecteurs Individuels Contre le Bruit (PICB), information, formation et surveillance accrue de la santé des travailleurs.
- La VAS, valeur d'exposition supérieure déclenchant l'action :
  - $LA_{eq,8h}$ = 85 dB(A) ; $L_{p,c}$ = 137 dB(C)

- A partir de ces seuils, l'employeur se doit de mettre en place un programme de mesures de réduction d'exposition au bruit, signalisation des endroits concernés et limitation des accès, utilisation obligatoire des PICB et contrôles de l'ouïe des travailleurs.

- La VLE, valeur limite d'exposition
  - $LA_{eq,8h}$ = 87 dB(A) ; $L_{p,c}$ = 140 dB(C)
  - La mesure de ces valeurs est différente de la mesure pour les VAI et VAS, elle prend en compte l'atténuation du bruit par les PICB. Si, avec le port de PICB, l'oreille des travailleurs est soumise à des niveaux sonores supérieurs ou égaux aux VLE alors le travail n'est en aucun cas autorisé.

B. Valeurs toxicologiques de référence (VTR)

Les effets auditifs (perte auditive, acouphènes et hyperacousie) de l'écoute de musiques amplifiées sont des effets à seuil, ils ne surviennent qu'à partir d'un certain seuil. Plusieurs VTR sont décrites et utilisées dans la littérature. Dans tous les cas, les effets dépendront d'une part du niveau d'écoute et d'autre part du temps d'écoute, on ne peut parler de l'un sans l'autre.

1. Selon la réglementation du bruit au travail

Dans la plupart des études explorant les effets auditifs de l'écoute de musiques amplifiées, ce sont les valeurs réglementaires d'exposition au bruit au travail qui sont utilisées. Comme décrit précédemment, le seuil réglementaire à partir duquel le port de PICB est obligatoire est de 85 dB(A) pour une journée de 8h de travail. Il est à noter qu'au vu de la littérature et des avis formulés par divers sources (Association JNA – Journée Nationale de l'Audition, chirurgien ORL du service ORL de l'HEGP (Hôpital Européen Georges Pompidou), SFORL – Société Française d'Otorhinolaryngologie), ce seuil ne serait pas assez protecteur.

Si on veut connaître le temps équivalent maximum d'exposition pour des niveaux d'exposition supérieurs à 85 dB(A) il faut prendre en compte la nature logarithmique des décibels. Ainsi lorsque que l'on double la source d'émission de bruit, c'est-à-dire que l'on double la pression acoustique, on augmente le niveau sonore de 3 dB(A). Si la pression acoustique est doublée, elle est également deux fois plus importante pour le système auditif :

il faut donc diviser son temps d'exposition par deux. Selon ce raisonnement nous obtenons les valeurs d'exposition maximales quotidiennes décrites dans le tableau 1.

TABLEAU 1. TEMPS D'ECOUTE MAXIMUMS QUOTIDIENS EN FONCTION DU NIVEAU D'ECOUTE EN DECIBELS SELON LES VALEURS DE PROTECTION DES TRAVAILLEURS

Niveau d'écoute (dB)	Temps d'écoute maximal quotidien
58	Pas de limite
61	Pas de limite
64	Pas de limite
67	Pas de limite
70	Pas de limite
73	Pas de limite
76	Pas de limite
79	Pas de limite
82	16 h
85	8 h
88	4 h
91	2 h
94	1 h
97	30 min
100	15 min
103	7,5 min
106	3,75 min

2. *VTR de l'OMS*

Dans son rapport « Burden of Disease from Environmental Noise » de 2011, l'OMS donne une autre VTR, le NOAEL pour les effets auditifs du bruit est de 75 dB(A) pour une exposition de 8h, et de 70 dB(A) pour une exposition chronique « vie entière » (WHO, 2011). Dans le cas de l'écoute de musiques amplifiées, il est peu prudent d'établir que les niveaux et les temps d'écoute des jeunes testés vont rester les mêmes tout au long de leurs vies. Nous ne prendrons en compte que le NOAEL sur 8h d'exposition. Ainsi nous obtenons les valeurs d'exposition maximales quotidiennes décrites dans le tableau 2.

TABLEAU 2. TEMPS D'ECOUTE MAXIMUMS QUOTIDIENS EN FONCTION DU NIVEAU D'ECOUTE EN DECIBELS SELON LE NOAEL DE L'OMS POUR LES EFFETS AUDITIFS

Niveau d'écoute (dB)	Temps d'écoute maximal quotidien
58	Pas de limite
61	Pas de limite
64	Pas de limite
67	Pas de limite
70	Pas de limite
73	16 h
76	8 h
79	4 h
82	2 h
85	1 h
88	30 min
91	15 min
94	7,5 min
97	3,75 min
100	1,88 min
103	56 secondes
106	28 secondes

V. RECUEIL DE DONNEES D'EXPOSITION

Dans la littérature, il existe deux méthodes d'évaluation des niveaux d'écoute de baladeurs. L'estimation des niveaux d'écoute par les utilisateurs eux-mêmes (qualitative) et les mesures en laboratoire (quantitative) (Portnuff, Fligor, & Arehart, 2011).

A. Méthode qualitative : l'utilisateur estime son niveau d'écoute

Les utilisateurs de baladeurs peuvent être simplement interrogés par questionnaires sur leurs niveaux d'écoute habituels. Ils donnent alors une estimation qualitative : estimation de leur niveau d'écoute sur une échelle de 1 à 10 ou en choisissant parmi des qualificatifs (niveau fort, moyen, faible) (Torre, 2008) (Danhauer & Johnson, 2009). Les utilisateurs peuvent également présenter le niveau de réglage de leurs baladeurs (en % du réglage maximum). L'avantage de l'estimation est de permettre d'obtenir une réponse correspondante dans des conditions d'écoute réelles, toutefois l'estimation de leurs niveaux d'écoute peut être erronée, des utilisateurs pensant écouter à un niveau moyen peuvent en réalité écouter à un niveau très fort. Le niveau de réglage des baladeurs n'est pas un bon indicateur dans le cas où les écouteurs d'origine du baladeur ne sont pas utilisés. En effet, chaque type d'écouteurs et chaque type de casques présentent leurs propres caractéristiques, ce qui modifie le volume de sortie d'un casque à l'autre avec un réglage égal sur le même baladeur.

B. Méthodes quantitatives : mesure des niveaux d'écoute en laboratoire

Afin d'obtenir des valeurs précises de niveaux d'écoute, on peut utiliser des méthodes de mesures en laboratoire. Trois méthodes métrologiques existent, la première est la technique MIRE (Microphone-In-Real-Ear), la deuxième est la mesure sur tête acoustique, la dernière consiste au branchement d'un dosimètre sur les baladeurs.

Un des défis à envisager lors de la mesure des niveaux sonores en sortie de casques ou d'écouteurs est la prise en compte de la fonction de transfert de l'oreille externe. Chaque oreille a une façon particulière de modifier le son qu'elle capte lorsqu'il passe par le pavillon, vers le conduit auditif externe puis au tympan. Cette modification des sons suit une fonction de transfert qui va dépendre de la forme du pavillon, de la largeur du conduit, de sa forme, de se longueur, etc.

La technique MIRE consiste à réaliser une mesure directement dans le conduit auditif externe des utilisateurs de baladeurs à l'aide d'un microphone miniature, installé un peu en avant du tympan. Cette méthode a l'avantage de prendre en compte l'anatomie des utilisateurs individuellement, la fonction de transfert est bien prise en compte jusqu'au micro mais pas au-delà. Pour des mesures de niveaux d'écoute à large échelle, il est trop complexe de mettre cette technique en place, celle-ci nécessitant la pose du microphone par un personnel qualifié et pouvant occasionner un désagrément pour l'utilisateur testé, au bout d'un certain temps de mesure.

La mesure sur tête acoustique est la mesure employée par Bruitparif jusqu'à présent dans ses ateliers de sensibilisation. C'est la méthode de référence pour la mesure réglementaire des niveaux sonores de sortie des baladeurs avant leur mise sur le marché. Il s'agit d'une tête de mannequin, éventuellement complétée par un torse, avec un microphone dans chaque oreille. Selon la norme ISO 11904-2 [2004], les microphones simulent l'impédance, la résistance, d'une oreille moyenne et les oreilles du mannequin sont faites de telle manière qu'elles simulent une oreille humaine, tant au niveau de l'anatomie (forme du pavillon et du conduit, distance pavillon-microphone simulant la distance pavillon-tympan moyenne), que de la matière utilisée, simulant ainsi la fonction de transfert humaine moyenne. Lors des ateliers de sensibilisation et de mesures des niveaux d'écoute, les utilisateurs de baladeurs règlent sur eux leur baladeur, à leur niveau habituel d'écoute, puis insèrent leurs écouteurs sur les oreilles du mannequin. Le mannequin est relié à un ordinateur qui donne le niveau moyen pour chaque oreille et pour les deux oreilles, les niveaux les plus forts ou les pics et le temps d'écoute quotidien maximum conseillé correspondant au niveau moyen des deux oreilles (selon les seuils d'exposition aux bruits professionnels). Cette méthode présente l'avantage d'être plus simple à mettre en œuvre que la précédente. Cependant elle n'est pas compatible avec nos objectifs ; en effet, la présence d'un technicien est obligatoire, le matériel doit être calibré, il est de plus fragile et coûteux, ce qui limite les capacités de mesures à large échelle. On note également un problème d'hygiène, surtout si les élèves utilisent des écouteurs intra-auriculaires et les insèrent tour à tour dans les oreilles de la tête acoustique. Autant de caractéristiques qui rendent impossible l'utilisation en classe par des élèves de façon autonome.

Ces deux premières méthodes n'ont pas pu être choisies à cause de leurs différentes caractéristiques. De plus, ces mesures sont effectuées dans certains cas en laboratoire, et ont dans tous les cas un « aspect de mesures » qui pourrait avoir tendance à influencer les

utilisateurs, ils risquent de ne pas régler le volume à leurs niveaux d'écoute réels. Ils pourraient être tentés de baisser le niveau pour « bien faire » ou, au contraire, ce qui est possible dans le cas du public scolaire, de l'augmenter « pour mal faire » ou pour « impressionner les copains », ou bien avoir tendance à baisser le niveau d'écoute car la mesure sera effectuée dans un environnement calme.

Une autre méthode existe pour des mesures pouvant être faites sur une période plus longue, pendant l'utilisation des baladeurs au quotidien. Les sujets dont les niveaux d'écoute sont testés se voient ajouter un dispositif d'enregistrement à leur baladeur. Ce dispositif est composé d'une sortie jack en Y relié au baladeur côté entrée et, côté sortie, d'une part les écouteurs de type intra-auriculaire, fournis au sujet, dont la réponse en fréquence et l'impédance sont connues, et d'autre part, un dosimètre qui enregistre les voltages envoyés par le baladeur lors de son utilisation. Ainsi les niveaux sonores sont enregistrés pendant des périodes allant jusqu'à une semaine. Les voltages moyens sont calculés toutes les 220 ms, ce qui permet d'obtenir des niveaux sonores moyens, LA_{eq} toutes les 3,72 minutes. Dans cette étude, le niveau sonore final auquel est soumis un sujet est calculé avec un facteur de correction afin de prendre en compte la fonction de transfert d'une oreille externe moyenne (Portnuff & Fligor, 2013).

C. Habitudes d'utilisation des baladeurs décrites dans la littérature

1. *Temps d'écoute déclarés ou mesurés dans la littérature*

Les différents temps d'écoute moyens quotidiens de baladeurs trouvés dans la littérature sont renseignés dans le tableau 3. Dans toutes ces études, les données ont été renseignées par les utilisateurs dans des questionnaires. La seule étude où cela n'a pas été le cas est celle de Portnuff & Fligor (2013). Dans cette étude, où la méthode de mesure était le branchement d'un dosimètre sur le baladeur des utilisateurs, les temps d'écoute ont été enregistrés en même temps que les mesures de voltages de sortie.

TABLEAU 3. TEMPS D'ECOUTE QUOTIDIENS DE BALADEURS DOCUMENTES DANS LA LITTERATURE

Étude	Temps d'écoute moyens déclarés	Effectif	Age moyen	Remarque
(Marron & al, 2015)	6,9 heures par semaine = environ 1 heure par jour	171	19,7	Écart-type de 9,5 sur le temps d'écoute par semaine
(Danhauer & al, 2012)	La majorité déclare entre 30 minutes et 2 heures par jour	131	15,5	
(Torre, 2008)	La majorité déclare entre 1 et 3 heures par jour	1016	NC	Étudiants
(Fligor, Levey, & Levey, 2014)	3,2 heures par jour	160	25	Écart-type de 3,1 sur le temps d'écoute par jour
(Portnuff & Fligor, 2013)	14,3 heures par semaine = environ 2 heures par jour	52	25	Écart-type de 10,3 sur temps d'écoute par semaine
(Quintanilla-Dieck & Artunduaga, 2009)	24% écoutent plus de 15 heures par semaine = plus de 2 heures par jour	2500	21,7	
(Williams W. , 2009)	2,3 heures par jour	140	26	Écart-type de 1,81 sur temps d'écoute par jour
(Kumar & Mathew, 2009)	1,5 heure par jour	70	20,5	Temps d'écoute par jour allant de 10 minutes à 4 heures

Les données oscillent entre 1 et 2 heures d'écoutes par jour. Il faut toutefois noter que les écarts-types sont très importants. Certaines personnes interrogées ou testées n'écoutent que très peu leurs baladeurs, d'autres écouteront plus de 4 heures par jour leurs baladeurs.

2. *Niveaux d'écoute mesurés dans la littérature*

Les niveaux d'écoute mesurés dans diverses études sont décrits dans le tableau 4. Ils sont exprimés soit en moyenne des niveaux mesurés, soit mis en rapport avec la durée d'écoute

déclarée ($LA_{eq,8h}$ ou $LA_{eq,40h}$ est alors précisé). Dans la littérature, les sujets dont le $LA_{eq,8h}$ > 85 dB(A) sont considérés comme une population à risque. Les seuils de risques seront décrits en détail plus tard.

TABLEAU 4. NIVEAUX D'ECOUTE DE BALADEURS DOCUMENTES DANS LA LITTERATURE

Étude	Niveaux d'écoute moyens (dB(A))		Méthode de mesure	Effectif	Age moyen	Autre
	Silence	Bruit				
(Williams W. , 2005)	/	86,1 dB(A)	Tête acoustique puis prise en compte des temps d'écoute quotidiens déclarés	55	23,6	Différence significative entre hommes et femmes (80,6 et 75,3 dB(A))
	/	$LA_{eq,8h}$ moyen : 79,8 dB(A) 25% : $LA_{eq,8h}$ > 85 dB(A)				
(Williams W. , 2009)	/	81,3 dB(A)	Tête acoustique puis prise en compte des temps d'écoute quotidiens déclarés	140	26	
	/	23% : $LA_{eq,8h}$ > 85 dB(A)				
(Hodgetts, Rieger, & Szarko, 2007)	76,0 dB(A)	83,7 dB(A) (fond sonore discussion de 70 dB(A)) 85,4 dB(A) (fond sonore de rue à 70-80 dB(A))	MIRE	38	NC	Niveaux d'écoute significativement plus faibles avec un casque qu'avec des écouteurs classiques et encore plus faibles avec une atténuation active du bruit. Toutefois les niveaux maximum de sortie sont les plus élevés avec les écouteurs classiques et avec les casques à atténuation active, moins pour les casques classiques

(Hodgetts, Szarko, & Rieger, 2009)	72,1 dB(A)	89,3 dB(A) (fond sonore de salle de sport : 75 dB SPL moyen)	MIRE	24	23,4	
(Levey, Levey, & Fligor, 2011)	/	58,2% : $LA_{eq,8h}$ > 85 dB(A) en moyenne = 87,2 dB(A) 51,9% : $LA_{eq,40h}$ > 85 dB(A) en moyenne = 87,4 dB(A)	Tête acoustique puis prise en compte des temps d'écoute quotidiens déclarés	189	18-53	Mesures effectuées sur des étudiants entrant sur le campus de l'université de NYC
(Marron & al, 2015)	73 dB(A)	/	MIRE	171	19,7	
(Torre, 2008)	"niveau moyen ou confortable" = 71,6 dB(A) "niveau fort" = 87,7 dB(A)	/	MIRE	32	NC	90 % des participants déclarent écouter leurs baladeurs à un niveau moyen ou fort
(Fligor, Levey, & Levey, 2014)	/	Environnement de campus (60,8 dB(A)) : 95 dB(A) Environnement Union Square (82,3 dB(A)) : 91,7 dB(A) différence non significative	Tête acoustique calibrée avec la technique MIRE	160	25	
(Breinbauer, Anabalon, & Gutierrez, 2012)	17,3% > 85 dB(A)	Environnement sonore de 90 dB(A) : 74,8% > 85 dB(A)	MIRE	45	29	
(Kumar & Mathew, 2009)	73 dB(A)	Environnement sonore de 65 dB(A) : 74 dB	MIRE	70	20,5	

(Portnuff, Fligor, & Arehart, 2011)	68,3 dB(A)	Environnement sonore de bus à 70 dB(A) : 79,1 dB(A)	MIRE	29	14,4	
(Fligor & Cox, 2006)	6% > 85 dB	relation linéaire entre le niveau d'écoute et le bruit de fond (bruit rose de 50 à 80 dB)	MIRE	100	23,8	Niveaux d'écoute significativement plus faibles pour les utilisateurs ayant des écouteurs/casques isolant du bruit extérieur
(Portnuff & Fligor, 2013)	/	Vie quotidienne : 82,1 dB(A)	Dosimètre sur sortie du baladeur	24	24,4	Écart-type de 10,4 dB(A)

La majorité des études ont été effectuées sur de faibles effectifs, les auteurs ne concluent pas forcément, dans ces cas-là, à un nombre significatif d'utilisateurs de baladeurs ayant une écoute à risque. Ces études manquent de puissance. Toutefois, dans toutes les études, des utilisateurs écoutent à des niveaux supérieurs à 85 dB(A), et lorsque les temps d'écoute déclarés sont combinés aux niveaux d'écoute, il y a toujours des utilisateurs dont le $LA_{eq,8h}$ ou le $LA_{eq,40h}$ est supérieur aux doses d'exposition réglementaires au bruit au travail, de 85 dB(A) sur 8h.

On note également l'influence des niveaux sonores de fond sur les niveaux d'écoute. Les utilisateurs, s'ils se trouvent dans un environnement ayant un niveau sonore supérieur à celui auquel ils écoutent leur musique, vont augmenter le volume pour compenser la différence et pouvoir entendre correctement la musique. Ainsi, l'utilisation de casque ou d'écouteurs isolant du bruit extérieur permet, en théorie, aux utilisateurs de ne pas avoir autant besoin d'augmenter le volume pour compenser le bruit de fond. Le système d'isolation du bruit extérieur le plus performant est l'atténuation active des bruits intégrée dans un casque. Ce type de casque est doté de microphones qui détectent les bruits de fond, ces bruits sont intégrés et un bruit inverse est envoyé dans les hauts parleurs du casque, ce qui annule le bruit de fond.

D. Habitudes de fréquentation des boîtes de nuit décrites dans la littérature

1. Niveaux sonores constatés

Une suite de 5 études ont été menées, pour le compte de la région Île-de-France, afin d'observer l'évolution de niveaux sonores dans les boîtes de nuit avant et après l'apparition de la réglementation de ces niveaux sonores. Une première en 1998, avant la réglementation, une deuxième en 2000-2001, après la première règlementation qui est apparue en décembre 1998, une troisième en 2010, une quatrième en 2012 et enfin une dernière en 2013.Tous les niveaux sonores indiqués dans le tableau 5 ont été mesurés dans des établissements franciliens, de nuit, et de façon discrète afin d'avoir des mesures les plus représentatives possible des niveaux sonores rencontrés en réalité.

TABLEAU 5. NIVEAUX SONORES MESURES ET DOCUMENTES DANS LES BOITES DE NUIT

Étude	Résultats de l'étude	Méthode de mesure	Nombre d'établissements	Autre
(DDRASS Île-de-France, 1998)	14 des 25 établissements visités (56%) dépassent 105 dB(A) pour le 1/4 d'heure le plus bruyant ($L_{Aeq,15min}$) Les $L_{Aeq,15min}$ moyens sont compris entre 97 et 110 dB(A) Les niveaux de crêtes sont compris entre 120et 140 dB(A)	Dosimètres exposimètres utilisés habituellement sur les lieux de travail	25	
(DDRASS Île-de-France, 2001)	7 des 18 établissements visités (39%) dépassent 105 dB(A) pour le 1/4 d'heure le plus bruyant ($L_{Aeq,15min}$) Les $L_{Aeq,15min}$ moyens sont compris entre 95,4 et 112,7 dB(A) 100% des niveaux de crêtes dépassent 120 dB(A)	Dosimètres exposimètres utilisés habituellement sur les lieux de travail	18	Ce sont les mêmes établissements visités entre l'étude 1998 et l'étude 2001 ; certains sont manquants, ces établissements ayant fermé
(ARS Île-de-France, Bruitparif, 2010)	2 des 25 établissements visités (8%) dépassent 105 dB(A) sur la durée totale de mesure (L_{Aeq}) 10 sur 25 (40%) dépassent 105 dB(A) pendant au moins une période de 10 minutes Les L_{Aeq} moyens sont compris entre 91,5 et 106,2 dB(A)	Dosimètres exposimètres utilisés habituellement sur les lieux de travail	25	8 des 25 établissements faisaient partie des deux études précédentes

	Les niveaux de crêtes sont compris entre 102,2 et 120,4 dB(C)			
(Bruitparif, ARS Île-de-France, 2012)	0 des 10 établissements visités (0%) dépassent 105 dB(A) sur la durée totale de mesure (L_{Aeq}) 3 des 10 établissements visités (30%) dépassent 105 dB(A) pour les 10 minutes les plus bruyantes ($LA_{eq,10min}$) Les L_{Aeq} moyens sont compris entre 93,2 et 104,9 dB(A) Les niveaux de crêtes sont compris entre 103,0 et 121,2 dB(C) sur les 10 minutes les plus bruyantes	Dosimètres exposimètres utilisés habituellement sur les lieux de travail	10	3 des 10 établissements faisaient partie de l'étude précédente
(Bruitparif, ARS Île-de-France, 2013)	0 des 5 établissements visités (0%) dépassent 105 dB(A) sur la durée totale de mesure (LAeq) 2 des 5 établissements visités (40%) dépassent 105 dB(A) pour les 10 minutes les plus bruyantes (LAeq,10min) Les LAeq moyens sont compris entre 94,0 et 101,8 dB(A) Les niveaux de crêtes sont compris entre 102,3 et 124,7 dB(C) sur les 10 minutes les plus bruyantes	Dosimètres exposimètres utilisés habituellement sur les lieux de travail	5	

On constate une nette amélioration du nombre d'établissements en dépassement des niveaux sonores moyens ainsi que des niveaux de crête tout au long de ces 4 études.

Il faut toutefois se poser la question de l'adéquation entre la protection du capital auditif des usagers de boîtes de nuit et les niveaux règlementairement autorisés. En effet, avec le respect de la VTR de l'OMS (75 dB(A) sur 8h), il ne faudrait pas rester plus de 30 secondes exposé à 105 dB(A). Avec la valeur réglementaire moins protectrice (85 dB(A) sur 8h) on atteint un peu plus 4 minutes, maximum pendant une journée, à 105 dB(A).

2. *Habitudes de fréquentation de la population cible*

Dans une étude allemande faite sur 649 jeunes (âge moyen 24 ans) en boîte de nuit, ceux-ci déclarent fréquenter les boîtes de nuit environ 2 heures par semaine en moyenne (Leitmann, 2004). Dans une autre étude hollandaise, parmi les 1512 jeunes interrogés (âge moyen 14,8 ans), 24,9% fréquentent des boîtes de nuit plus de 1,25 heure par semaine (Vogel, Brug, van der Ploeg, & Raat, 2010).

Les données concernant la fréquentation et les niveaux sonores en concerts sont plus rares, les situations et les types de concerts sont multiples (bars ou restaurants avec concert, concerts de rue, festival, concerts en salle, etc.). Les niveaux sonores seront différents d'un type de concert à l'autre, en fonction du genre de musique, du public ou de la situation de diffusion.

La connaissance des habitudes de consommation de la population étudiée est essentielle pour la bonne évaluation des risques auditifs. Or la majorité des études menées sur ce thème ont été faites sur des jeunes adultes et sur un nombre réduit de sujets. La population à laquelle nous nous intéressons est le jeune public préadolescent et adolescent, plus précisément les collégiens et lycéens, or à ces âges ils ont des habitudes de consommation de loisirs musicaux différentes de celles des jeunes adultes (interdiction des boîtes de nuit aux mineurs par exemple). Il est donc important de pouvoir obtenir des informations sur leurs habitudes directement auprès des jeunes collégiens et lycéens. C'est notamment dans cette perspective que Bruitparif a décidé de lancer le développement d'un nouvel outil d'évaluation des expositions et de sensibilisation, la mallette pédagogique « Kiwi ? ».

PARTIE 2 : PROJET « MALLETTE PEDAGOGIQUE » DE BRUITPARIF ET E.R.S. MENEE SUR LES CLASSES PILOTES

I. LES OBJECTIFS ET LA CONSTITUTION DU PROJET

A. Besoin de données d'exposition

Les niveaux d'écoute sont des données peu collectées dans les études précédemment menées, le rapport du SCENIHR pointe ce manque de connaissances comme l'une des pistes de recherches à explorer afin de mieux évaluer les risques auditifs liés aux baladeurs (SCENIHR, 2008). Les études existantes sur le sujet n'ont, en général, été effectuées que sur un échantillon limité de sujets et souvent non représentatif (cf. Partie 1. V.).

C'est pour explorer ce type de données que le projet de mallette pédagogique a été développé. Il a donc été nécessaire de mettre en place une méthode de mesure en adéquation avec nos objectifs.

B. Besoin de sensibilisation

Le projet vise également à développer la prévention et la sensibilisation des collégiens et lycéens aux pathologies auditives liées à l'écoute des musiques amplifiées. Cela passe par la prise de conscience du plus grand nombre (éducateurs, jeunes et, par leur intermédiaire, l'entourage familial) de la gravité des risques encourus. Ils obtiennent ainsi des repères opérationnels pour prévenir les comportements à risque et les méthodes pour se protéger, de manière à ce que l'écoute reste un plaisir sans danger pour la santé auditive.

Toutes les sources convergent pour affirmer que les jeunes ont tendance à sous-estimer les risques pour leur propre santé et à ne pas prendre les précautions nécessaires pour préserver leur capital auditif ; seulement 4,7% des jeunes utilisent des protections auditives lors de l'écoute de musique forte (Gilles, van Hal, & de Ridder, 2013), l'enquête JNA-IPSOS de 2012 indique que seulement 8% des jeunes sondés ont l'habitude de porter des bouchons d'oreilles en boîtes de nuit et en concerts (JNA-REUNICA-IPSOS, 2012). Néanmoins, lorsque les risques leur sont expliqués, en particulier lorsqu'ils comprennent le fonctionnement de l'oreille et sa fragilité, la nature réelle des traumatismes potentiels, ou qu'ils écoutent des témoignages de pairs qui souffrent de pathologies irréversibles, ils sont prêts à adopter d'autres comportements. Cette sensibilisation concerne un outil qu'ils utilisent

dans leur grande majorité au quotidien, ainsi ils se sentent directement concernés par ces risques.

C'est dans ce cadre que Bruitparif a souhaité mettre en place un dispositif renforcé de sensibilisation aux risques auditifs liés à l'écoute de musiques amplifiées, concernant notamment les pratiques d'écoute des appareils type baladeurs, mp3, ou mobiles avec une fonction de lecture de musique.

Au vu des actions précédemment menées par Bruitparif (JNA, études et interventions en lycées, …), il ressort que les jeunes ont un intérêt manifeste pour le test de niveau d'écoute, fait jusqu'à présent avec la tête acoustique. D'une part, c'est une expérience ludique qui les fait participer et les met au centre de la sensibilisation, d'autre part, cela leur permet de réaliser les niveaux auxquels ils écoutent, ce dont ils n'ont généralement pas conscience étant donné l'aspect très personnel de l'usage des baladeurs.

C. Méthode de travail

Le travail d'élaboration de la mallette pédagogique a suivi plusieurs étapes. :

- Recherche bibliographique sur les dispositifs de sensibilisation existants
- Mise en place d'un cahier des charges
- Recherche bibliographique sur les méthodes existantes d'évaluation des niveaux et temps d'écoute
- Recherche de solutions adaptées aux types d'ateliers qui seront effectués et au public cible
- Recherche des axes de sensibilisation et des méthodes d'évaluation à mettre en place
- Travail pour combiner les deux aspects et les intégrer dans un outil simple utilisable par les enseignants
- Travail sur le niveau du contenu en fonction du niveau de la classe (contenu à la carte)
- Développement des applications (pôle système d'information et de mesures)
- Sélection et tests métrologiques des supports matériels (mallette, tablettes et casques)
- Réalisation d'une mallette prototype
- Tests en classes pilotes et travail avec les enseignants avant et après les interventions (retours), d'avril à juin 2015
- Récupération et traitement des données

- Adaptation des supports tenant compte des retours d'expérience
- Expérimentation auprès de 10 établissements (45 classes) entre novembre 2015 et juin 2016

II. CONTENUS DE LA MALLETTE

La mallette contient :

- 17 tablettes dont 1 tablette « professeur » qui commande les autres à distance par wifi
- 16 casques audio
- 1 dossier pédagogique enseignant
- 1 clef USB avec les présentations power point et la vidéo de témoignages
- Des équipements techniques permettant de recharger les tablettes et de créer un réseau wifi autonome

Les contenus pédagogiques de la mallette sont répartis en 3 thématiques :

- Thématique 1 : la physique du son et les environnements sonores
- Thématique 2 : musiques amplifiées, pratiques d'écoute et risques auditifs
- Thématique 3 : le bruit et moi

Les contenus théoriques sont sous forme de présentations power point et sont animés par l'enseignant. Ces contenus théoriques sont complétés par des contenus interactifs sur tablette, permettant aux élèves d'aborder leurs propres comportements et d'approfondir les contenus abordés.

A. Présentations Power Point

Support pour l'intervenant ou le professeur, les présentations incluses dans la mallette fournissent des contenus pédagogiques permettant d'appréhender les différentes connaissances nécessaires à la compréhension des risques auditifs liés à l'écoute des musiques amplifiées.

La présentation de la thématique 1 aborde la physique des sons, leur propagation, leur unité de mesure, le décibel et ses caractéristiques.

La thématique 2 comprend trois présentations, axées sur l'incidence du bruit et de la musique sur l'audition. La première présente l'anatomie du système auditif et son fonctionnement. La

deuxième les conséquences des niveaux sonores trop intenses sur les cellules ciliées de la cochlée dans l'oreille interne, et les pathologies auditives en résultant : perte auditive, acouphènes et hyperacousie. Et enfin la dernière présente les moyens pour protéger ses oreilles sans se priver de l'écoute de musique.

Ce contenu théorique est associé à des interviews de personnes atteintes par ces pathologies. Deux jeunes, Nicko et Rodrigue, souffrent d'acouphènes et d'hyperacousie. Ils expliquent les circonstances de survenue de ces troubles auditifs, les symptômes et les conséquences de ces pathologies sur leur vie au quotidien.

La thématique 3 se concentre sur les élèves et leurs expositions au bruit en dehors de l'écoute de leur baladeur. La présentation Power Point de cette thématique aborde les expositions aux bruits au travail qui peuvent être, dans certains corps de métiers, très importantes.

Ces présentations sont fournies aux enseignants ou infirmières sous format modifiable, ainsi ils sont libres d'ajouter, d'enlever ou de les modifier afin de les faire correspondre au mieux à leurs contraintes et envies.

B. Applications sur tablette

Une partie du projet consiste en la constitution d'une base de données sur les consommations de musiques amplifiées du public cible. Ce recueil concerne deux types d'informations, les niveaux d'écoute des élèves et leurs pratiques. Il a été choisi de faire ce recueil de données via des applications sur tablette afin de faciliter leur compilation dans une base de données. D'autres applications sans but de recueil de données ont été développées pour compléter les contenus pédagogiques de la mallette.

1. Application « Niveau d'écoute »

Les méthodes existantes dans la littérature pour le recueil de données de niveaux d'écoute (cf Partie 1.V.A et B) sont soit peu fiables ou peu précises, c'est le cas des données qualitatives, soit fiables et précises mais demandant des moyens techniques ne permettant pas de faire des mesures sur un nombre important de personnes : la tête acoustique est un outil expert coûteux et ne fait qu'une mesure à la fois, la technique MIRE (microphone in real ear) nécessite l'installation du matériel par un personnel qualifié et présente un caractère invasif pour les sujets étudiés, enfin la méthode avec branchement d'un dosimètre sur le baladeur de l'utilisateur nécessite le prêt du matériel, ce qui ne peut pas être mis en place dans certaines

conditions. Nous avons donc cherché une nouvelle méthode de mesure répondant à nos objectifs :

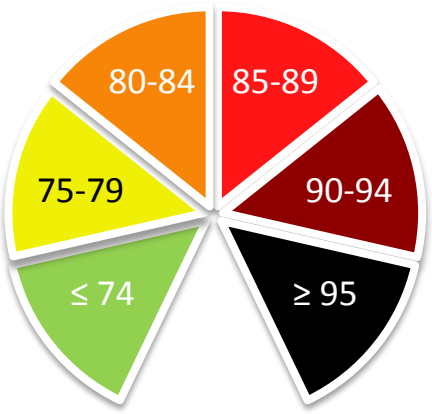
- Faire des mesures sur une classe entière de façon rapide
- Faire des mesures fiables
- Mise en place et utilisation facile permettant aux enseignants de faire eux-mêmes les mesures pour ne pas avoir besoin de personnel qualifié ; ce qui passe entre autres par l'utilisation d'un matériel de mesure simple.
- Rendre la mesure et ses résultats pédagogiques, interactifs et éducatifs

La mesure a donc été développée sur tablette numérique via une application pédagogique et ludique. Le travail de développement de cette application a été effectué avec le pôle technologies et système d'information de Bruitparif.

Le principe du test est le suivant : un même morceau de musique de 40 secondes est diffusé aux élèves dans deux environnements sonores différents : un environnement calme de chambre et un environnement bruyant de rue avec du trafic. Dans les deux cas, il leur est demandé de régler le volume de la musique auquel ils écoutent habituellement avec leur baladeur. L'environnement calme, « Chambre », a un niveau sonore de fond de 50 dB(A) en moyenne sur 40 secondes, et l'environnement bruyant, « Rue avec trafic », a un niveau sonore de fond de 75 dB(A) en moyenne sur 40 secondes. On obtient ainsi deux niveaux d'écoute, enregistrés dans la tablette. Le choix d'effectuer le test dans les deux environnements sonores a deux raisons, d'une part étudier l'influence du niveau sonore de fond sur le niveau de réglage du volume, et d'autre part faire comprendre aux élèves l'importance de régler son baladeur dans un environnement calme et/ou de baisser le volume lorsqu'ils sortent d'un environnement bruyant pour entrer dans un environnement calme.

Les résultats de leurs réglages leur sont présentés en fin d'application avec une jauge à couleurs et un message de sensibilisation adapté :

Code couleur pour les niveaux sonores sur 8h :



Tu écoutes à ≤ 74 dB

C'est bien !

Ce niveau ne présente pas de risque pour ton audition.

Mais n'écoute pas ton baladeur trop longtemps quand même, tes oreilles ont besoin de repos !

Tu écoutes à 75-79 dB

Ce niveau ne présente pas de risque particulier pour ton audition.

Mais n'écoute pas ton baladeur trop longtemps quand même, tes oreilles ont besoin de repos !

Tu écoutes à 80-84 dB

Fais attention !

Ce niveau peut présenter un risque pour ton audition.

N'écoute pas trop longtemps ton baladeur et essaie de baisser le niveau !

Tu écoutes à 85-89 dB

C'est trop fort !

Ce niveau présente des risques pour ton audition

Tu ne dois pas écouter ton baladeur plus de 2 heures par jour

Baisse le niveau !

Tu écoutes à 90-94 dB

C'est trop fort !

Ce niveau présente de graves risques pour ton audition

Tu ne dois pas écouter ton baladeur plus de 45 minutes par jour

Baisse le niveau !

Tu écoutes à ≥ 95 dB

C'est un niveau extrêmement fort !

Tu causes des lésions graves et irréversibles à ton audition !

Tu ne dois pas écouter ton baladeur plus de 5 minutes par jour !

Baisse absolument le niveau !

Les résultats statistiques sur la classe sont également fournis et peuvent être présentés par le professeur.

Ce test peut être refait en fin de séance, il est alors demandé aux élèves qui avaient un niveau d'écoute excessif dans le premier test d'essayer de le régler de façon plus responsable.

2. Application « Questionnaire »

Afin de pouvoir évaluer la dose quotidienne de musique par baladeur à laquelle sont soumis les élèves, il faut connaître, en plus de leurs niveaux de réglage des baladeurs, leurs habitudes de consommation. Ainsi, lors des ateliers de sensibilisation, ils effectueront, en plus de l'application « Niveau d'écoute », l'application « Questionnaire » d'une durée de 10 minutes, scindée en deux parties (voir questionnaire complet en Annexe I). Dans la première partie, il leur est demandé d'indiquer leurs temps d'écoute de musique avec écouteurs au quotidien. Il leur est également demandé de renseigner :

- leur âge et leur sexe ;
- s'ils écoutent de la musique sans écouteurs ;
- s'ils fréquentent des concerts ou boîtes de nuit et à quelle fréquence ;
- s'ils pratiquent un instrument de musique et à quelle fréquence ;
- s'ils mangent à la cantine ;
- leurs temps de trajet quotidiens et quels moyens de transport ils utilisent.

Dans la deuxième partie du questionnaire, faite après l'explication par l'enseignant des pathologies auditives, il leur est demandé de renseigner s'ils ont déjà eu ou ont encore des symptômes auditifs liés à une exposition au bruit ou à la musique (acouphènes, perte auditive, hyperacousie). Toutes ces données sont enregistrées dans la tablette et ensuite transférées dans la base de données pour y être compilées avec les niveaux d'écoute.

3. Application « Expositions cumulées au bruit »

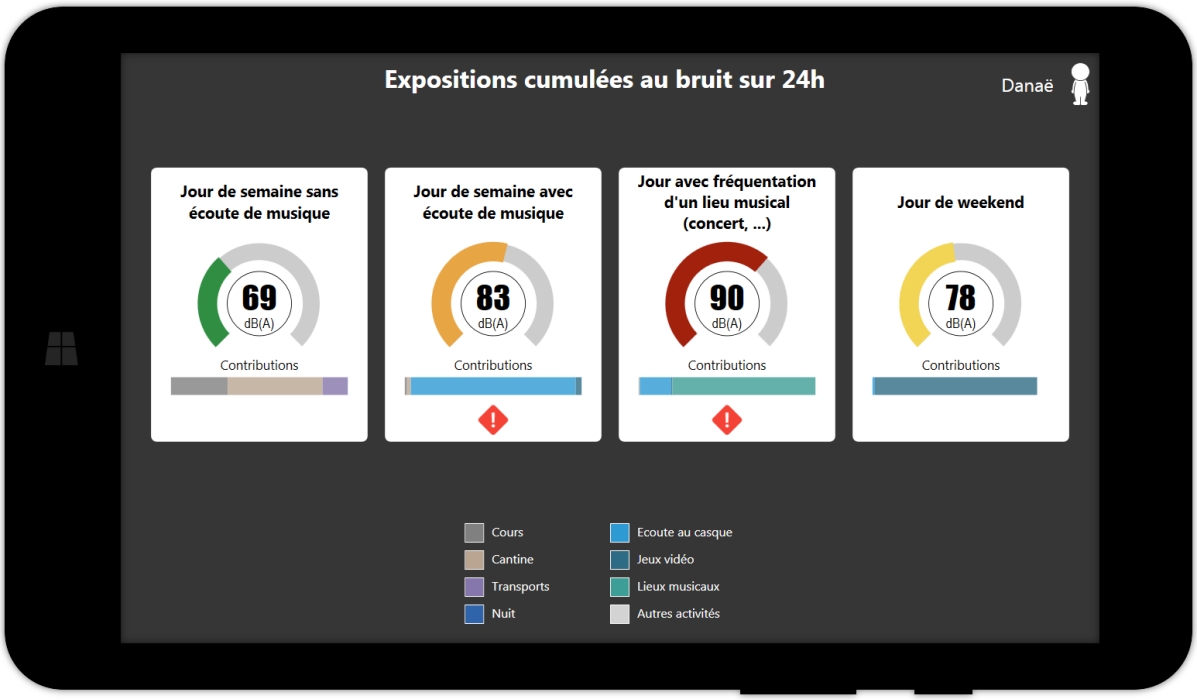
Les loisirs musicaux ne sont pas les seules sources d'expositions au bruit dans la journée des jeunes. Que ce soit dans les transports, à l'école ou dans tout autre lieu qu'ils fréquentent, le bruit est présent. Or même si ces bruits ne représentent pas de risques auditifs pour la très grande majorité d'entre eux, ils peuvent avoir des effets extra-auditifs (gêne, stress, troubles du sommeil, troubles de l'apprentissage, troubles cardiovasculaires, ...).

L'application « Expositions cumulées au bruit » permet de présenter aux élèves leurs niveaux d'exposition estimés sur 4 scénarios de journée-type :

- Une journée de semaine à l'école
- Une journée de semaine à l'école avec écoute de baladeur
- Une journée de semaine à l'école avec écoute de baladeur et un loisir musical (concert par exemple)
- Une journée de weekend

Ces doses d'exposition sont calculées pour chaque élève grâce aux réponses renseignées dans le questionnaire de pratiques effectué plus tôt dans la séance (temps et type de transport quotidien, déjeuner à la cantine), et aux résultats des tests de niveau d'écoute.

FIGURE 8. CAPTURE DE RESULTATS DE L'APPLICATION « EXPOSITIONS CUMULEES AU BRUIT »



Pour chaque journée, en plus du niveau d'exposition cumulée au bruit sur 24h, une barre indique la contribution de chaque activité. Un symbole « ! » apparaît lorsque la dose d'exposition au bruit dépasse le seuil de risque. Cela permet à chaque élève de visualiser les sources qui contribuent majoritairement à son exposition au bruit et d'identifier quelles sont ses marges de manœuvre pour limiter son exposition et les risques associés pour son audition.

4. Application « Paysage sonore »

Cette application présente un paysage comprenant différents environnements sonores du quotidien (passage de train, survol d'avion, métro, marteau-piqueur, moto, restaurant, parc en zone urbaine, chambre, salon). Les élèves naviguent librement sur le paysage avec le casque sur les oreilles. Ils appuient sur l'élément qu'ils souhaitent découvrir et entendent alors des extraits sonores fidèles à la réalité et voient le niveau sonore correspondant qui s'affiche. L'idée est de familiariser les élèves avec l'échelle des décibels.

FIGURE 9. CAPTURE DE L'APPLICATION « PAYSAGE SONORE »

C. Présentation des interventions en classes

Les interventions en classes se font en classe entière (32 élèves maximum en binôme par tablette) ou en demi-groupe. Elles peuvent se faire sur une séance unique de 2 heures ou bien sur un cycle de séances d'une heure. Voici le déroulement classique d'une séance de 2 heures :

- Questionnaire – Partie 1
- Test de niveau d'écoute
- Présentation Power Point de la physique du son
- Présentation Power Point de l'anatomie de l'oreille
- Vidéo de témoignage
- Présentation Power Point des troubles auditifs
- Questionnaire – Partie 2
- Expositions cumulées au bruit
- Paysages sonores
- Présentation Power Point du bruit au travail (généralement faites avec les classes de filières professionnelles)
- Deuxième test de niveau d'écoute avec un réglage responsable

Le contenu des interventions est modulable et « à la carte », toutefois, les deux questionnaires et le test de niveau d'écoute sont obligatoires.

III. RECUEIL DE DONNEES ET EVALUATION DES EXPOSITIONS

En amont des séances, les professeurs ou infirmières nous ont communiqué la liste des élèves par classe. Des fichiers de session sont alors créés pour chaque classe. Ils contiennent les prénoms des élèves, leur permettant ainsi de s'identifier en début de séance. Pour cela le professeur entre le code de session correspondant à la classe.

Lorsque les élèves effectuent les questionnaires et le test de niveau d'écoute, les réponses et résultats sont directement envoyés par chaque tablette « élève » à la tablette « professeur ». Ce sont ces deux types de données qui permettent l'évaluation des expositions. Une fois la mallette revenue dans les locaux de Bruitparif, la tablette « professeur » est synchronisée au serveur, toutes les données sont alors récupérées et compilées dans la base de données correspondante. Le traitement des données a ensuite été effectué à l'aide d'Excel.

Bien que les fichiers session soient créés avec les prénoms des élèves, ceux-ci ne sont pas gardés, un numéro d'anonymisation est généré pour chaque élève, de sorte qu'il n'est pas possible de remonter à un élève depuis les données récupérées. La CNIL a été consultée en amont de cette étude et a jugé qu'un dépôt de déclaration n'était pas nécessaire. Il a simplement été demandé de faire signer aux parents des élèves mineurs une autorisation couplée à une lettre d'information. De plus, le Comité de Protection des Personnes (CPP) Île-de-France X a été consulté. L'étude est passée en session plénière et il a été jugé qu'elle n'entre pas dans le champ des compétences d'un CPP.

Problèmes rencontrés et solutions apportées

Au cours des séances, quelques dysfonctionnement techniques et erreurs humaines ont menées à la perte de certaines données provoquant des non connus (NC).

Lors des 4 premières séances effectuées en novembre 2015, une partie des réponses des questionnaires n'a pas été enregistrée. Un travail sur le programme de l'application a résolu le problème.

Un autre problème de sauvegarde s'est présenté lors de certaines séances où un enseignant mettait hors tension les tablettes entre chaque temps d'activité sur tablette, cela a provoqué

une perte de données. Un travail sur le programme de l'application ainsi qu'une mise en garde lors de la formation des intervenants ont permis de régler le problème.

Il y a eu à quelques reprises des problèmes de connexions de tablettes élèves, soit en début de séance soit pendant. Lorsque cela est arrivé pendant des séances, les intervenant ont parfois donné une autre tablette sans que l'élève ne s'identifie dessus, toutes les données à récolter à partir de là n'ont pas pu l'être. Ce problème ne semble pas avoir d'origine claire et n'a pas pu être reproduit, il pourrait être dû à des perturbations dans le réseau wifi de la mallette causées pas d'autres réseaux.

PARTIE 3 : EVALUATION DES EXPOSITIONS DES COLLEGIENS ET LYCEENS FRANCILIENS, EXPLOITATION DE LA BASE DE DONNEES

I. POPULATION ETUDIEE ET PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

Le recueil de données d'expositions a porté sur les collégiens et les lycéens d'Île-de-France.

L'échantillon des adolescents dont les données ont été recueillies est formé des élèves ayant assisté aux séances de sensibilisation aux risques auditifs faites avec la mallette « Kiwi ? ». Ces séances ont été menées entre novembre 2015 et juin 2016 dans 10 établissements scolaires d'Île-de-France. Parmi eux, 6 sont des collèges et 4 des lycées. Cela a représenté 45 classes pour un total de 1128 élèves.

Les données de la totalité des 1128 élèves de ces classes n'ayant pas pu être recueillies, pour cause d'absence, de non présentation de l'autorisation parentale signée ou pour refus de la part des parents, notre échantillon est composé de 909 élèves.

Age moyen - Proportion de filles et de garçons

L'âge moyen des adolescents interrogés est de 13 ans et 7 mois, 50% sont des filles et 42% sont des garçons, les 8% restant sont non connus (NC) (cf. Partie 2. III. « Problèmes rencontrés et solutions apportées »). Le tableau 6 présente le détail des niveaux des classes et des élèves dont les données ont été recueillies.

TABLEAU 6. NIVEAUX DES CLASSES ET DES ELEVES DONT LES DONNEES ONT ETE RECUEILLIES

Niveaux	5ème	4ème	3ème	2nde	1ère	Total
Nombre de classes	10	24	2	5	4	45
Nombre d'élèves	247	503	37	56	66	909

II. ECOUTE DE MUSIQUE AVEC DES ECOUTEURS OU UN CASQUE AUDIO

A. Pratique

Question posée : Ecoutes-tu de la musique avec des écouteurs ou un casque ?
Réponses : OUI - NON

Parmi les 909 élèves de l'échantillon, 82% (N = 746) déclarent écouter de la musique avec des écouteurs ou un casque, 9% (N = 86) ne le font pas (9% de NC ; N=77).

L'écoute de musique avec des écouteurs ou un casque ne concerne pas plus les filles que les garçons, pour qui les proportions d'utilisateurs sont respectivement de 88,6% et 90,5%. A contrario, l'âge semble avoir un effet sur cette pratique (Tableau 7). Ainsi si entre 12 et 15 ans, la proportion d'élèves écoutant de la musique avec des écouteurs semble stable (entre 88% et 89%), cette proportion augmente à 16 ans (95%) pour atteindre 97% à 17 ans. Il faut toutefois prendre ces chiffres avec précautions, le nombre d'élèves de chaque tranche d'âge n'étant pas homogène. L'échantillon présente une sous-représentation d'élèves âgés de 15, 16 et 17 ans.

TABLEAU 7. UTILISATION REGULIERE D'UN BALADEUR PARMI LES DIFFERENTES TRANCHES D'AGE

Ecoute de baladeur selon l'âge	12	13	14	15	16	17
OUI	88% (N=136)	89% (N=328)	88% (N=125)	89% (N=39)	95% (N=56)	97% (N=30)
NON	12% (N=18)	11% (N=40)	11% (N=16)	11% (N=5)	5% (N=3)	3% (N=1)
NC	0	0	1% (N=1)	0	0	0
Total (N)	154	368	142	44	59	31

Les élèves répondant « NON » à cette question ne répondent pas aux autres questions concernant l'écoute de musique avec écouteurs, ils passent directement à l'écoute de musique sans écouteurs ni casque audio.

B. Résultats concernant les durées et lieux d'écoute

Un élément important du questionnaire réside dans le fait de recueillir la durée et les lieux d'écoute des baladeurs. Pour cela il a été demandé de donner des informations sur les durées

d'écoute pour les lieux suivants : maison, transports et ailleurs en jour de semaine. Nous obtenons ainsi un budget espace-temps.

Un temps d'écoute global de jour de week-end a également été demandé. Celui-ci n'est pas affiné étant donnée la grande variabilité des activités qui peuvent être rencontrées le week-end.

Cette question n'a été posée qu'aux utilisateurs de baladeurs (ayant répondu « OUI » à la question précédente).

Question posée : Combien de temps par jour écoutes-tu de la musique avec des écouteurs ou un casque ?

Dans les transports un jour de semaine :
Réponses : Pratiquement tout le temps – La moitié du temps – Quasiment jamais

A la maison un jour de semaine :
Réponses : 0 – 15 min – 30 min – 1h – 2h – 3h – 4h – 5h – 6h – 7h – 8h – plus de 8 heures

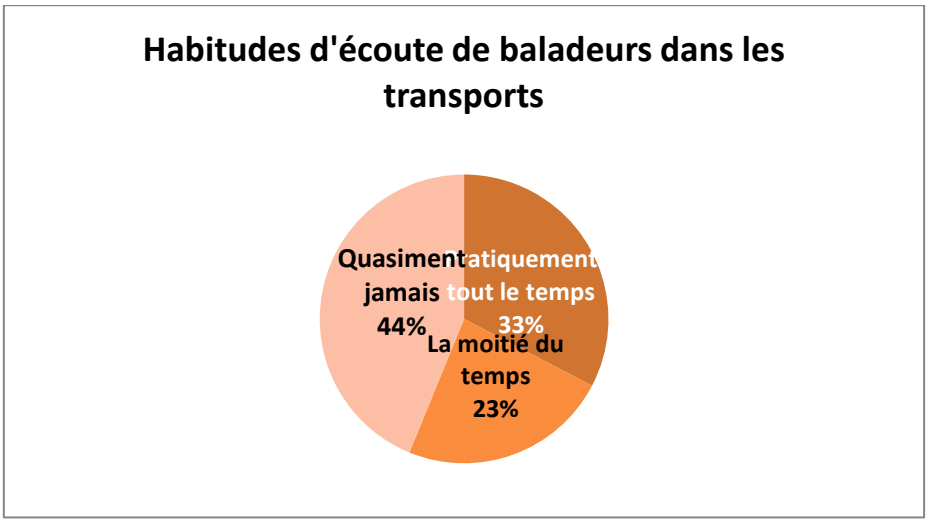
Ailleurs un jour de semaine
Réponses : 0 – 15 min – 30 min – 1h – 2h – 3h – 4h – 5h – 6h – 7h – 8h – plus de 8 heures

Un jour de weekend
Réponses : 0 – 15 min – 30 min – 1h – 2h – 3h – 4h – 5h – 6h – 7h – 8h – plus de 8 heures

1.Durée d'écoute quotidienne dans les transports un jour de semaine

Parmi les élèves questionnés, 44% (N = 326) déclarent écouter leurs baladeurs dans les transports « quasiment jamais », 23% (N = 175) le font « la moitié du temps » et 33% (N = 243) le font « pratiquement tout le temps » (Figure 10).

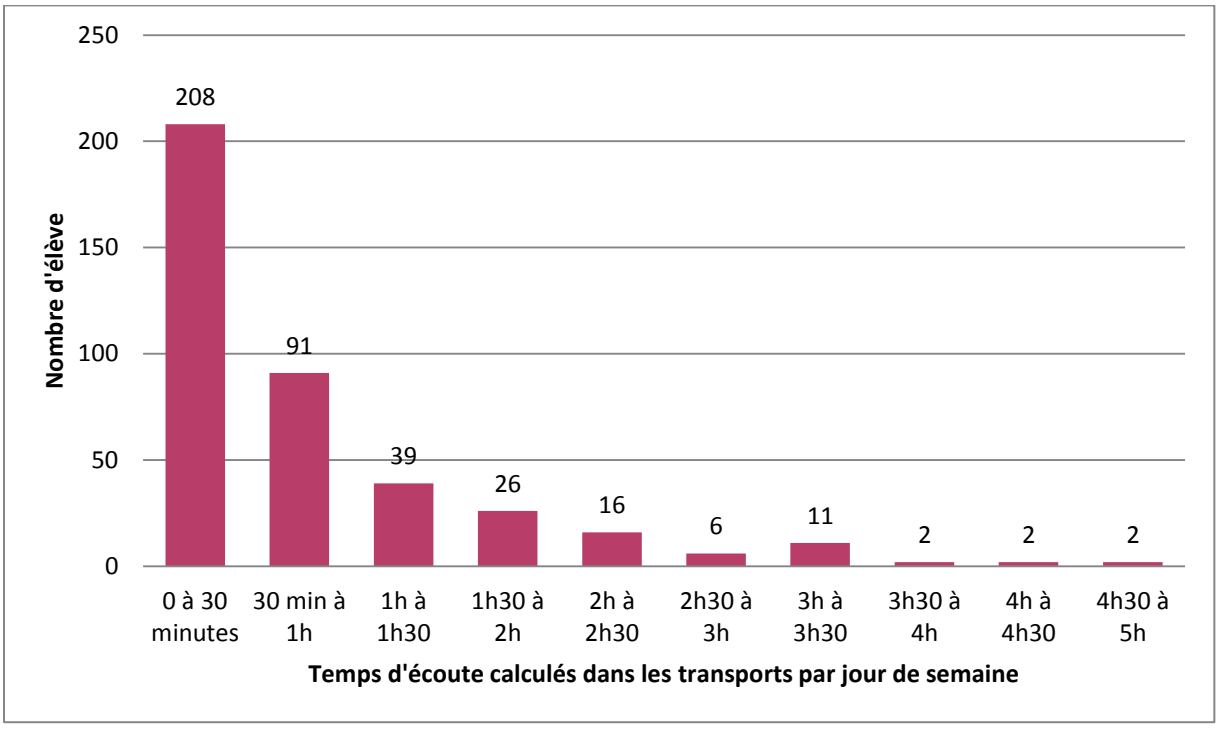
FIGURE 10. PROPORTION D'ELEVES ECOUTANT DE LA MUSIQUE DANS LES TRANSPORTS



Cette question permet de calculer le temps d'écoute quotidien de chaque élève dans les transports. En effet, il est demandé à chaque élève en début de questionnaire son temps de trajet quotidien pour aller et revenir de l'école. Une fois ce temps de transport obtenu, il lui est appliqué un coefficient dépendant de la réponse à la question « Ecoutes-tu de la musique avec écouteur dans les transports ». Ce coefficient est de 1 si la réponse est « pratiquement tout le temps » ; 0,5 si la réponse est « la moitié du temps » ; 0 si la réponse est « quasiment jamais ».

Parmi les 746 élèves utilisant un baladeur, 418, soit 56%, écoutent de la musique avec des écouteurs dans les transports sur leur trajet quotidien de semaine. Le temps d'écoute moyen dans les transports ainsi obtenu est à 57 minutes. La médiane est de 30 minutes, la très large majorité des élèves se situant à moins d'une heure. Un écart-type de 64 minutes est trouvé. La distribution statistique de ces temps est présentée dans la figure 11.

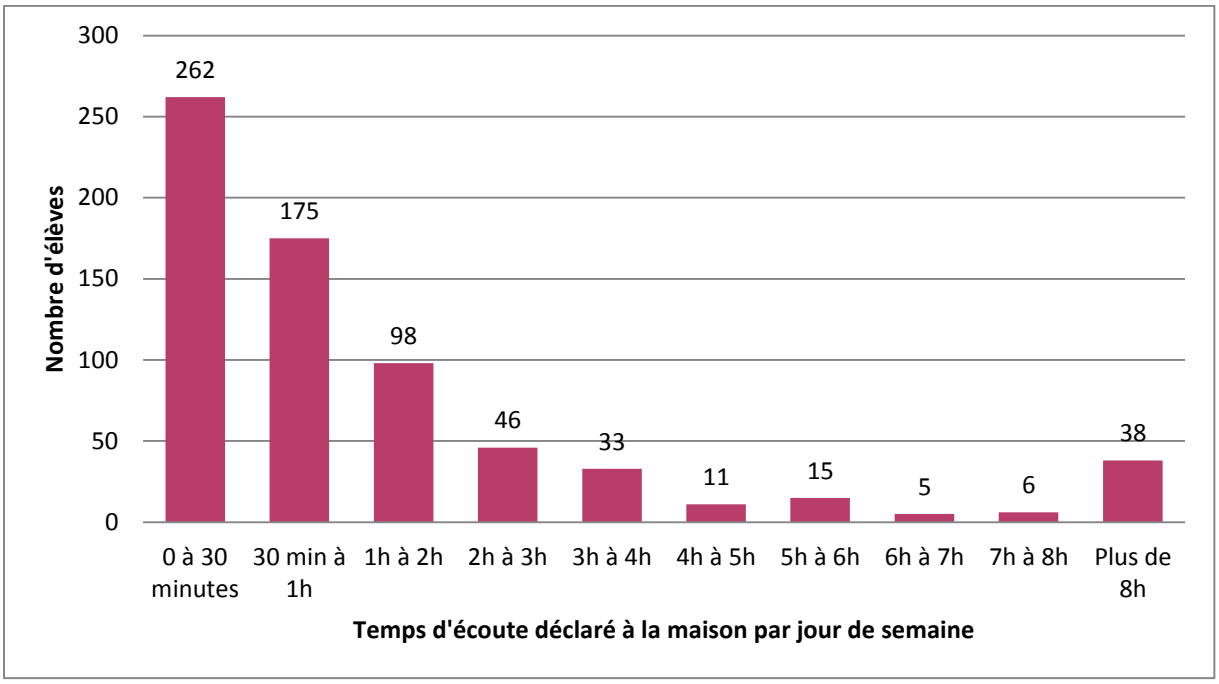
FIGURE 11. DISTRIBUTION STATISTIQUE DES TEMPS D'ECOUTE DANS LES TRANSPORTS PAR JOUR DE SEMAINE



2.Temps d'écoute quotidien à la maison un jour de semaine

Parmi les 746 élèves utilisant un baladeur, 679, soit 91%, écoutent de la musique avec des écouteurs à la maison un jour de semaine. Le temps d'écoute moyen obtenu est de 114 minutes (1h54). La médiane est à 60 minutes. Un écart-type de 138 minutes (2h18) est trouvé. La distribution statistique de ces temps est présentée dans la figure 12.

FIGURE 12. DISTRIBUTION STATISTIQUE DES TEMPS D'ECOUTE DECLARES - A LA MAISON PAR JOUR DE SEMAINE

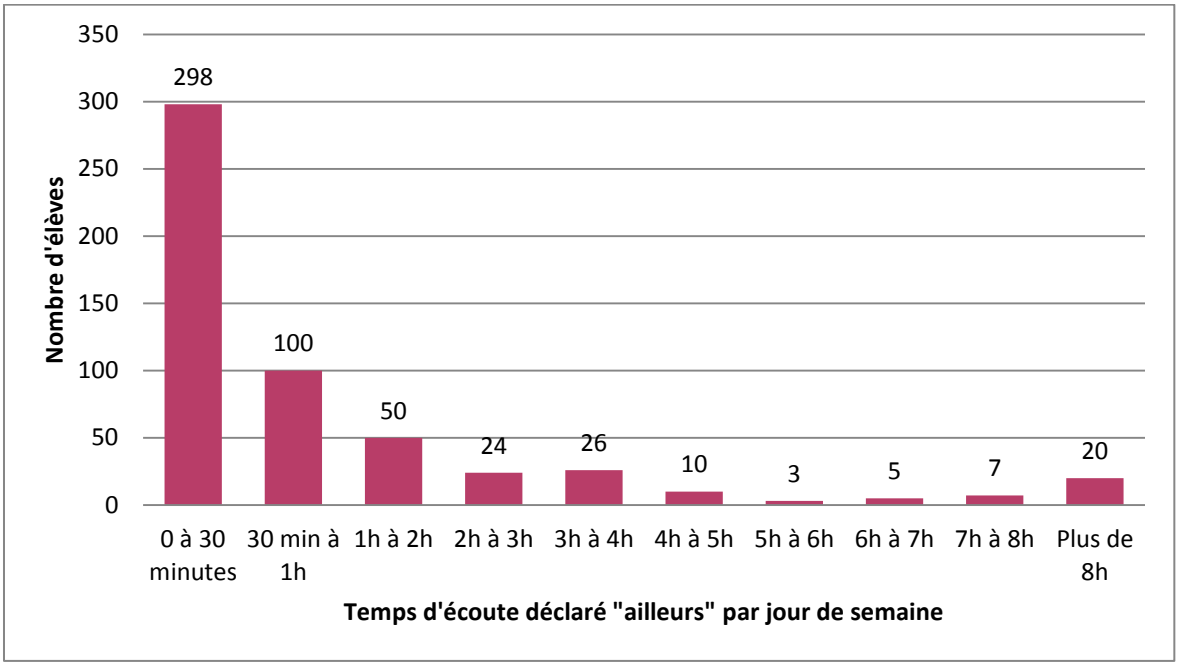


3.Temps d'écoute quotidien « ailleurs » un jour de semaine

En dehors de l'écoute dans les transports et à la maison, beaucoup d'élèves écoutent leurs baladeurs dans d'autres lieux (cour de récréation, dans les couloirs, après l'école ...). Il leur est donc demandé d'évaluer ce temps d'écoute « ailleurs ».

Parmi les 746 élèves utilisant un baladeur, 543, soit 73 %, écoutent de la musique avec des écouteurs ailleurs que dans les transports et à la maison, les jours de semaine. Le temps d'écoute moyen obtenu est de 91 minutes (1h31). La médiane est à 30 minutes. Un écart-type de 126 minutes (2h06) est trouvé. La distribution statistique de ces temps est présentée dans la figure 13.

FIGURE 13. DISTRIBUTION STATISTIQUE DES TEMPS D'ECOUTE DECLARES - « AILLEURS » PAR JOUR DE SEMAINE



4.Temps d'écoute en lieux calmes et lieux bruyants

Pour chaque élève utilisateur de baladeurs, un temps total d'écoute en lieux calmes, en lieux bruyants et un temps global quotidien est calculé.

Le temps d'écoute en lieux calmes correspond au temps d'écoute déclaré à la maison. Le temps d'écoute en lieux bruyants est l'addition des temps d'écoute dans les transports et dans les autres lieux, « ailleurs ». Enfin, le temps d'écoute global quotidien est l'addition des temps d'écoute en lieux calmes et en lieux bruyants. Ces temps sont présentés dans le tableau 8.

TABLEAU 8. MOYENNES, MEDIANES ET ECART-TYPES DES DIFFERENTS TEMPS D'ECOUTE SELON LES LIEUX D'ECOUTE

<table>
<tr><td rowspan="2">Lieux calmes :
Maison
(min/ jour de semaine)</td><td>Transports
(min/ jour de semaine)</td><td>Ailleurs
(min/ jour de semaine)</td></tr>
<tr><td>Moyenne = 57
Médiane = 30
σ = 64</td><td>Moyenne = 91
Médiane = 30
σ = 126</td></tr>
<tr><td>Moyenne = 104
Médiane = 60
σ = 138</td><td colspan="2">Lieux bruyants
(min/ jour de semaine)
Moyenne = 118
Médiane = 60
σ = 147</td></tr>
</table>

Total quotidien (min/ jour de semaine)
Moyenne = 205 **Médiane = 120** **σ = 246**

En moyenne, les élèves semblent écouter autant de musique avec des écouteurs dans les environnements calmes (104 minutes/jour de semaine) que dans les environnements bruyants (118 minutes/jour de semaine). Cependant, il est difficile de faire des généralités, les pratiques étant extrêmement variables d'un individu à l'autre. Ceci est visible grâce aux écart-types très importants pour tous les temps d'écoute. De plus, la médiane systématiquement inférieure à la moyenne nous montre que la moyenne est « tirée » par quelques temps déclarés très importants.

5.Temps d'écoute quotidien totaux de semaine

Parmi les 746 élèves utilisant un baladeur, 722 écoutent de la musique avec des écouteurs dans les transports et/ou à la maison et/ou ailleurs, un jour de semaine. Les 24 élèves restants ont déclaré écouter de la musique avec des écouteurs, mais n'ont déclaré aucun temps d'écoute dans les différents lieux précités. Le temps d'écoute moyen obtenu est de 205 minutes (3h25). La médiane est à 120 minutes. Un écart-type de 246 minutes (4h06) est trouvé.

La moyenne de 205 minutes, soit 3 heures et 25 minutes, bien que proche des moyennes trouvées dans la littérature, est légèrement supérieure à ces dernières qui se situent plus généralement autour de 2 à 3 heures par jour. Le fait d'affiner les temps d'écoute en les séparant en fonction des lieux d'écoute permet d'obtenir un temps d'écoute quotidien global a priori plus représentatif des pratiques réelles des élèves. Cependant cela peut également avoir un effet de surestimation de ces temps.

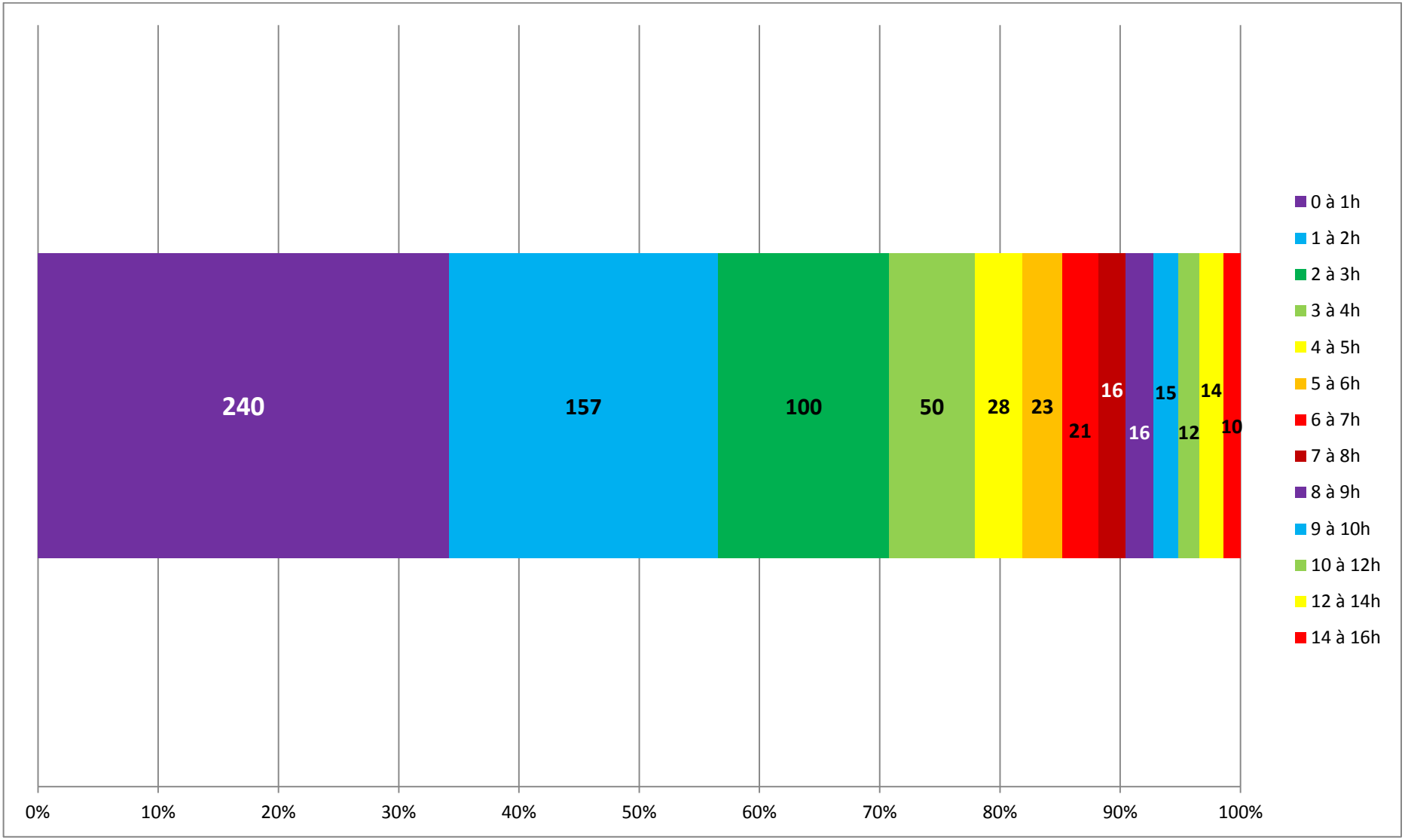
La figure 14 présente la distribution statistique des temps totaux quotidiens d'écoute. Bien que paraissant très importants, les temps d'écoute déclarés supérieurs à 10 heures par jour de semaine n'ont pas été estimés comme valeur aberrantes, car rien ne prouve que ce ne soit pas effectivement la réalité. Cependant, les temps d'écoute déclarés supérieurs à 16 heures par jour de semaine ont été classés comme aberrants, en effet il a été choisi, dans le schéma d'une journée classique de semaine d'un élève, 8 heures de sommeil. Or même si certains déclarent écouter de la musique avec des écouteurs en s'endormant, nous ne disposons pas de moyen de

savoir à quel niveau sonore ils écoutent leurs baladeurs dans cette situation et combien de temps les écouteurs restent effectivement sur leurs oreilles.

6.Temps d'écoute de baladeur le weekend et pendant les vacances

Parmi les 746 élèves utilisant un baladeur, 684 écoutent de la musique avec des écouteurs le weekend ou pendant les vacances. Le temps d'écoute moyen est de 157 minutes (2h37). La médiane est à 120 minutes. Un écart-type de 164 minutes (2h44) est trouvé. Ici aucune différenciation de lieu d'écoute n'est faite étant donné la grande variabilité des activités et des lieux fréquentés pendant les weekends ou les vacances. Cette variabilité rend ce temps moyen peu représentatif et donc peu exploitable. Toutefois, il semble qu'en moyenne les élèves écoutent moins de musique avec des écouteurs pendant le weekend ou les vacances (157 minutes) que pendant les jours de semaine (205 minutes). Cette différence pourrait être en partie due au fait que seul un temps global d'écoute sur un jour de weekend ou de vacances est demandé, sans différenciation des lieux ou situations d'écoute.

FIGURE 14. DISTRIBUTION STATISTIQUE DES TEMPS D'ECOUTE TOTAUX DECLARES PAR JOUR DE SEMAINE



C. Résultats concernant les niveaux d'écoute

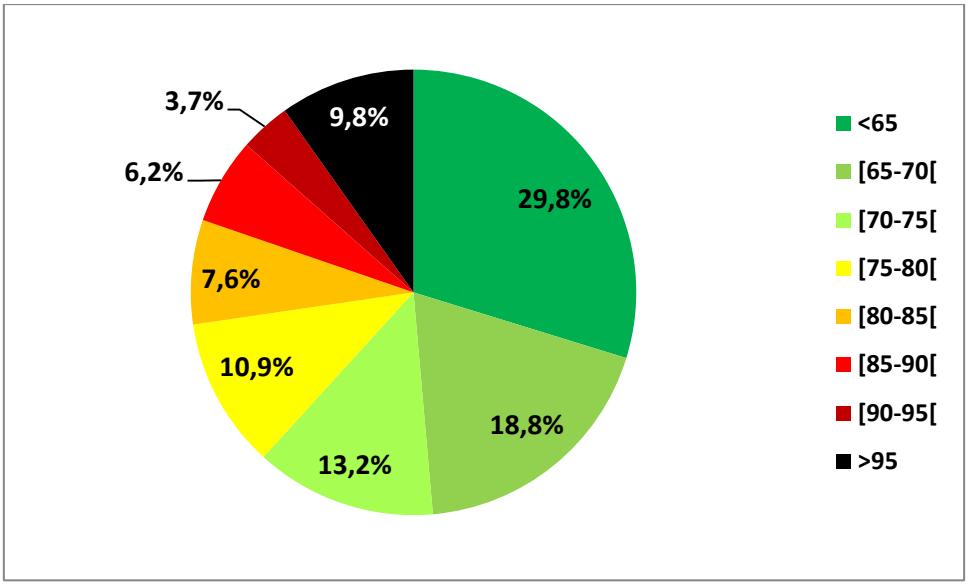
Tous les élèves participant au recueil de données, qu'ils soient utilisateurs ou non de baladeurs, font le test de niveau d'écoute dans les deux environnements sonores : « Chambre » et « Rue avec trafic ». Ce test est pratiqué en début de séance, en général juste après le questionnaire de pratiques, afin de ne pas influencer leurs réglages des niveaux d'écoute par un discours de sensibilisation.

1. Chambre

Dans l'environnement de « chambre », le fond sonore, par-dessus lequel les élèves règlent la musique, est très peu bruyant, son niveau sonore est de 50 dB(A).

En moyenne, sur l'ensemble des élèves testés, le niveau sonore de la musique a été réglé à 73,4 dB(A) (médiane = 70,0 dB(A) ; σ = 12,2 dB(A)) (Figure 15).

FIGURE 15. REPARTITION DES NIVEAUX D'ECOUTE EN DB(A) - CHAMBRE

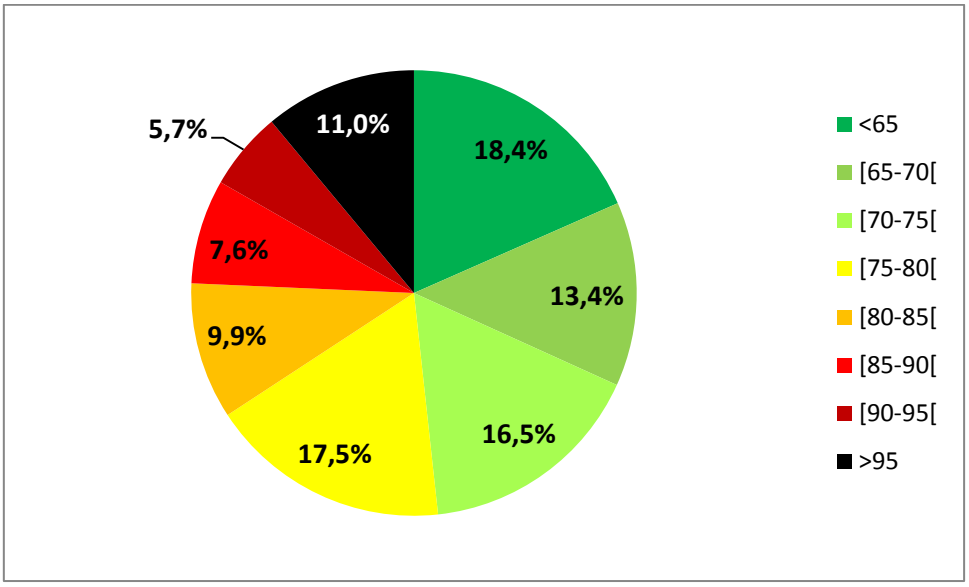


2. Rue avec trafic

Dans l'environnement de « rue avec trafic », le fond sonore, par-dessus lequel les élèves règlent la musique, est bruyant, son niveau sonore est de 75 dB(A).

En moyenne, sur l'ensemble des élèves testés, le niveau sonore de la musique a été réglé à 76,5 dB(A) (médiane = 75,0 dB(A) ; σ = 11,9 dB(A)) (Figure 16).

FIGURE 16. REPARTITION DES NIVEAUX D'ECOUTE EN DB(A) - RUE



3. *LAeq*

Au-delà du fait de connaître les niveaux sonores auxquels les élèves règlent leurs baladeurs dans différents environnements sonores, il est intéressant d'évaluer les niveaux sonores moyens d'écoute, donnant une image plus représentative de la dose d'exposition au cours de la journée. En effet, si, par exemple, un élève n'écoute de la musique que dans les transports, environnements généralement bruyants, et que l'on fait correspondre ce temps d'écoute à un niveau d'écoute dans un environnement sonore calme, le niveau global sera sous-estimé. A l'inverse, un élève n'écoutant de la musique avec son baladeur que chez lui verra son niveau d'écoute global surestimé si on fait correspondre à ce temps le niveau mesuré dans l'environnement sonore bruyant. Ainsi, avoir discriminé les temps d'écoute en fonction des lieux d'écoute permet de calculer un niveau sonore d'exposition plus précis. En pondérant les temps d'écoute « calmes » par les niveaux d'écoute « Chambre », ainsi que les temps d'écoute « bruyants » par les niveaux d'écoute « Rue avec trafic », individuellement pour chaque élève, il devient possible de calculer un niveau d'écoute global, LA_{eq}, exprimé en dB(A) :

$$\boldsymbol{LAeq = 10 \times Log\left(\frac{1}{T_{total}} \times \left(T_{calme} \times 10^{\frac{N_{Chambre}}{10}} + T_{bruyant} \times 10^{\frac{N_{Rue}}{10}}\right)\right)}$$

Avec T_{total}, le temps d'écoute total déclaré, somme de T_{calme} et de $T_{bruyant}$, respectivement temps d'écoute sur une journée de semaine en lieu calme (maison) et temps d'écoute sur une journée de semaine en lieux bruyants (transport et ailleurs). $N_{chambre}$ est le niveau d'écoute

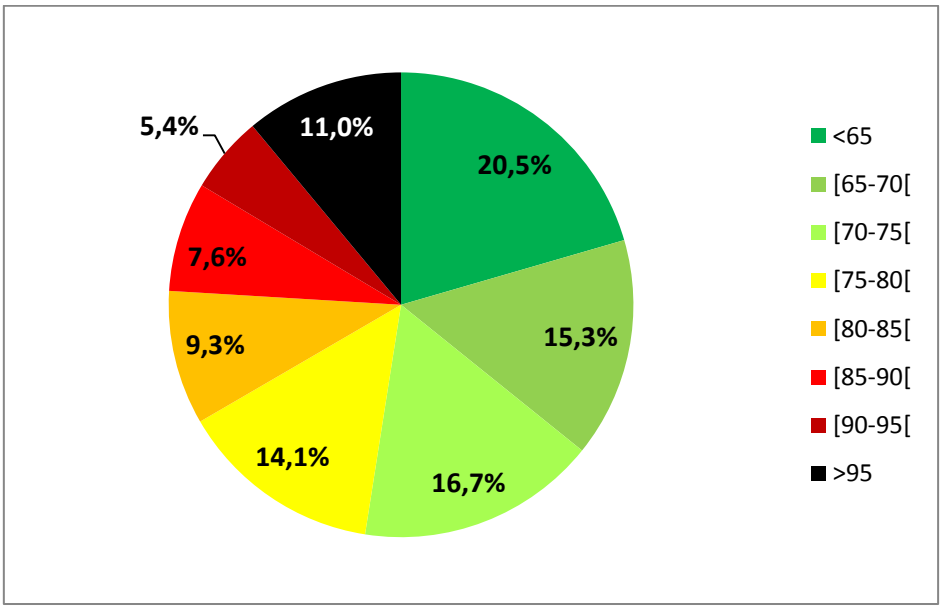
mesuré dans l'environnement sonore « chambre », environnement calme, et N_{rue} est le niveau d'écoute mesuré dans l'environnement sonore « rue », environnement bruyant.

Ce calcul prenant en compte les temps d'écoute déclarés, il n'est pas applicable aux non-utilisateurs de baladeurs. En moyenne, pour les élèves utilisateurs de baladeurs, le LAeq calculé est de 76,7 dB(A) (médiane = 74,6 dB(A) ; σ = 11,7 dB(A)).

4. *Distribution statistique des LA_{eq}*

La figure 17 montre la distribution discrétisée des LA_{eq}.

FIGURE 17. DISTRIBUTION STATISTIQUE DES LA_{EQ} EN DB(A)



On observe sur cette distribution une décroissance régulière lorsque les LA_{eq} augmentent. Toutefois le groupe d'élèves ayant un LA_{eq} compris entre 95 et 100 dB(A) ne respecte pas cette décroissance. Cela peut s'expliquer par le fait que l'application « Test de niveau d'écoute » ne permet pas de régler la musique à un niveau sonore supérieur à 100 dB(A). En théorie, selon la réglementation, les baladeurs ne devraient pas pouvoir dépasser ce niveau non plus. Or, il a déjà été constaté à de nombreuses reprises (Bruitparif, 2009) (Keith, Bly, Chiu, & Hussey, 2001) qu'en changeant les écouteurs des baladeurs, un niveau sonore bien supérieur à 100 dB(A) peut être atteint (jusqu'à 130 dB SPL (Fligor & Cox, 2004)). C'est peut-être le cas d'une partie de ces élèves, ils peuvent alors avoir l'habitude d'écouter leurs baladeurs à plus de 100 dB(A), mais dans l'application ils se retrouvent bloqués à 100 dB(A).

5. *Influence du fond sonore sur le niveau d'écoute*

Il est également intéressant d'observer l'influence du fond sonore sur le niveau d'écoute des élèves.

Très logiquement, l'écoute est systématiquement plus forte dans l'environnement bruyant.

Une différence de 3,1 dB(A) ($p = 1{,}5*10^{-7}$) en moyenne entre le niveau d'écoute dans la « chambre » et le niveau d'écoute dans la « rue » est observée pour l'ensemble des élèves testés.

Les élèves règlent donc la musique plus fort dans l'environnement bruyant afin de couvrir le fond sonore qui est de 75 dB(A). On peut alors se demander si les élèves écoutant à un niveau supérieur à 75 dB(A) dans l'environnement calme auront tendance à augmenter le volume dans l'environnement bruyant. Le tableau 9 présente les deltas moyens entre « rue » et « chambre » d'une part pour les élèves ayant réglé la musique à moins de 75 dB(A) dans la « chambre » et d'autre pour les élèves ayant réglé la musique à plus de 75 dB(A) dans la « chambre ». Seuls les élèves écoutant à moins de 75 dB(A) dans la « chambre » augmentent le volume de la musique en arrivant dans l'environnement bruyant.

TABLEAU 9. DIFFERENCES DE REGLAGES DE NIVEAUX SONORES ENTRE LES DEUX ENVIRONNEMENTS DE L'APPLICATION "TEST DE NIVEAU D'ECOUTE"

	$\Delta = N_{rue} - N_{chambre}$
$N_{chambre} \leq 75$ dB(A)	4,9
$N_{chambre} > 75$ dB(A)	-0,1

6. *Influence de l'utilisation régulière de baladeurs sur le niveau d'écoute*

Le tableau 10 présente les niveaux d'écoute moyens dans les deux environnements sonores différents pour l'ensemble des élèves, pour les utilisateurs et pour les non-utilisateurs.

TABLEAU 10. MOYENNES DES NIVEAUX SONORES REGLES PAR LES ELEVES DANS LES DEUX ENVIRONNEMENTS SONORES

	Niveau d'écoute moyen - Chambre	Niveau d'écoute moyen – Rue avec trafic
Ensemble des élèves	73,4	76,5
Utilisateurs	74,0	77,2
Non utilisateurs	69,3	71,9

La différence entre les utilisateurs et les non-utilisateurs de baladeurs est notable. Afin de mieux évaluer ces différences et de savoir si elles sont significatives, des tests statistiques ont été effectués (Test d'égalité des variances, F-test, puis T-test).

Dans l'environnement « chambre », les utilisateurs écoutent en moyenne 4,7 dB(A) plus fort que les non-utilisateurs, cette différence est significative ($p = 6{,}6*10^{-4}$).

Cette différence se creuse encore dans l'environnement « rue avec trafic », elle est alors de 5,3 dB(A), là aussi cette différence est significative ($p = 9{,}9*10^{-5}$).

Rappelons qu'une augmentation 5 dB(A) correspond à une multiplication par trois de l'énergie sonore.

Ceci met en avant un phénomène potentiel « d'accoutumance » aux niveaux sonores des baladeurs : les utilisateurs écoutant régulièrement leurs baladeurs semblent prendre progressivement l'habitude d'écouter de plus en plus fort.

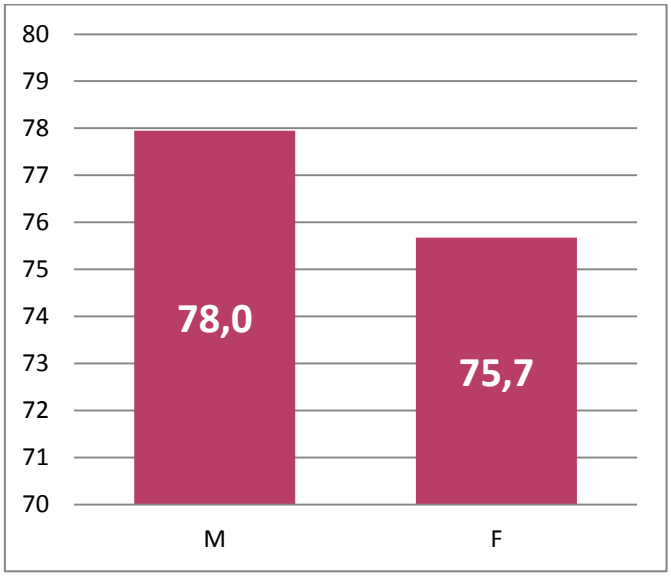
D. Influence de l'âge et du sexe sur les pratiques d'écoute

Le sexe et l'âge des élèves ont-ils une influence sur leurs niveaux et temps d'écoute ?

1. Influence du sexe

a. Niveaux d'écoute : LAeq

FIGURE 18. LA_{EQ} MOYEN EN FONCTION DU SEXE EN DB(A)



Les garçons écoutent en moyenne à 2,3 dB(A) de plus que les filles (figure 18). Afin de savoir si cette différence significative, un test d'égalité des variances puis un T-test ont été effectués, ils montrent que les niveaux d'écoute des garçons sont significativement supérieurs à ceux des filles (p = 0,01).

b. Temps d'écoute totaux quotidiens

Concernant les temps d'écoute totaux quotidiens des utilisateurs (tableau 11), la différence constatée entre filles et garçons est faible et non significative (p = 0,4).

TABLEAU 11. TEMPS D'ECOUTE DE BALADEUR QUOTIDIEN SELON LE SEXE

Sexe	Temps écoute total
M	192
F	208

2. Influence de l'âge.

Le tableau 12 présente le nombre d'élèves par classe d'âge dans notre échantillon.

TABLEAU 12. TEMPS D'ECOUTE DE BALADEUR QUOTIDIEN SELON L'AGE

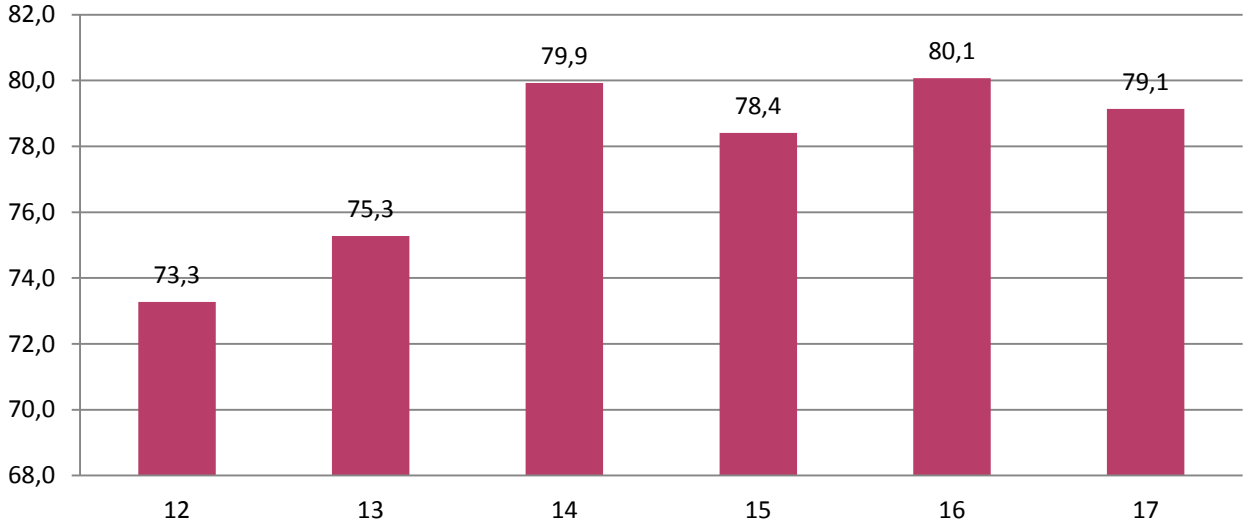
Age	N
moins de 10 ans	0
10	0
11	10
12	154
13	368
14	142
15	44
16	59
17	31
18	10
19	4
20	0
21	0
22	0
23	2
24	0
25	2
plus de 25 ans	5

Le traitement des données d'écoute de baladeurs (utilisation ou non, niveaux et temps d'écoute) sera concentré sur les tranches d'âge pour lesquelles il y a suffisamment de données, c'est-à-dire les 12, 13, 14, 15, 16 et 17 ans.

a. Niveaux d'écoute : LA_{eq}

Le graphique ci-dessous (figure 19) présente les niveaux d'écoute moyens des utilisateurs en fonction de leur âge. On observe une croissance globale des niveaux d'écoute avec l'âge, les élèves de 14 ans écoutant à 6 dB(A) de plus que ceux de 12 ans.

FIGURE 19. NIVEAU D'ECOUTE MOYEN EN FONCTION DE L'AGE - EN DB(A)



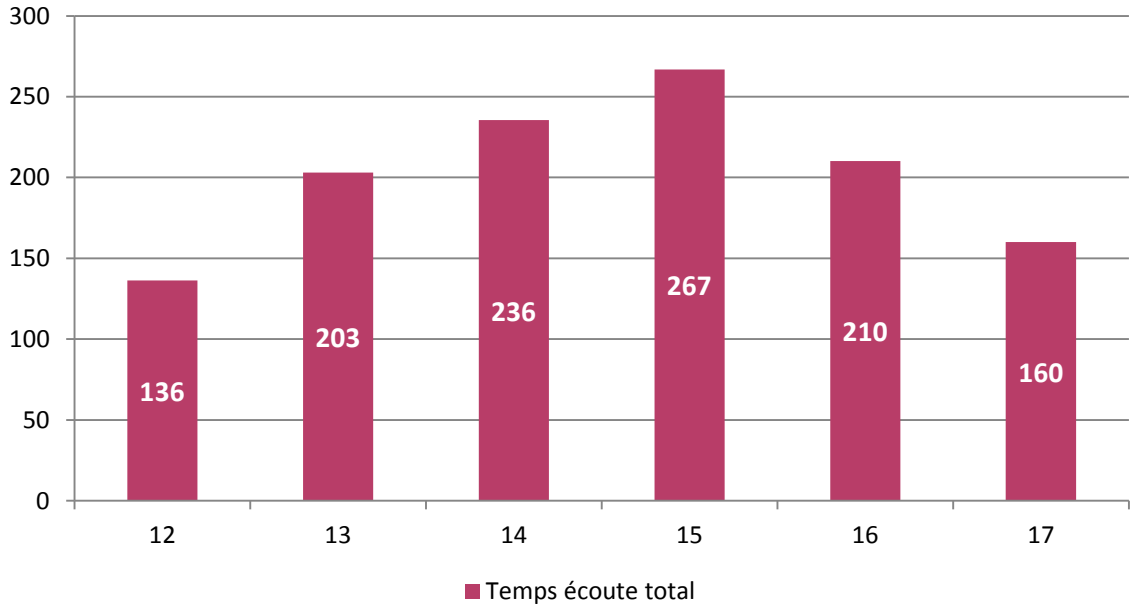
Pour la suite de l'exploration de l'influence de l'âge sur les niveaux d'écoute, nous ne prendrons en compte que les 12, 13 et 14 ans. En effet, l'échantillon n'est pas homogène d'un point de vue répartition des âges, le nombre d'élèves de 15, 16 et 17 ans est insuffisant : respectivement 44, 59 et 31 (tableau 12).

L'analyse statistique des LA_{eq} commence avec un test ANOVA, qui nous montre qu'ils ne sont pas égaux ($p = 8{,}4*10^{-6}$). Un T-test sur chaque groupe d'âge par rapport au reste de la population permettra de déterminer, plus précisément ces différences. Ainsi, il est observé que les élèves de 12 ans ont LA_{eq} significativement inférieur aux deux autres groupes ($p = 3{,}7*10^{-4}$). Les élèves de 14 ans ont, eux, un LA_{eq} significativement supérieur aux deux autres groupes ($p = 6{,}5*10^{-6}$). Concernant les élèves de 13 ans, la comparaison de leur LA_{eq} à ceux des élèves de 12 ans ne montre pas de différence significative ($p = 0{,}08$), en revanche, leurs LA_{eq} est significativement inférieur à ceux des élèves de 14 ans ($p = 1{,}2*10^{-4}$).

b. Temps d'écoute totaux quotidiens

La figure 20 présente les temps d'écoute quotidiens totaux des élèves selon l'âge.

FIGURE 20. TEMPS MOYEN QUOTIDIEN D'ECOUTE EN FONCTION DE L'AGE - EN MINUTES



Ici on peut observer un pic de durée d'écoute à 15 ans. La décroissance des temps d'écoute après 15 ans peut s'expliquer d'une part par un changement d'habitude et d'autre part par le faible effectif des groupes d'élèves de 15, 16 ans et 17 ans. Comme pour l'étude des niveaux d'écoute, la suite de l'analyse se fera sur les groupes d'élèves de 12, 13 et 14 ans.

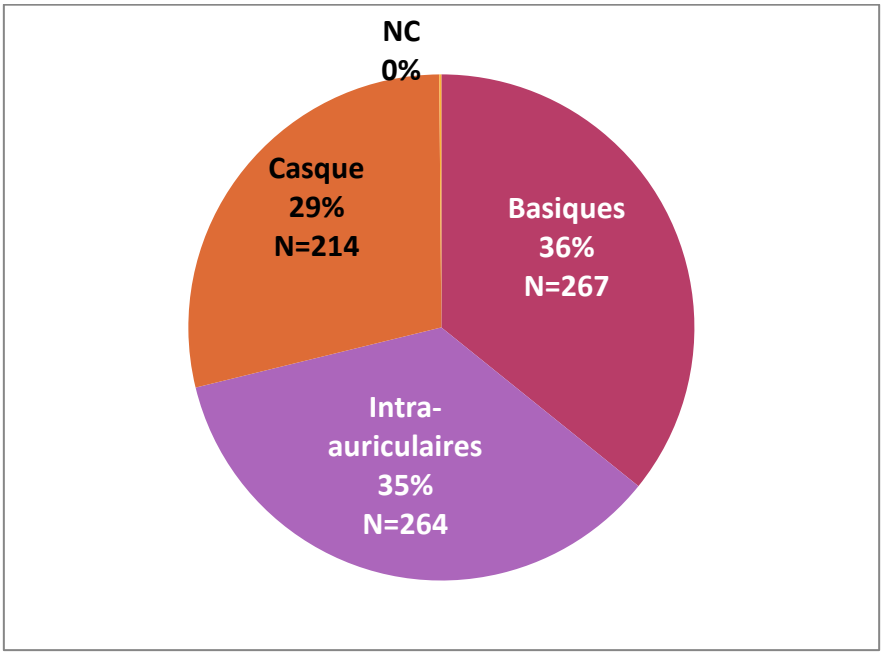
L'analyse statistique des temps d'écoute totaux commence avec un test ANOVA qui nous montre qu'ils ne sont pas égaux ($p = 3{,}5*10^{-3}$). Un T-test sur chaque groupe d'âge par rapport au reste de la population permet de déterminer, plus précisément ces différences. Ainsi, il est observé que les élèves de 12 ans ont un temps d'écoute total significativement inférieur aux deux autres groupes ($p = 4{,}4*10^{-4}$). Les élèves de 14 ans ont, eux, un temps d'écoute total significativement supérieur aux deux autres groupes ($p = 2{,}7*10^{-2}$). Concernant les élèves de 13 ans, la comparaison de leur LA_{eq} à ceux des élèves de 12 ans montre qu'ils écoutent significativement plus longtemps ($p = 3{,}9*10^{-3}$), en revanche, leurs temps d'écoute n'est pas significativement inférieur à ceux des élèves de 14 ans ($p = 0{,}2$).

Ces résultats peuvent nous donner une piste sur les changements de comportements des élèves à un âge charnière, entre 12 et 14 ans. Entre 12 et 13 ans les élèves prennent l'habitude d'écouter de plus en plus longtemps puis entre 13 et 14 ans, les temps d'écoute n'augmentent plus beaucoup, par contre, ils s'habituent à écouter de plus en plus fort.

E. Type d'écouteurs utilisés

Question posée : Quel type d'écouteurs utilises-tu le plus souvent ?
Réponses : Basiques – Intra-auriculaires – Casque

FIGURE 21. TYPES D'ECOUTEURS PRINCIPALEMENT UTILISES



Les trois grands types d'écouteurs sont utilisés à parts quasiment égales par les élèves (figure 21). Le casque est un peu moins utilisé que les écouteurs basiques ou intra-auriculaires mais la différence d'utilisation est faible, 29% contre 35 ou 36%.

On peut se poser la question de l'influence du type d'écouteur utilisé sur les pratiques d'utilisation de baladeurs, tant en niveau qu'en temps d'écoute.

1. Type d'écouteurs et niveau d'écoute

L'étude de l'influence du principal type d'écouteur utilisé sur le niveau d'écoute des élèves sera fait en comparant les niveaux d'écoute moyens de trois groupes d'élèves, ceux écoutant de la musique avec des écouteurs basiques, ceux utilisant des écouteurs intra-auriculaires et ceux utilisant des casques audio (tableau 13). Ce sont, dans les trois cas, des utilisateurs réguliers de baladeurs.

TABLEAU 13. NIVEAU D'ECOUTE MOYEN EN FONCTION DU TYPE D'ECOUTEURS PRINCIPALEMENT UTILISE

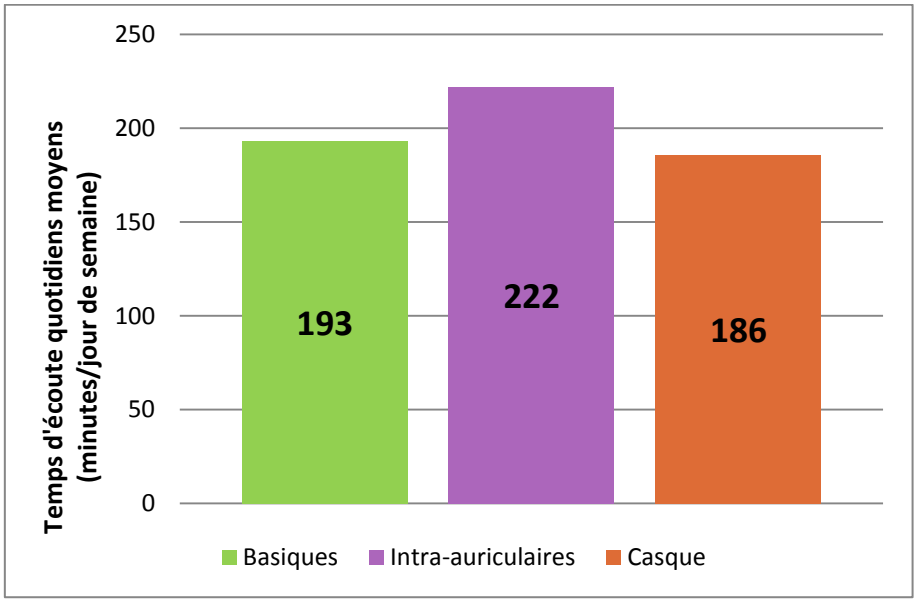
Type écouteurs principal	LAeq
Basiques	**77,0**
Intra-auriculaires	**78,2**
Casque	**74,4**

Le traitement statistique de ces données, pour déterminer si les différences de niveaux sonores moyens sont significatifs ou non, a tout d'abord reposé sur un test ANOVA à un facteur qui indique que les moyennes ne sont pas égales ($p = 0,002$), au moins une d'entre elle est différente des autres. Pour savoir laquelle, un test d'égalité des variances (F-test) suivi d'un T-test est effectué pour comparer chaque moyenne au reste de la population. Ainsi, on apprend que les élèves écoutant de la musique avec des écouteurs intra-auriculaires écoutent à des niveaux significativement supérieurs au reste des élèves ($p = 0,01$). A l'opposé, les élèves utilisant un casque audio ont réglé le volume à un niveau significativement inférieur au reste des élèves ($p = 9,2*10^{-4}$).

Il est possible que ces niveaux sonores aient été en partie influencés par le fait que le test de niveau d'écoute est effectué avec un casque audio et non avec le matériel propre des élèves.

2. Type d'écouteurs et temps d'écoute

FIGURE 22. TEMPS MOYENS D'ECOUTE UN JOUR DE SEMAINE EN FONCTION DU TYPE D'ECOUTEURS PRINCIPALEMENT UTILISE



Ici la même tendance que pour les niveaux d'écoute se dégage (figure 22), les élèves utilisant des écouteurs intra-auriculaires ont un temps d'écoute supérieur à ceux utilisant des casques audio ou des écouteurs basiques. Les mêmes tests statistiques que décrits précédemment ont été effectués. Le temps d'écoute quotidien moyen des élèves utilisant des écouteurs intra-auriculaires est supérieur aux autres élèves mais cette différence n'est pas significative (p = 0,07). Celui des élèves utilisant un casque audio est inférieur au reste des élèves mais là encore cette différence n'est pas significative (p = 0,18).

F. Type d'appareils utilisés

Question posée : Quels sont les appareils que tu utilises pour écouter de la musique avec des écouteurs ou un casque ?(QCM)
Réponses : Smartphone/Téléphone – Baladeur MP3 – Tablette – Ordinateur

Question posée : Quel est l'appareil que tu utilises le plus ?
Réponses : Smartphone/Téléphone – Baladeur MP3 – Tablette – Ordinateur

FIGURE 23. APPAREILS UTILISES POUR L'ECOUTE DE MUSIQUE AVEC ECOUTEURS

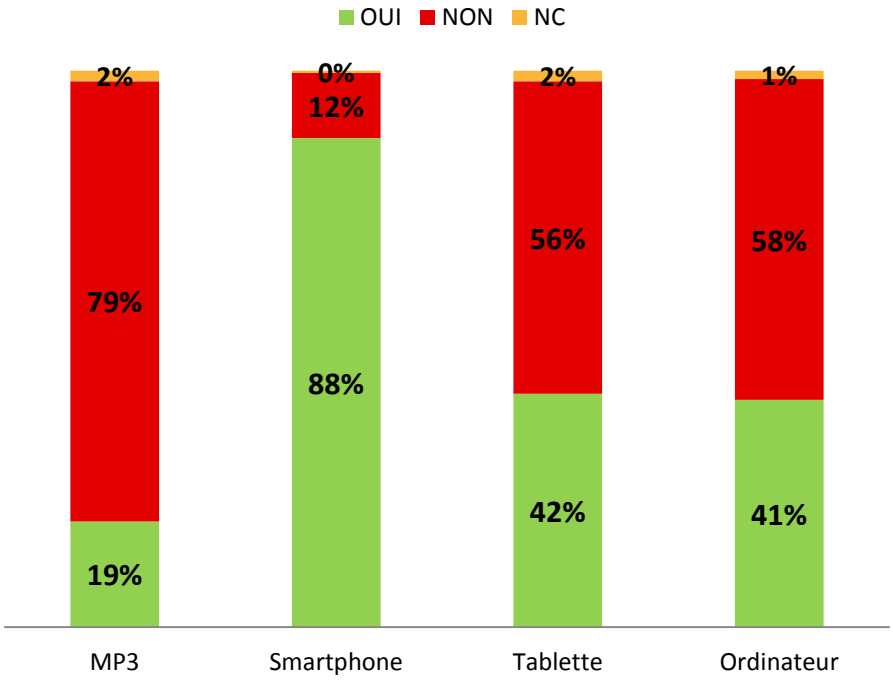
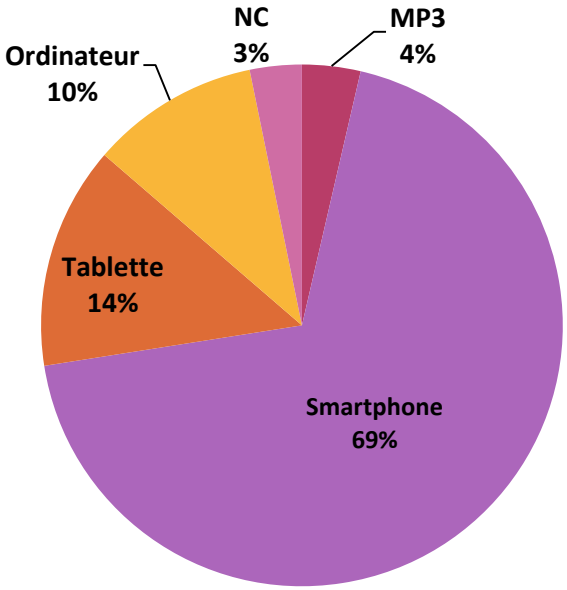


FIGURE 24. PRINCIPAL APPAREIL UTLISE PAR LES ELEVES POUR ECOUTER DE LA MUSIQUE AVEC DES ECOUTEURS



Les Smartphones sont les appareils les plus utilisés (88%) (figure 23) pour l'écoute de musique avec des écouteurs, ils sont les principaux appareils utilisés pour près de 70% des élèves (figure 24). Ils ont largement remplacés les baladeurs MP3 (19% en utilisent, 4% les utilisent principalement). L'ordinateur et la tablette semblent être utilisés par un peu moins de la moitié des élèves (respectivement 41% et 42%), ils sont le principal appareil utilisé pour seulement 10% et 14% des élèves questionnés.

Tout comme pour le type d'écouteur utilisé, les niveaux et les temps d'écoute ont été étudiés en fonction du principal appareil utilisé pour écouter de la musique avec des écouteurs.

1. Type d'appareil et niveau d'écoute

Tout comme pour le type d'écouteurs utilisé, ce sont les niveaux moyens d'écoute qui seront comparés ici (tableau 14).

TABLEAU 14. NIVEAU D'ECOUTE MOYEN SELON LE TYPE D'APPAREIL PRINCIPALEMENT UTILISE POUR L'ECOUTE DE MUSIQUE AVEC DES ECOUTEURS – EN DB(A)

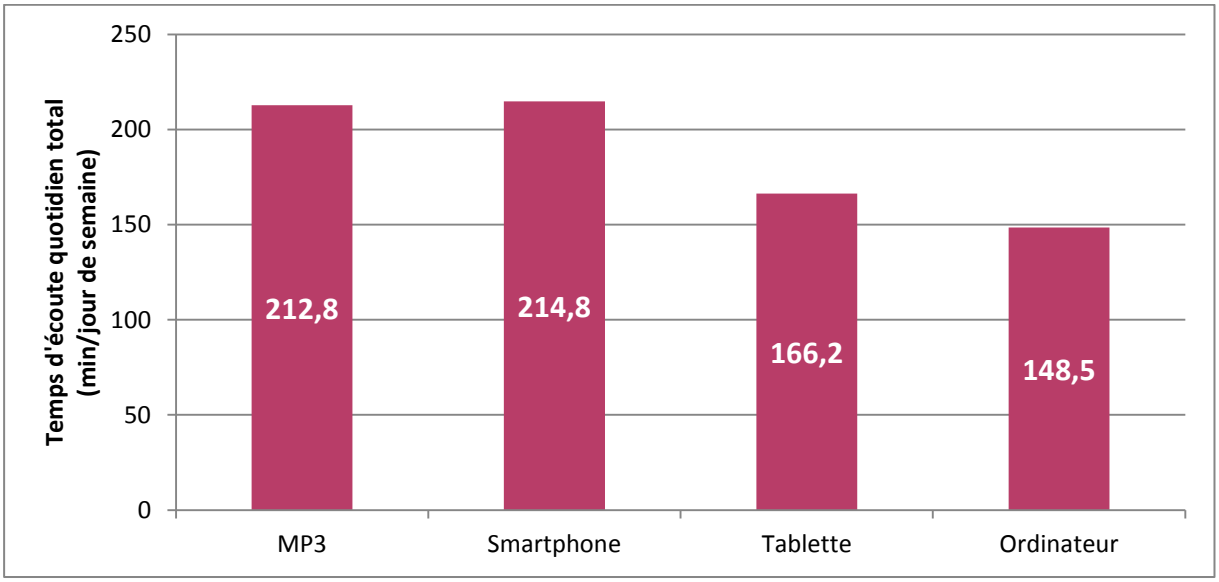
Type d'appareil principalement utilisé	**LAeq**
MP3	**78,5**
Smartphone	**77,3**
Tablette	**74,3**
Ordinateur	**72,3**

On note ici des niveaux d'écoute assez comparables entre les élèves utilisant principalement des smartphones ou des MP3. Ceux utilisant principalement un ordinateur et encore plus ceux utilisant principalement une tablette ont réglé le niveau moins fort en moyenne. Le test ANOVA montre que les moyennes des différentes populations ne sont pas égales ($p = 3{,}6*10^{-4}$). Les tests suivants ont comparé les niveaux sonores des élèves utilisant un smartphone avec les autres niveaux ; les élèves utilisant une tablette avec les autres niveaux ; les élèves utilisant un ordinateur avec les autres niveaux. Les niveaux d'écoute réglés par les élèves utilisant principalement un MP3 n'ont pas pu être comparés aux autres niveaux sonores par manque de puissance statistique, ces élèves étant trop peu nombreux (N = 27). Les T-test nous montrent que les élèves utilisant principalement des smartphones ont réglé le niveau de la musique significativement plus haut ($p = 8{,}8*10^{-4}$) que les autres élèves. Tout comme les élèves utilisant des ordinateurs, qui eux l'ont réglé significativement plus bas ($p = 1{,}2*10^{-3}$).

2. Type d'appareils et temps d'écoute

Les élèves écoutant de la musique avec des écouteurs principalement avec un smartphone ou un MP3 écoutent en moyenne plus longtemps par jour de semaine que ceux utilisant principalement une tablette ou un ordinateur (figure 25). Cela peut s'expliquer par l'aspect plus portatif des smartphones et MP3. Un test ANOVA à un facteur donne une probabilité que ces moyennes soient significativement différentes de 0,06. Bien qu'au-dessus du seuil de 5% généralement admis, il en est très proche. Un manque de puissance statistique est ici à mettre en cause, les effectifs pour la tablette et l'ordinateur (MP3 ayant été exclus d'office des tests, $N_{MP3}= 25$) sont faibles comparativement au smartphone ($N_{tab} = 98$, $N_{ordinateur} = 74$, $N_{smartphone} = 493$). Une exploration plus poussée (F-test et T-test) nous montre tout de même un temps d'écoute significativement supérieur pour les utilisateurs de smartphones ($p = 0{,}02$) et significativement plus faible chez les utilisateurs d'ordinateurs ($p = 0{,}03$).

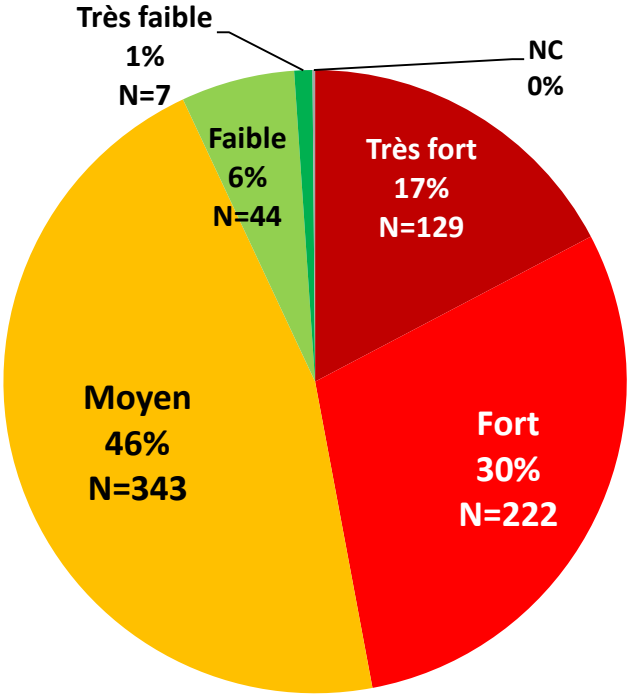
FIGURE 25. TEMPS ECOUTE TOTAL QUOTIDIEN SELON L'APPAREIL PRINCIPALEMENT UTILISE- EN MINUTES



G. Niveaux d'écoute estimés

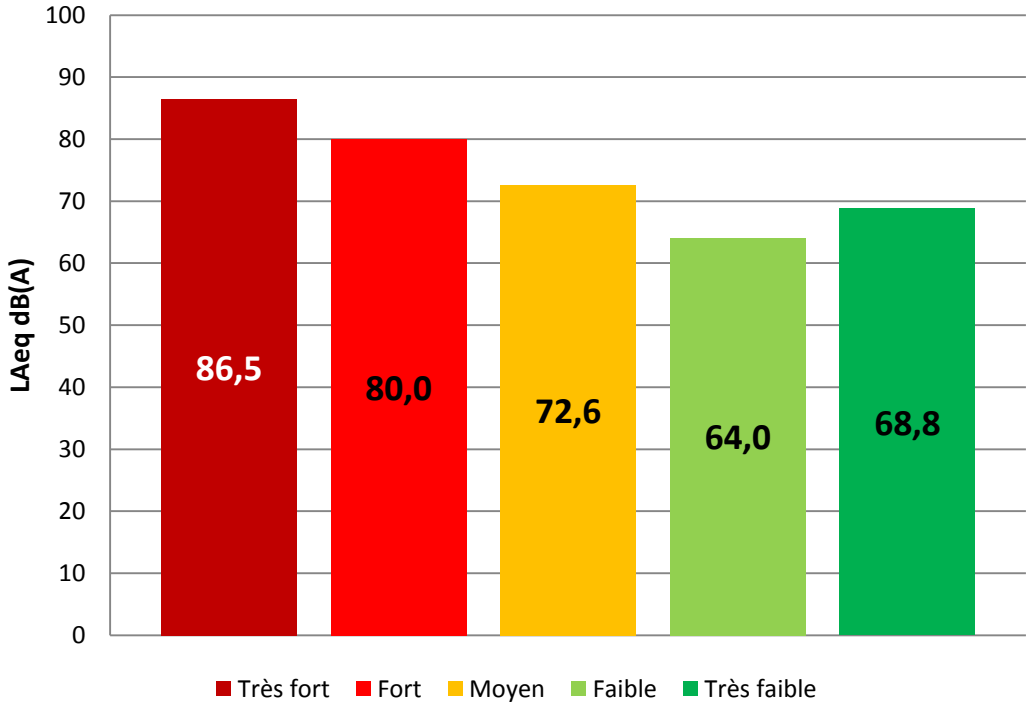
Question posée : Penses-tu écouter à un niveau...
Réponses : Très faible – Faible – Moyen – Fort – Très fort

FIGURE 26. NIVEAUX D'ECOUTE ESTIMES PAR LES ELEVES



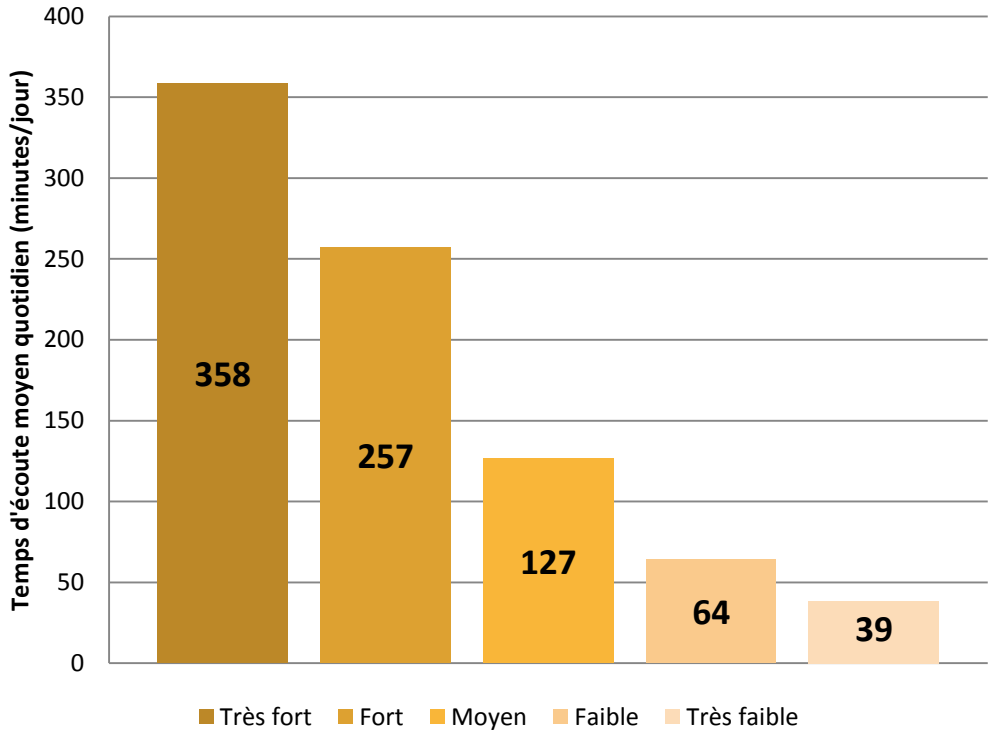
Très peu d'élèves estiment leur niveau d'écoute faible ou très faible, respectivement 6% (N = 44) et 1% (N = 7) (figure 26). Presque la moitié (46%) l'estime moyen. Presque la même proportion d'élèves (47%) estime leur niveau d'écoute fort ou très fort. Il est intéressant de se demander si leurs estimations sont corrélées avec les niveaux d'écoute mesurés.

FIGURE 27. NIVEAUX D'ECOUTE MESURES EN FONCTION DU NIVEAU D'ECOUTE DECLARE - EN DB(A)



Il semble que les élèves évaluent plutôt bien leur niveau d'écoute en moyenne (figure 27). On notera que le niveau moyen d'écoute des élèves déclarant écouter à un niveau très faible est peu fiable, celui-ci ne reposant que sur 7 élèves. Pour le reste, on constate une bonne corrélation entre les niveaux d'écoute mesurés et déclarés avec une augmentation d'environ 6 dB(A) à chaque passage de qualificatif de niveau d'écoute (faible à moyen, moyen à fort, fort à très fort), ce qui correspond physiquement à une multiplication par 4 de l'énergie sonore.

FIGURE 28. TEMPS D'ECOUTE MOYEN EN FONCTION DU NIVEAU D'ECOUTE DECLARE - EN MINUTES

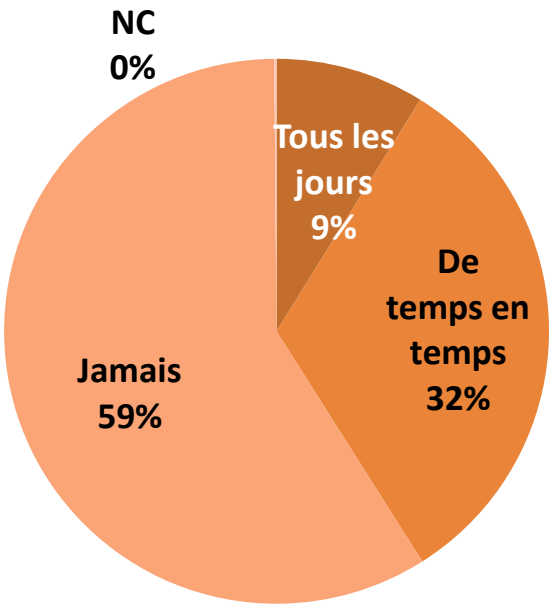


Le même effet est observé concernant le temps d'écoute (figure 28). Plus les élèves estiment écouter fort leur baladeur, plus ils ont l'habitude de l'écouter longtemps quotidiennement.

H. S’endormir avec les écouteurs

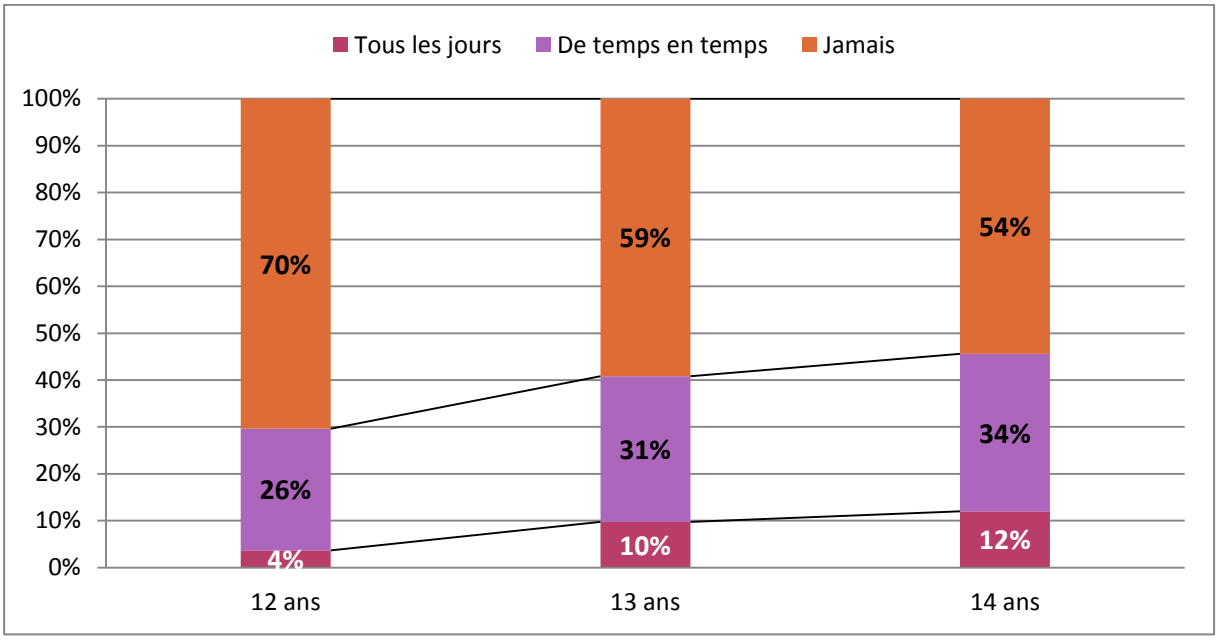
Question posée : Est-ce qu'il t'arrive de t'endormir en écoutant de la musique avec les écouteurs ou le casque ?
Réponses : Tous les jours – De temps en temps – Jamais

FIGURE 29. ENDORMISSEMENT AVEC LES ECOUTEURS



Si 59% des élèves utilisant régulièrement un baladeur déclarent ne jamais s’endormir avec, ils sont toutefois 32% à le faire de temps en temps et 9% à le faire quotidiennement (figure 29). Le graphique ci-après (figure 30) nous montre que la part de ce comportement chez les élèves augmente avec l’âge. Ainsi ce sont 12,0% des 14 ans qui s’endorment quotidiennement avec leurs baladeurs contre moins de 4% pour les 12 ans. Entre 12 et 13 ans, la proportion d’élèves s’endormant au moins de temps en temps avec leurs baladeurs passe de 30 à 41%. C’est ici un élément de plus qui montre qu’entre 12 et 13 ans, les élèves semblent être à un âge charnière dans la prise d’habitudes d’utilisation des baladeurs. Entre 13 et 14 ans, on observe également une augmentation de la proportion de ce comportement mais de façon plus ténue. Les données concernant les élèves plus âgés montrent une tendance à la hausse de l’endormissement « de temps en temps » (42% pour le groupe [15-16-17 ans]) et une baisse de l’endormissement « tous les jours » (6% pour le groupe [15-16-17 ans]) mais comme pour les points précédents, le nombre d’élèves par groupes d’âge n’est pas assez important pour être réellement représentatif.

FIGURE 30. PROPORTION DES COMPORTEMENTS EN FONCTION DE L'AGE

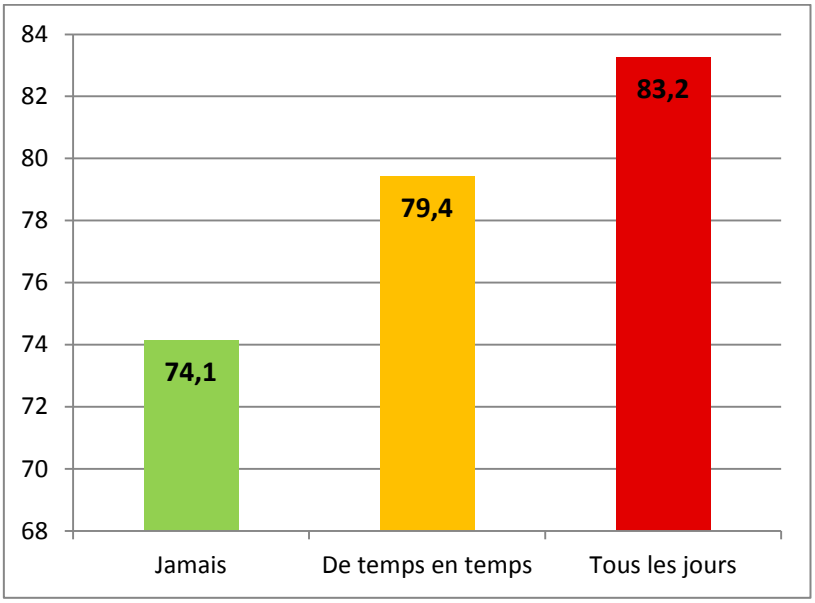


1. *Endormissement avec baladeur et niveaux d'écoute*

Il est très difficile de savoir à quel niveau les élèves écoutent de la musique lorsqu'ils s'endorment avec les écouteurs sur les oreilles. En effet, ils sont à ce moment en environnement très calme, on peut alors supposer qu'ils règlent le baladeur à son minimum mais, d'une part, rien ne nous le prouve et, d'autre part, le minimum de niveau d'écoute est extrêmement variable d'un appareil à un autre. Ce point mériterait des explorations plus poussées par des équipes de recherches. Ici, nous nous intéresserons seulement à savoir si les élèves qui s'endorment avec leur baladeur ont tendance à écouter en journée plus fort leur baladeur que le reste des élèves.

La figure 31 nous montre une très nette augmentation des niveaux moyens d'écoute des élèves lorsque l'habitude de s'endormir avec des écouteurs est présente. Les élèves ne le faisant pas ont un LA_{eq} moyen de 74,1 dB(A), ceux le faisant de temps en temps ont un LA_{eq} de 79,4 dB(A) en moyenne et ceux le faisant tous les jours sont à 83,2 dB(A). Ces différences sont importantes et sont significatives (ANOVA : $p = 1{,}7*10^{-12}$; T-test : « tous les jours » et « de temps en temps » significativement supérieurs, $p = 2{,}7*10^{-6}$ et $p = 1{,}1*10^{-5}$ respectivement ; « jamais » significativement inférieur $p = 1{,}3*10^{-11}$).

FIGURE 31. NIVEAU PONDERE D'ECOUTE SELON L'HABITURE DE S'ENDORMIR OU NON AVEC UN BALADEUR – EN DB(A)

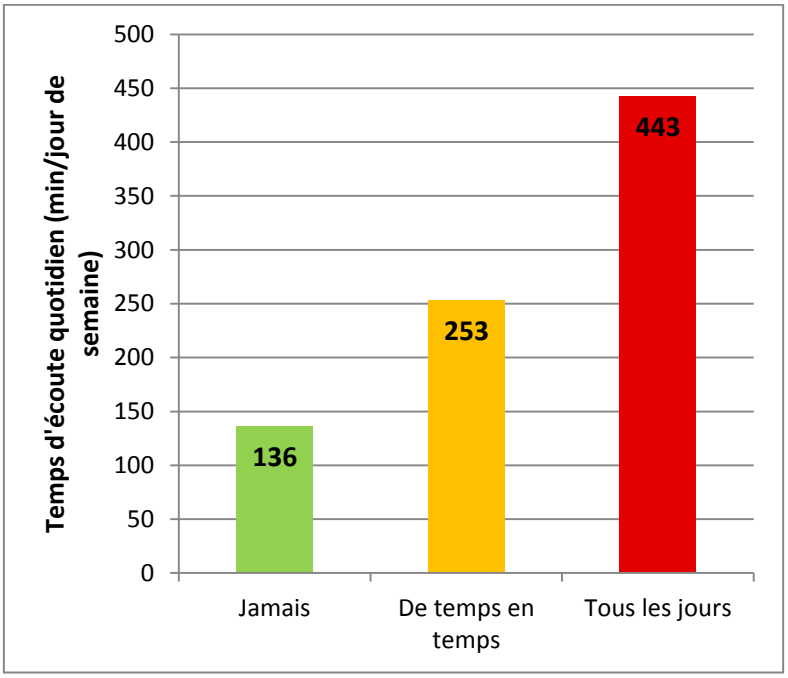


2. *Endormissement et temps d'écoute quotidiens*

Il est également intéressant de voir si l'habitude de s'endormir en écoutant son baladeur va de pair avec des temps d'écoute quotidiens supérieurs. Les temps d'écoute nocturnes sont très difficiles à quantifier, d'un côté les nouvelles technologies permettent une écoute très longue grâce aux batteries de longue durée, mais d'un autre côté, les écouteurs peuvent rapidement tomber des oreilles. Ces temps ne sont donc pas pris en compte dans les calculs de temps quotidiens d'écoute des élèves.

La figure 32 ci-dessous montre que les élèves qui ont l'habitude de s'endormir avec des écouteurs dans les oreilles ont des durées d'écoute en journée plus importantes que ceux qui ne s'endorment jamais avec leur baladeur. Tout comme pour les niveaux d'écoute, ces différences sont très importantes (Δ de plus de 5h d'écoute par jour entre les élèves le faisant « tous les jours » et ceux ne le faisant « jamais ») et significatives (ANOVA : $p = 2{,}6*10^{-23}$; T-test : « tous les jours » et « de temps en temps » significativement supérieurs, $p = 1{,}2*10^{-8}$ et $p = 1{,}2*10^{-3}$ respectivement ; « jamais » significativement inférieur $p = 4{,}5*10^{-14}$).

FIGURE 32. TEMPS MOYENS D'ECOUTE QUOTIDIENS SELON L'HABITUDE DE S'ENDORMIR OU NON AVEC UN BALADEUR - EN MINUTES/JOUR DE SEMAINE



III. EVALUATION DES RISQUES AUDITIFS

A. Identification du danger

Nous travaillons ici sur l'évaluation des risques auditifs liés à l'écoute de baladeurs chez le jeune public dans 45 classes franciliennes. Ces risques sont au nombre de 3 : perte auditive, acouphènes et hyperacousie (cf. partie 1.III).

La voie d'exposition est simple, l'utilisateur de baladeur écoute de la musique avec des écouteurs (classiques ou intra-auriculaires) ou un casque. Les ondes sonores composant la musique vont directement des écouteurs ou du casque à l'oreille de l'utilisateur, faisant vibrer son tympan, puis les osselets puis le liquide de la cochlée et enfin les cils des cellules ciliées de l'organe de Corti. C'est, entre autres, à ce niveau que des atteintes du système auditif peuvent survenir. D'autres étiologies existent mais nous nous concentrerons sur l'atteinte des cils des cellules ciliées.

B. Évaluation de la relation dose-réponse

Comme décrit dans la partie 1.IV, plusieurs VTR existent et sont utilisées dans la littérature : 85 dB(A) sur 8h, cadrée sur la réglementation du bruit au travail et largement utilisée. Et 75 dB(A) sur 8h qui est le NOAEL de l'OMS pour tous les effets auditifs causés par le bruit étudiés ici. Pour cette évaluation des risques sanitaires, nous utiliserons les deux valeurs afin de pouvoir les comparer, la valeur de référence réglementaire étant de plus en plus contestée, car elle apparait comme insuffisante pour la protection de l'audition des travailleurs.

C. Évaluation des expositions

Pour faire cette évaluation des risques sanitaires nous nous intéressons aux niveaux (LA_{eq}) et aux temps d'écoute des élèves. Les méthodes d'évaluation des expositions ont été décrites dans la partie 2.III. La méthode de calcul du LA_{eq} pour chaque élève est décrite dans la partie 3.II.C.3.

Les LAeq calculés et les temps d'écoute totaux déclarés seront répertoriés pour chaque élève puis comparés aux VTR précédemment décrites.

D. Caractérisation des risques auditifs

Afin de pourvoir comparer les LA_{eq} de chaque élève aux VTR, il faut d'abord calculer l'équivalent de chaque LA_{eq} à chaque VTR retenues pour une période de 8 heures, comme décrit ci-après. Il devient alors possible de savoir si les sujets ont une écoute à risque.

1. Calcul de D, dose quotidienne de bruit due à l'utilisation du baladeur

La première étape est le calcul de la dose de bruit quotidienne due à l'utilisation du baladeur (NIOSH, The National Institute for Occupational Safety and Health, 1998):

$$\boldsymbol{D = \left({}^{T_{ex}}/_{T_{rec}}\right) \times 100}$$

Avec D : la dose quotidienne de bruit due à l'utilisation du baladeur, T_{ex} : le temps d'exposition quotidien déclaré, T_{rec} : le temps d'exposition quotidien maximal recommandé à niveau sonore donné (Annexe 2). Ces temps d'exposition recommandés sont calculés à partir des deux VTR, 75 dB(A) sur 8 heures et 85 dB(A) sur 8 heures, on les retrouve par les formules suivantes :

Pour 75 dB(A) sur 8h :

$$\boldsymbol{T_{rec\,(75dB(A),8h)} = \frac{480}{2^{\left({}^{LAeq-75}/_{3}\right)}}}$$

Pour 85 dB(A) sur 8h :

$$\boldsymbol{T_{rec\,(85dB(A),8h)} = \frac{480}{2^{\left({}^{LAeq-85}/_{3}\right)}}}$$

Le calcul de D permet ainsi d'obtenir un pourcentage du temps d'écoute quotidien maximal recommandé au niveau sonore mesuré.

2. Calcul de TWA, niveau sonore équivalent pondéré sur 8 heures

Cette dose quotidienne D peut être transformée en niveau sonore équivalent aux VTR sur 8 heures par le calcul du TWA (Time-Weighted Average), grâce à la formule suivante (NIOSH, The National Institute for Occupational Safety and Health, 1998) :

Pour 75 dB(A) sur 8h :

$$\boldsymbol{TWA_{75dB(A),8h}} = \mathbf{10.0} \times \boldsymbol{Log}\left(\boldsymbol{D}/\mathbf{100}\right) + \mathbf{75}$$

Pour 85 dB(A) sur 8h :

$$\boldsymbol{TWA_{85dB(A),8h}} = \mathbf{10.0} \times \boldsymbol{Log}\left(\boldsymbol{D}/\mathbf{100}\right) + \mathbf{85}$$

3. Calcul du Ratio de Danger, RD

Une fois cette équivalence faite, il est possible de comparer les niveaux sonores calculés, TWA, à la VTR correspondante. Il faut pour cela calculer le ratio de danger, RD :

Pour 75 dB(A) sur 8h :

$$RD_{\boldsymbol{75dB(A),8h}} = \boldsymbol{TWA_{75dB,8h}}/75$$

Pour 85 dB(A) sur 8h :

$$RD_{\boldsymbol{85dB(A),8h}} = \boldsymbol{TWA_{85dB,8h}}/85$$

Si ce ratio donne un résultat inférieur à 1, il n'y a pas d'écoute à risque. S'il est supérieur ou égal à 1, alors il y a écoute à risque.

4. Résultats

Ces calculs ont été effectués pour tous les sujets ayant une écoute régulière de baladeur déclarée et dont les données étaient complètes (niveaux d'écoute dans les deux environnements, temps d'écoute quotidien total déclaré supérieur à 0), soit 713 élèves.

Ainsi, avec la VTR la plus protectrice (75 dB(A) sur 8h par jour, OMS), 255 des 713 élèves, soit 36%, ont une écoute de baladeurs à risque (figure 33). Avec la VTR la moins protectrice

(85 dB(A) sur 8h par jour, réglementation du bruit au travail), c'est 121 élèves sur les 713, soit 17%, qui ont une écoute à risque (figure 34).

FIGURE 33. UTILISATEURS A RISQUES AUDITIFS PAR LEUR ECOUTE – VTR : 75 DB(A) SUR 8H

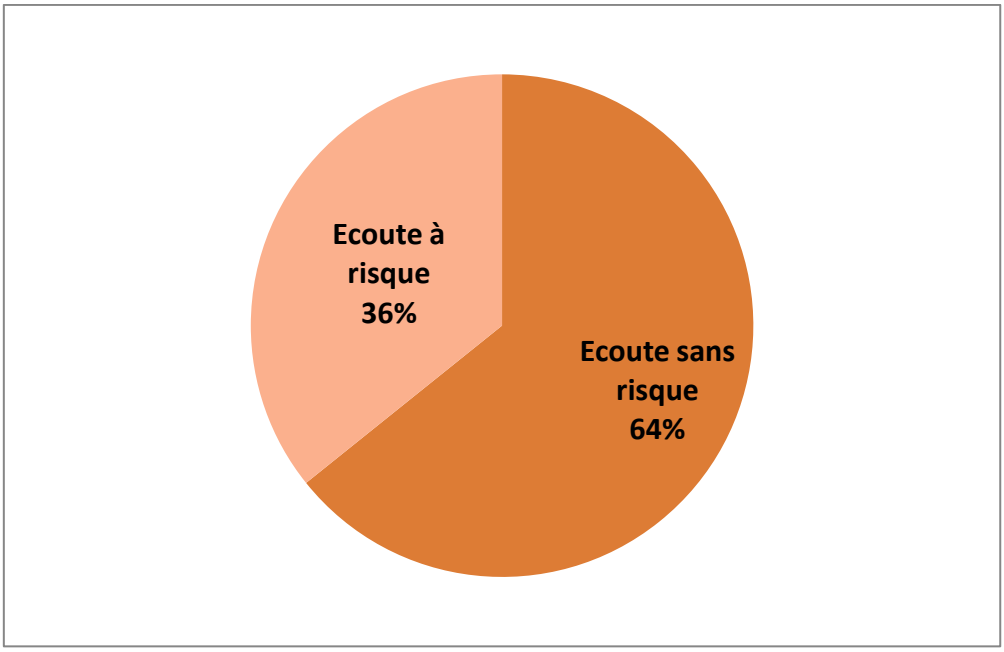
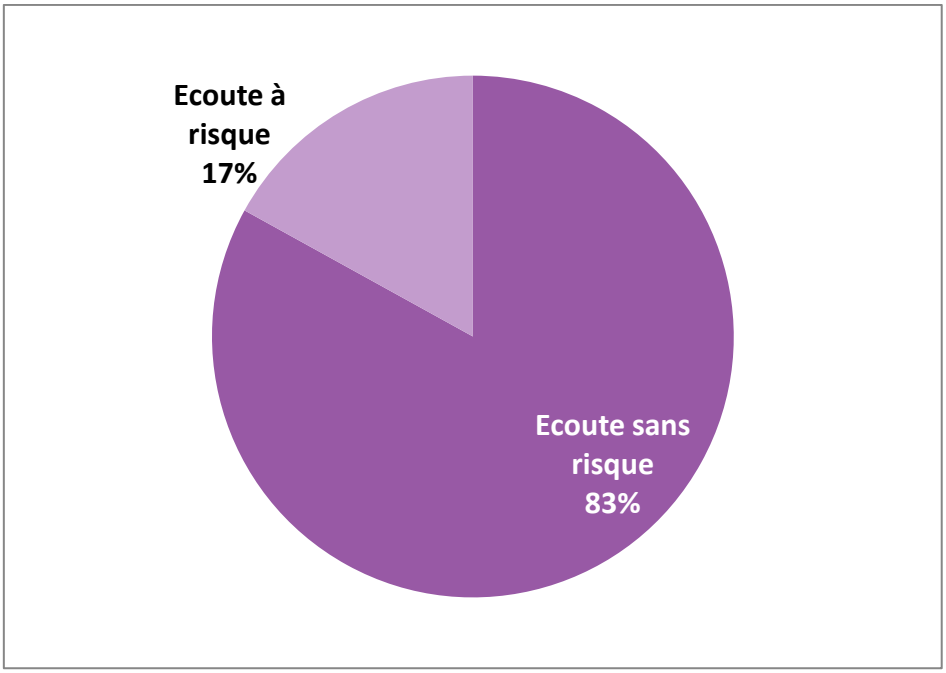
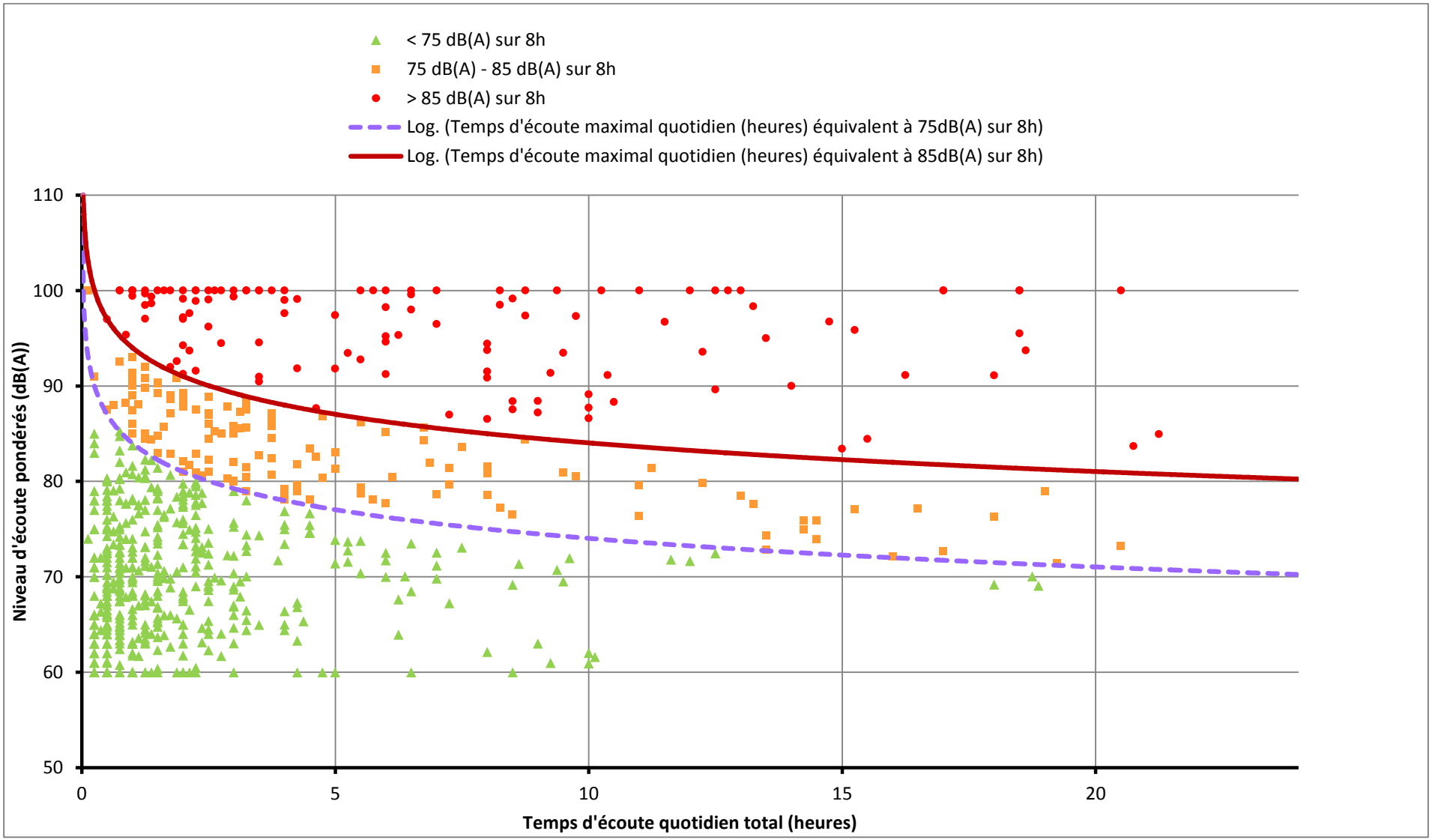


FIGURE 34. UTILISATEURS A RISQUES AUDITIFS PAR LEUR ECOUTE - VTR : 85 DB(A) SUR 8H



Le nuage de points ci-après (figure 35) montre la distribution des LA_{eq} en fonction du temps d'écoute. Les deux courbes représentent les deux VTR, on peut ainsi visualiser les points se trouvant entre ces deux VTR.

FIGURE 35. DISTRIBUTION STATISTIQUE DE LA DOSE DE BRUIT QUOTIDIENNE LIEE A L'ECOUTE DE BALADEURS REÇUE PAR LES ELEVES ET COMPARAISON AUX VALEUR SEUIL DE 75 ET 85 DB(A) SUR 8 HEURES



IV. AUTRES SOURCES D'EXPOSITION AU BRUIT : LOISIRS MUSICAUX

A. Ecoute de musique sans écouteurs ni casque

Question posée : Ecoutes-tu de la musique sans écouteurs ni casque et combien de temps par jour ?

Un jour de semaine :
Réponses : O min – 15 min – 30 min – 1h – 2h – 3h – 4h – 5h – 6h – 7h – 8h – plus de 8h

Un jour de weekend :
Réponses : O min – 15 min – 30 min – 1h – 2h – 3h – 4h – 5h – 6h – 7h – 8h – plus de 8h

Parmi les élèves interrogés, 81% écoutent quotidiennement de la musique sans écouteurs, sur chaîne hi-fi ou haut-parleurs. En durée, cela représente en moyenne 68 minutes par jour de semaine et 106 minutes par jour de weekend.

Contrairement à l'écoute de baladeur qui diminue les jours de weekend, l'écoute de musique sans écouteurs, elle, augmente.

B. Loisirs musicaux

Question posée : A quelle fréquence te rends-tu dans les lieux suivants pour écouter de la musique ?

Concert en salle :
Réponses : Jamais - 1 fois par an - 1 fois par trimestre - 1 fois par mois - 1 fois par semaine

Festival en plein air :
Réponses : Jamais - 1 fois par an - Plus d'1 fois par an

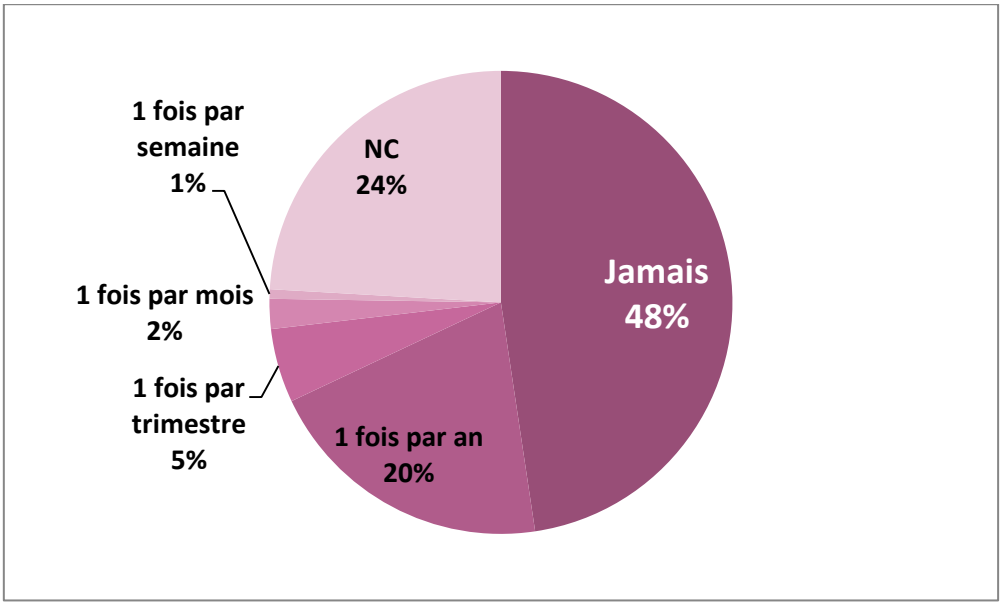
Boîte de nuit / discothèque :
Réponses : Jamais - 1 fois par an - 1 fois par trimestre - 1 fois par mois - 1 fois par semaine - Plus d'1 fois par semaine

Soirée entre amis :
Réponses : Jamais - 1 fois par an - 1 fois par trimestre - 1 fois par mois - 1 fois par semaine - Plus d'1 fois par semaine

1. *Concerts*

Les élèves sont 28% à déclarer fréquenter des concerts au moins une fois par an (figure 36).

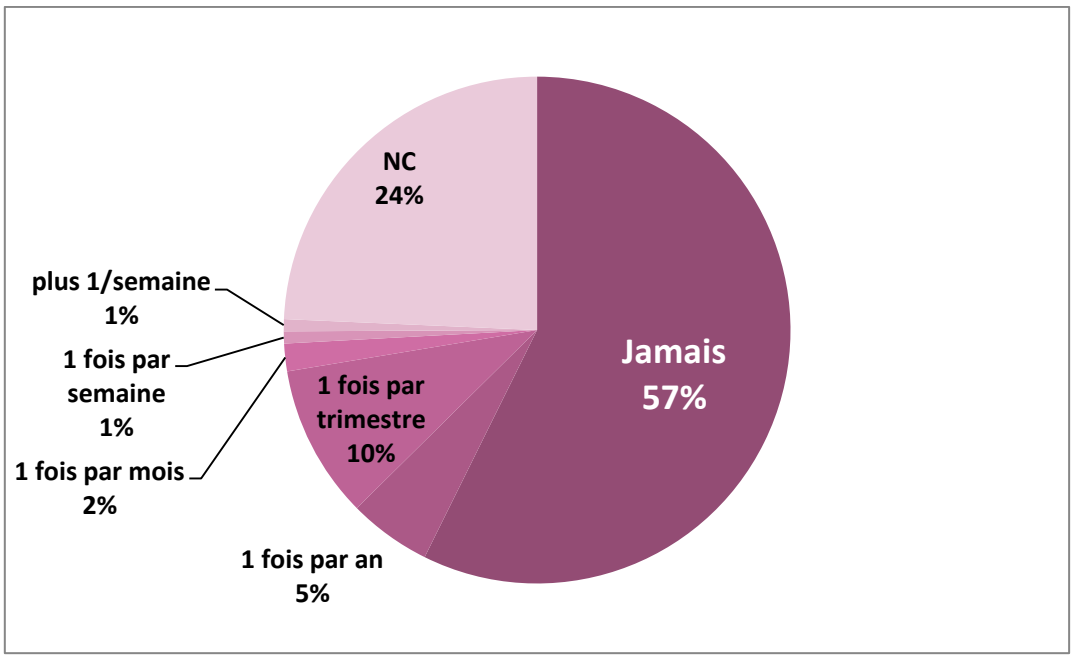
FIGURE 36. FREQUENTATION DE CONCERTS



2. *Boite de nuit*

Les élèves sont 18% à déclarer fréquenter des boîtes de nuit au moins une fois par an (Figure 37). Ce chiffre peut paraître important au vue de l'âge moyen de l'échantillon (13 ans) mais en discutant avec des élèves nous nous sommes rendu compte qu'ils assimilaient les boums de collèges et autres manifestations en lieux fermés diffusant de la musique forte à une boîte de nuit.

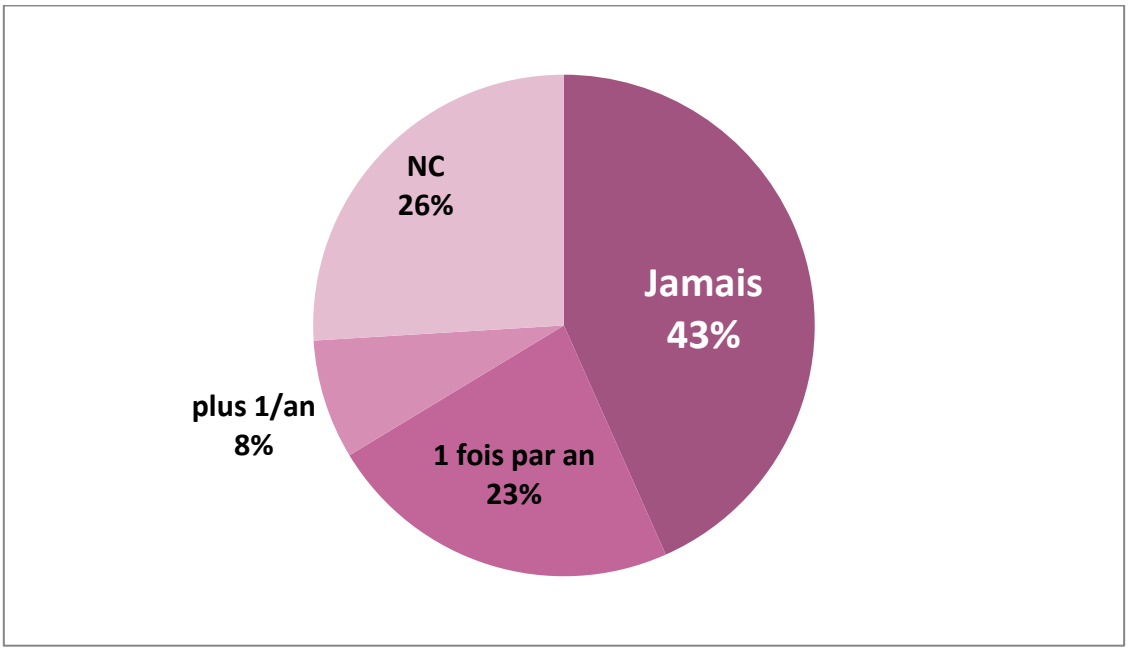
FIGURE 37. FREQUENTATION DE BOITES DE NUIT



3. *Festivals en plein air*

Les élèves sont 31% à déclarer fréquenter des festivals de musique en plein air au moins une fois par an (figure 38).

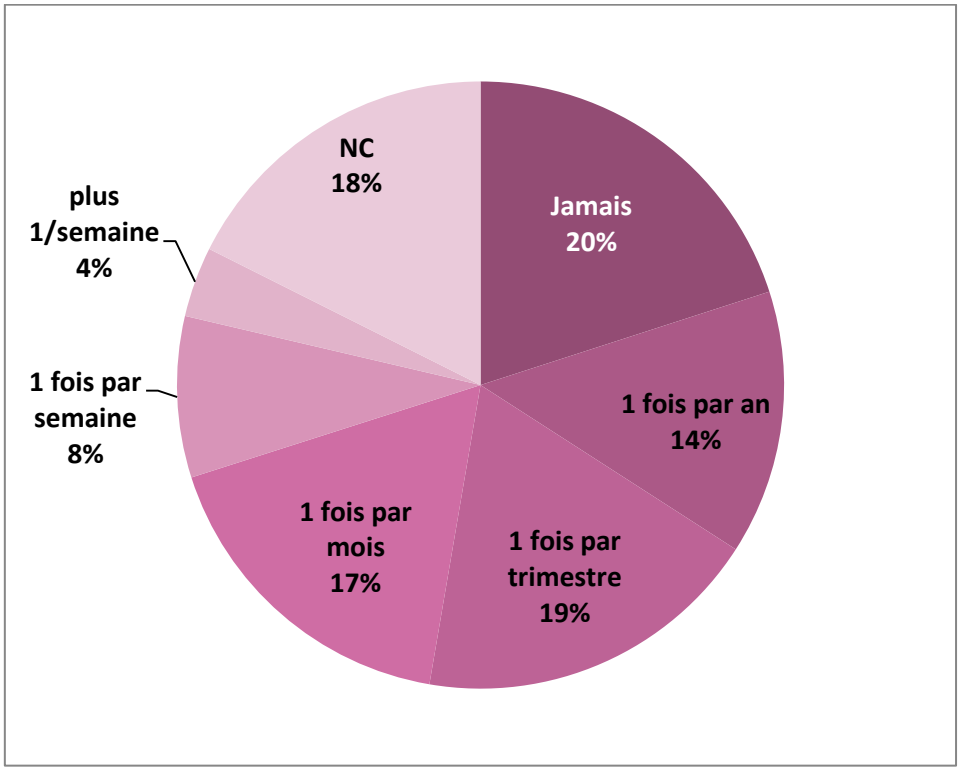
FIGURE 38. FREQUENTATION DE FESTIVALS EN PLEIN AIR



4. *Soirée entre amis*

Parmi les 909 élèves interrogés, 567, soit 62,4%, déclarent aller en soirée entre amis au moins une fois par an (figure 39). Ce pourcentage est bien plus élevé que ceux de la fréquentation de concerts, boîtes de nuit et festivals. Ce type de soirée est donc beaucoup plus représentatif des lieux de diffusion de musique amplifiée fréquentés par les élèves. Cependant, il est difficile d'évaluer leurs niveaux d'exposition à la musique lors de ces soirées, ils peuvent autant être très faibles que très élevés.

FIGURE 39. FREQUENTATION DE SOIREES ENTRE AMIS

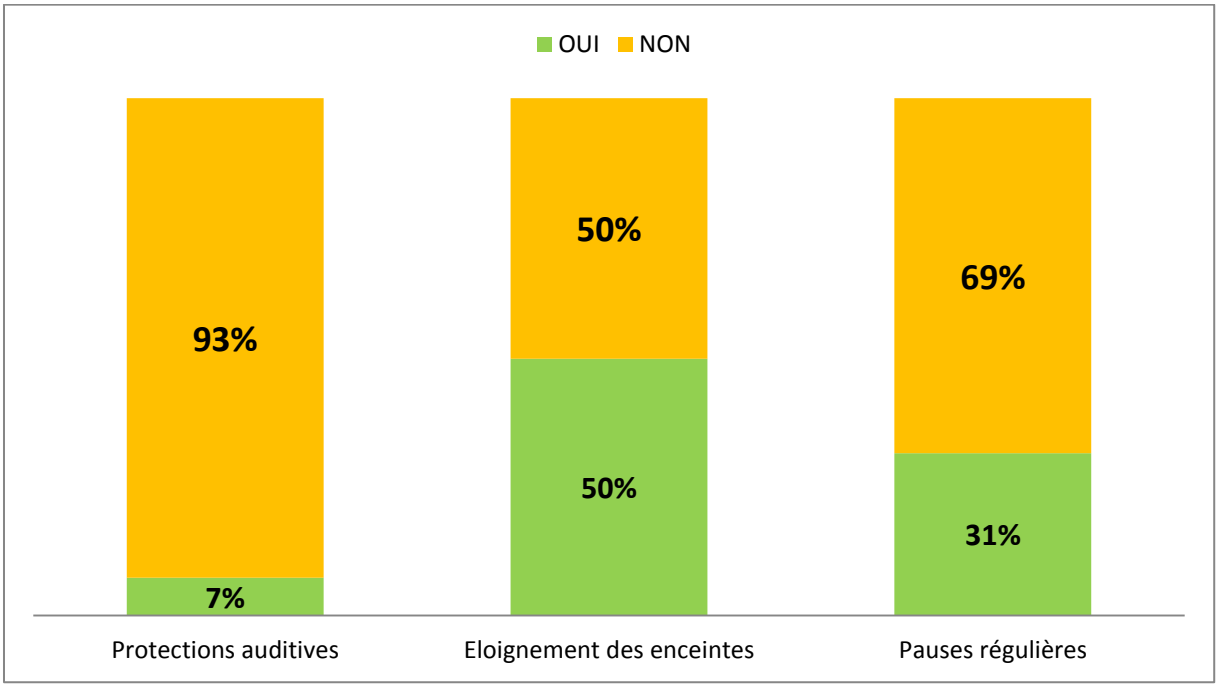


5. *Précautions prises lors de la fréquentation de lieux musicaux*

Question posée : Prends-tu des précautions particulières pour protéger tes oreilles quand tu vas en [concert en salle/festival en plein air/boîte de nuit] ?
Réponses : Utilisation de protections auditives - Eloignement des enceintes - Pauses régulières au calme

Quels que soient les lieux de diffusion de musique amplifiée fréquentés, les proportions de précautions prises pour protéger l'audition sont toujours à peu près les mêmes (figure 40). Ainsi, on apprend que la moitié des élèves ont le réflexe de s'éloigner des enceintes pour se protéger les oreilles. La deuxième précaution la plus prise, par 31% des élèves, est la pratique de pauses régulières en zones calmes. Enfin vient le port de bouchons qui n'est pratiqué que par 7% des élèves. On note que c'est lors de la fréquentation de concerts que le port de bouchons est le plus pratiqué.

FIGURE 40. PRECAUTIONS PARTICULIERES PRISES LORS DE LA FREQUENTATION DE CONCERTS, DE FESTIVALS OU DE BOITES DE NUIT



N.B. : lors du déroulement des séances de sensibilisation, la question sur les précautions prises est posée avant que toutes les précautions recommandées ne leur soient présentées.

6. *Instruments de musique*

Question posée : Joues-tu d'un instrument ?
Réponses : Oui – Non

Les élèves choisissant « Oui » répondent aux questions suivantes :

Quel type d'instrument joues-tu le plus fréquemment ?
Réponses : Percussions - Guitare électrique/basse – Cuivre - Instrument à cordes - Instrument à vent - Autre

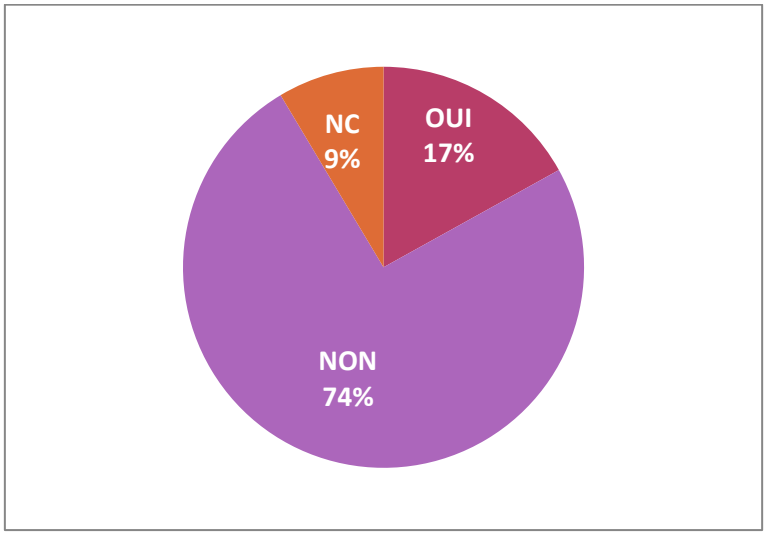
A quelle fréquence joues-tu ?
Réponses : Plus d'1 fois par semaine - 1 fois par semaine - 1 fois par mois

Te protèges-tu les oreilles quand tu joues ?
Réponses : Oui, avec des bouchons d'oreilles - Oui, avec un casque anti-bruit - Non, je ne me protège pas

a. Pratique

Ce sont 154 élèves parmi les 909 interrogés, 17%, qui déclarent pratiquer un instrument de musique (figure 41). Parmi eux, plus de la moitié, 54%, pratiquent plus d'une fois par semaine. 23% pratiquent 1 fois par semaine et 23% également pratiquent une fois par mois.

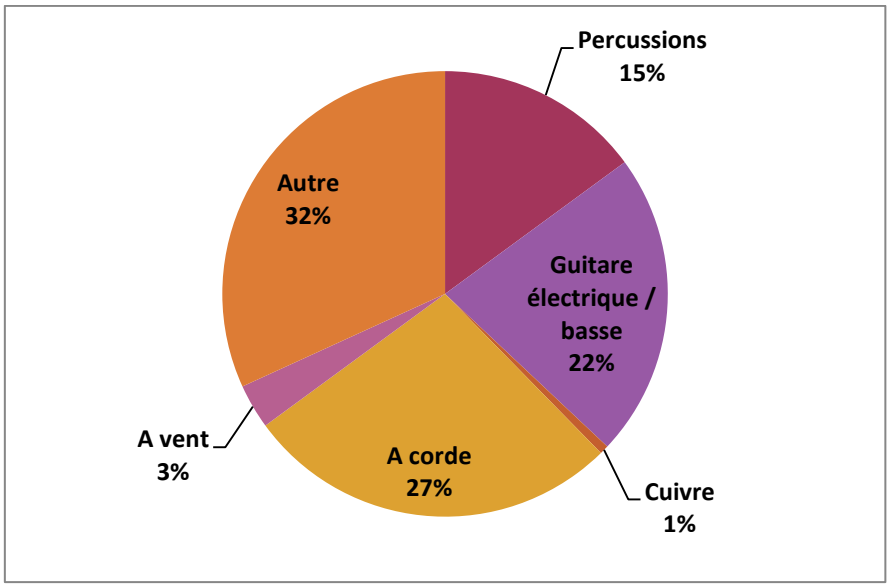
FIGURE 41. PRATIQUE D'UN INSTRUMENT



b. Type d'instrument

Dans le questionnaire, la guitare électrique ou basse ont été séparés des autres instruments à cordes car ce sont des instruments nécessitant un système d'amplification, ils sont donc à part et exposent potentiellement à des niveaux sonores beaucoup plus élevés.

FIGURE 42. TYPE D'INSTRUMENT PRATIQUE



Le tableau 15 présente les différents niveaux sonores moyens d'instruments de musiques (Acier, 1997). Les percussions et la guitare électrique ou basse font partie des instruments les plus pratiqués (Figure 42), or on constate que ce sont les instruments parmi les plus bruyants (timbale et batterie = 106 dB ; musique amplifiée = 120 dB).

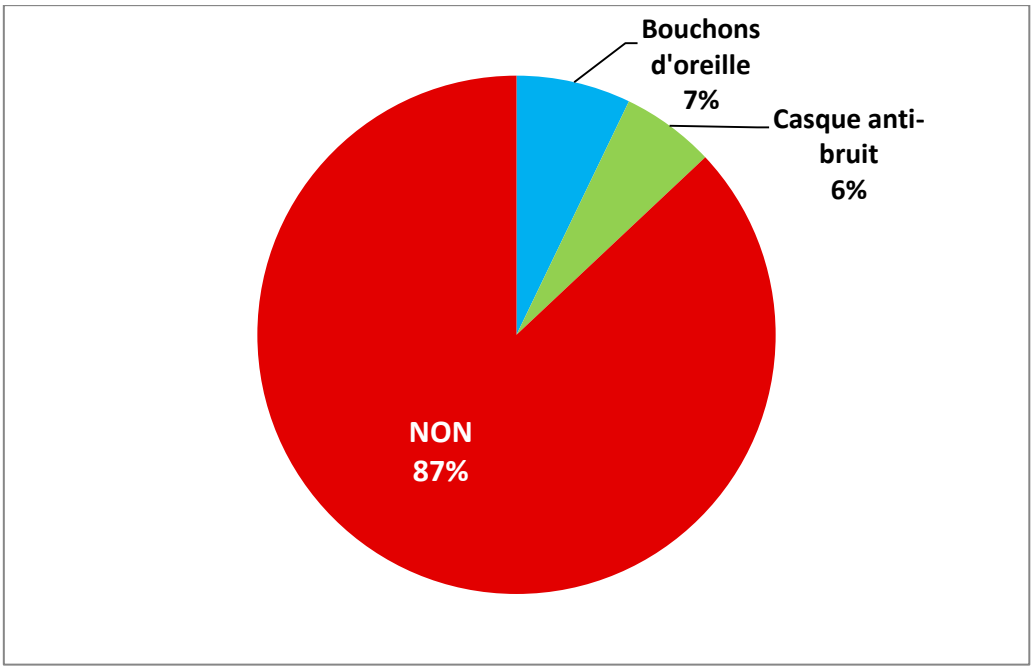
TABLEAU 15. NIVEAUX SONORES DES PRINCIPAUX INSTRUMENTS ET GENRES DE MUSIQUE (ACIER, 1997)

	dB
Pratique normale du piano	60-70
Chanteur fff à 1 mètre	70
Musique de chambre dans un petit auditorium	75-85
Piano fff	92-95
Violon	84-103
Violoncelle	82-92
Hautbois	90-94
Flûte	85-111
Piccolo	95-112
Clarinette	92-103
Cor anglais	90-106
Trombone	85-114
Timbales et batterie	106
Baladeur (moyenne à 5/10)	94
Musique symphonique (pics)	120-137
Musique amplifiée à 1,5m-2m	120
Rock (pics)	150

c. Prévention des risques auditifs

Les instruments de musique font partie des sources de bruit pouvant mettre les élèves en situation de risque de troubles auditifs. Il est donc intéressant de voir si les élèves pratiquant un instrument se protègent. Dans la figure 43, on constate que très peu d'élèves déclarent se protéger, 7% utilisent des bouchons d'oreilles et 6% un casque anti-bruit.

FIGURE 43. UTILISATION PROTECTIONS AUDITIVES LORS DE LA PRATIQUE D'UN INSTRUMENT



Toutefois, il est intéressant de noter que ce sont les élèves pratiquant des percussions et de la guitare électrique ou basse qui se protègent le plus lors de leur pratique (tableau 16). Ainsi

parmi les percussionnistes, 22% utilisent des bouchons d'oreilles et 17% un casque anti-bruit. Chez les guitaristes ce sont 6% qui utilisent des bouchons d'oreilles et 9% qui utilisent un casque anti-bruit.

TABLEAU 16. UTILISATION DE PROTECTIONS AUDITIVES SELON LE TYPE D'INSTRUMENT PRATIQUE

	Bouchons d'oreille		Casque anti-bruit		Non		Total
Percussions	5	22%	4	17%	14	61%	23
Guitare électrique / basse	2	6%	3	9%	29	85%	34
Cuivre	0	0%	0	0%	1	100%	1
A corde	1	2%	0	0%	41	98%	42
A vent	0	0%	0	0%	5	100%	5
Autre	3	6%	2	4%	44	90%	49
Total	11		9		134		154

C. Jeux vidéo

Question posée : Combien de temps par jour joues-tu à des jeux vidéo ?

Un jour de semaine :
Réponses : 0 min - Moins d'1h - 1 à 3h - Plus de 3h

Un jour de weekend
Réponses : 0 min - Moins d'1h - 1 à 3h - 3 à 5h - Plus de 5h

Les élèves déclarant plus de 0 minutes dans au moins un des deux types de jours (semaine ou weekend) répondent aux questions suivantes :

Joues-tu avec un casque ou des écouteurs ?
Réponses : Oui - Non

Quel(s) type(s) d'appareil(s) utilises-tu pour jouer ?

Console
Réponses : Jamais - Parfois - Très souvent

Ordinateur
Réponses : Jamais - Parfois - Très souvent

Tablette
Réponses : Jamais - Parfois - Très souvent

Smartphone/Téléphone
Réponses : Jamais - Parfois - Très souvent

Les jeux vidéo, lorsque le joueur écoute le bruitage et la musique du jeu avec des écouteurs ou un casque audio, peuvent être une autre source d'exposition au bruit, potentiellement excessive. Il n'a pas été trouvé de valeurs moyennes dans la littérature sur les niveaux sonores d'exposition lors de la pratique de jeux-vidéo, les niveaux sont certainement extrêmement aléatoire selon le type de jeux, de bruitages, la présence ou non de musique. Le réglage du volume est également certainement très différent d'un joueur à l'autre. Toutefois, le questionnaire de la mallette « Kiwi ? » permet d'avoir un premier aperçu des pratiques des élèves en matière de jeux-vidéo.

a. Pratique

Ce sont 72% des élèves (N=658) qui déclarent jouer à des jeux-vidéo. 2% n'y jouent que la semaine, 14% que le weekend et 56% y jouent la semaine et le weekend. Les deux graphiques ci-dessous (figures 44 et 45) montrent la répartition des temps de pratique de jeux-vidéo en jour de semaine et en jour de weekend. Les temps de pratique en weekend sont plus importants qu'en jour de semaine.

FIGURE 44. TEMPS DE PRATIQUE DE JEUX-VIDEO EN SEMAINE

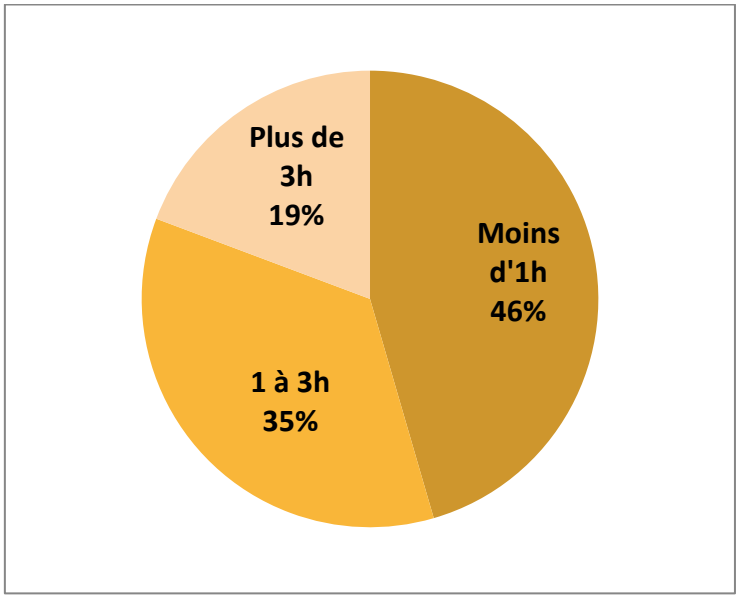
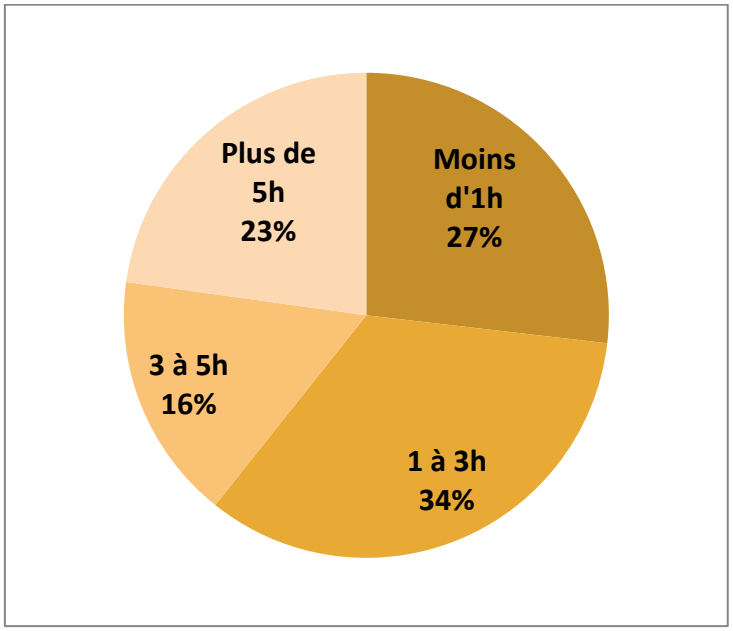


FIGURE 45. TEMPS DE PRATIQUE DE JEUX-VIDEO EN WEEK-END

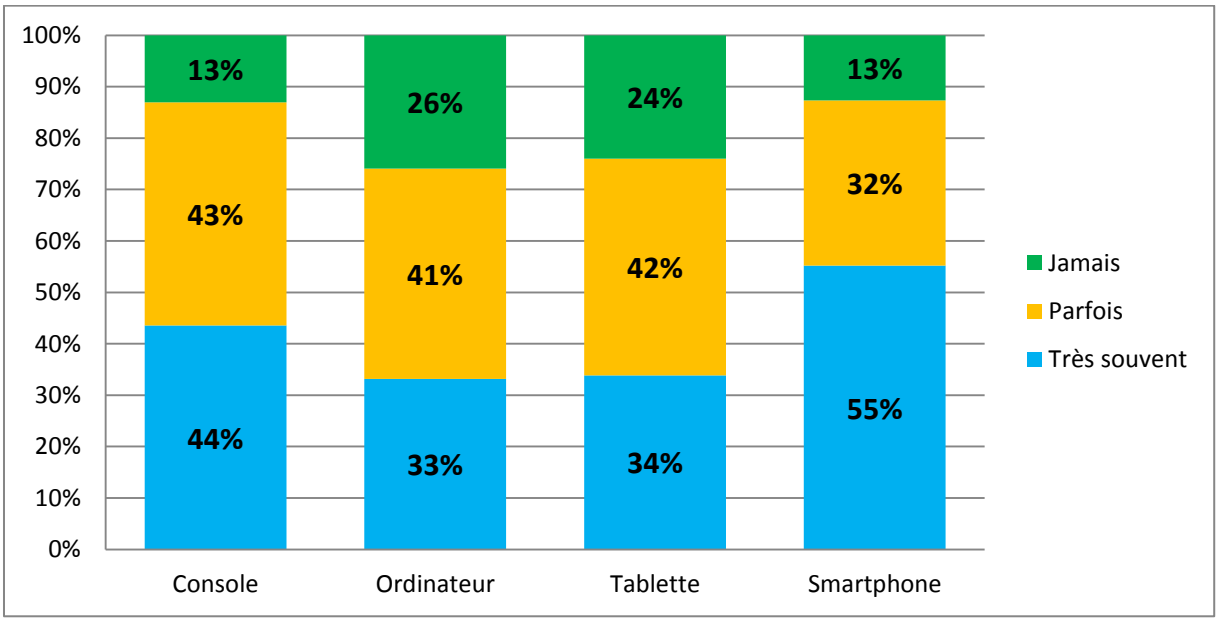


b. Pratique avec écouteurs

Jouer aux jeux-vidéo avec un casque ou des écouteurs semble être une pratique assez répandue, en effet ce sont près de la moitié des élèves, 47%, qui déclarent le faire.

c. Type d'appareils utilisés

FIGURE 46. TYPE D'APPAREIL UTILISE POUR LA PRATIQUE DE JEUX-VIDEO



Tout comme pour l'écoute de musique avec écouteurs, l'appareil le plus utilisé par les élèves pour jouer aux jeux-vidéo est le smartphone (55% l'utilisent « très souvent »), suivi par la

console (44% l'utilisent « très souvent ») (figure 46). L'ordinateur et la tablette sont un peu moins utilisés (respectivement 33 et 34% de « très souvent »).

V. EVALUATION DES EXPOSITIONS CUMULEES AU BRUIT

Tous les types de sources d'exposition au bruit vus jusqu'à présent sont des sources de bruit de loisirs « volontaires », les élèves s'exposent d'eux-mêmes. Mais ce ne sont pas leurs seules sources d'exposition : en effet, ils sont confrontés quotidiennement aux bruits environnementaux. Ces bruits sont par exemple ceux des transports, des élèves dans une salle de classe, à la cantine ou encore dans les couloirs, etc.

Des questions du questionnaire portent sur ces sources de bruits, elles concernent les transports et la cantine.

A. Transports

Il est demandé aux élèves de décrire leur trajet quotidien aller-retour pour aller à l'école.

Question posée : Combien de temps passes-tu chaque jour dans les transports suivants :

RER / Train
Réponses : 0 min - 15 min - 30 min - 45 min – 1h – 2h

Métro
Réponses : 0 min - 15 min - 30 min - 45 min – 1h – 2h

Bus
Réponses : 0 min - 15 min - 30 min - 45 min – 1h – 2h

Tram
Réponses : 0 min - 15 min - 30 min - 45 min – 1h – 2h

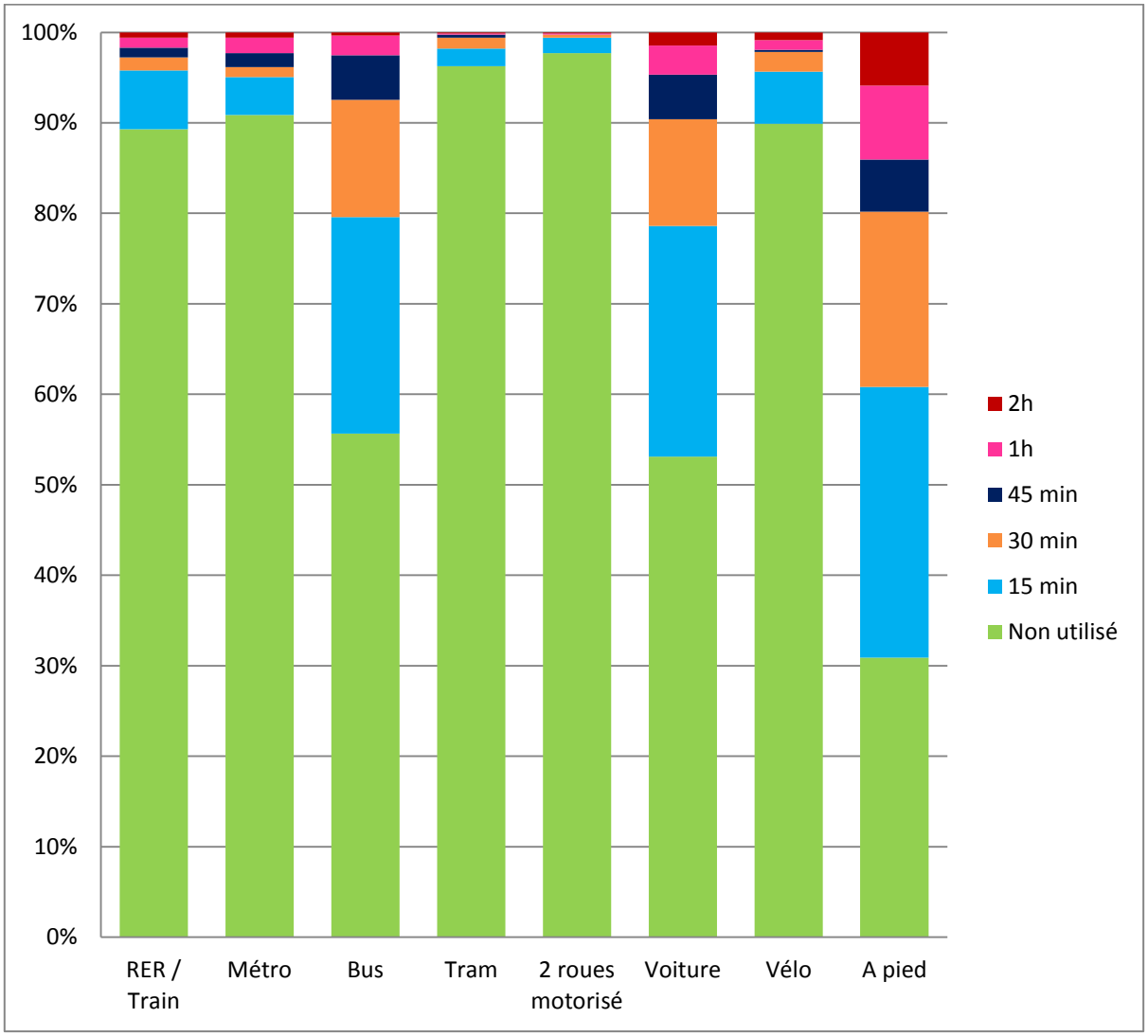
2 roues motorisé
Réponses : 0 min - 15 min - 30 min - 45 min – 1h – 2h

Voiture
Réponses : 0 min - 15 min - 30 min - 45 min – 1h – 2h

Vélo
Réponses : 0 min - 15 min - 30 min - 45 min – 1h – 2h

A pied
Réponses : 0 min - 15 min - 30 min - 45 min – 1h – 2h

FIGURE 47. TEMPS DE TRANSPORTS ALLER-RETOUR QUOTIDIEN SELON LE TYPE DE TRANSPORT



Les élèves de notre échantillon vont à l'école majoritairement à pied, en voiture et en bus (figure 47). Les niveaux sonores des différents types de transports sont présentés dans le tableau 17 ci-dessous (données issues d'une campagne de mesure Bruitparif en 2015).

TABLEAU 17. NIVEAUX SONORES MOYENS DES DIFFERENTS TYPES DE TRANSPORTS

Type de transports	Niveaux sonores moyens dB(A)
RER / Train	70
Métro	77
Bus	68
Tram	70
2 roues motorisé	95
Voiture	65
Vélo	60
A pied	60

B. Cantine

Lors du questionnaire il est demandé aux élèves s'ils fréquentent la cantine scolaire « tous les jours », « régulièrement » ou « jamais ». La cantine est un lieu bruyant occasionnant une exposition importante au bruit dans la journée d'un élève, le niveau sonore moyen observé est de 80 dB(A). Ainsi c'est 44% des élèves qui fréquent la cantine tous les jours, 23% régulièrement et 25% jamais. Les 8% restants sont non connus.

C. Niveaux globaux d'exposition sur 24h selon 3 journées types de semaine différentes

L'application « Expositions cumulées au bruit » (cf. partie 2.II.B.3) présente aux élèves leurs expositions globales, un LA_{eq} sur 24h, niveau sonore moyen sur 24h, selon quatre journées types différentes. Ces LA_{eq24h} sont calculés en partie grâce aux réponses apportées par les élèves au questionnaire, par le niveau sonore auquel ils ont réglé la musique et par des paramètres fixes constituant ces journées type.

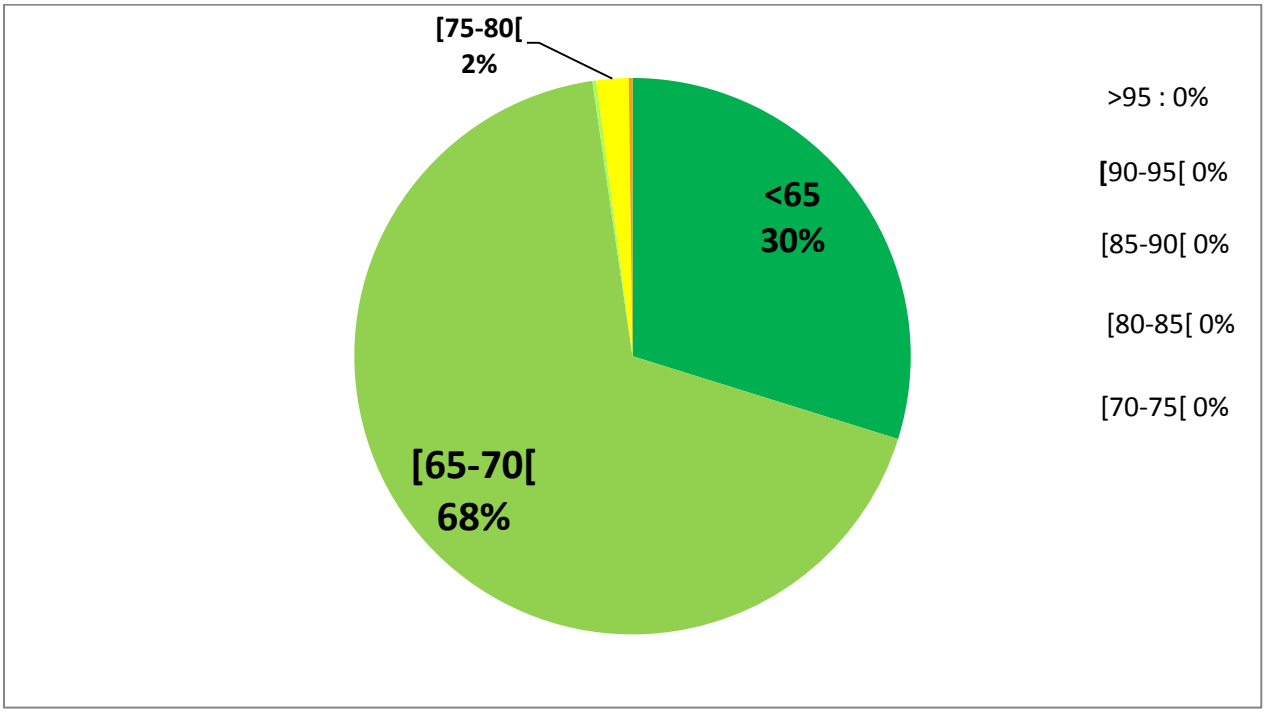
Le résultat obtenu est ensuite comparé aux deux VTR, 75 dB(A) sur 8h et 85 dB(A) sur 8h (réglementation du bruit au travail) transposées sur un jour entier, c'est-à-dire 70 dB(A) sur 24h et 80 dB(A) sur 24h.

1. Journée de cours sans loisirs musicaux ni baladeurs

Voici les paramètres utilisés pour le calcul de l'exposition cumulée au bruit de chaque élève dans cette journée type :

- 6h de cours à 70 dB(A)
- 8h de nuit à 40 dB(A)
- 1h, 30 minutes ou 0 minutes de cantine à 80 dB(A) (1h si l'élève a répondu la fréquenter tous les jours ; 30 minutes si c'est régulièrement ; 0 minutes si c'est jamais)
- Les temps de transports déclarés aux niveaux sonores correspondants selon le type de transport (cf. Partie 3.IV.D.1)
- Un complément de durée à 24h dont le niveau sonore fixé à un niveau moyen en journée, 55 dB(A).

FIGURE 48. REPARTITION DES LA_{EQ} SUR 24H EN DB(A) - JOURNEE DE COURS SANS BALADEUR NI LOISIR MUSICAL



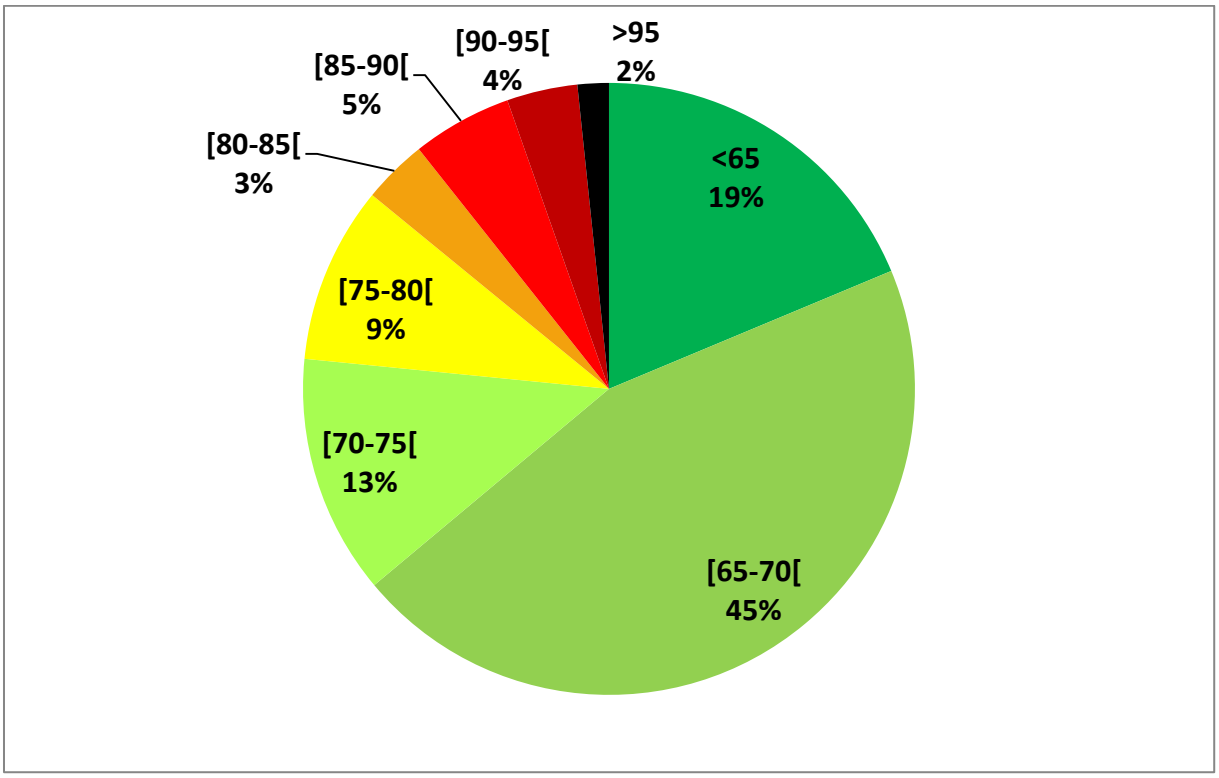
Ainsi il est calculé que selon une journée de cours classique sans écoute de baladeurs ni loisirs musicaux, 100% des élèves ont un LA_{eq24h} inférieur à 80 dB(A) sur 24h (figure 48). Avec la VTR plus protectrice ce sont 2% des élèves qui dépassent 70 dB(A) sur 24h.

2. Journée de cours avec écoute de baladeur et sans loisirs musicaux

Voici les paramètres utilisés pour le calcul de l'exposition cumulée au bruit de chaque élève dans cette journée type :

- 6h de cours à 70 dB(A)
- 8h de nuit à 40 dB(A)
- 1h, 30 minutes ou 0 minutes de cantine à 80 dB(A) (1h si l'élève a répondu la fréquenter tous les jours ; 30 minutes si c'est régulièrement ; 0 minutes si c'est jamais)
- Les temps de transports déclarés aux niveaux sonores correspondants selon le type de transport (cf. Partie 3.IV.D.1)
- Le temps d'écoute de baladeur déclaré au LA_{eq} calculé pour chaque élève (cf. Partie 3.II.C.3)
- Un complément de durée à 24h dont le niveau sonore fixé à un niveau moyen en journée, 55 dB(A).

FIGURE 49. REPARTITION DES LA_{EQ} SUR 24H EN DB(A) – JOURNEE DE COURS AVEC BALADEUR, SANS LOISIR MUSICAL



Sur cette journée type, parmi les 909 élèves, 128, soit 14%, ont un LAeq24h supérieur à 80 dB(A) (Figure 49). Si on ne prend en compte que les LA_{eq} des utilisateurs c'est évidemment également les mêmes 128 élèves qui sont au-dessus de 80 dB(A) sur 24h. En comparant ces chiffres à ceux de l'ERS précédemment présentées (cf. Partie 3. III.) ce sont 7 élèves de plus qui sont au-dessus des 80 dB(A) sur 8h (85 dB(A) sur 8h pour l'ERS). En ne prenant en compte que leurs expositions environnementales, ils étaient en dessous de la VTR, tout comme en ne prenant en compte que leur écoute de baladeur. Mais les deux expositions mises ensemble font qu'ils passent au-dessus des VTR. Toutefois, 7 élèves sur les 746 utilisateurs de baladeurs est une part faible. Pour la quasi-totalité des utilisateurs de baladeurs, si leur écoute est raisonnable et inférieure à la VTR de 85 dB(A) sur 8 heures, leurs expositions environnementales ne les feront pas passer au-delà de cette VTR.

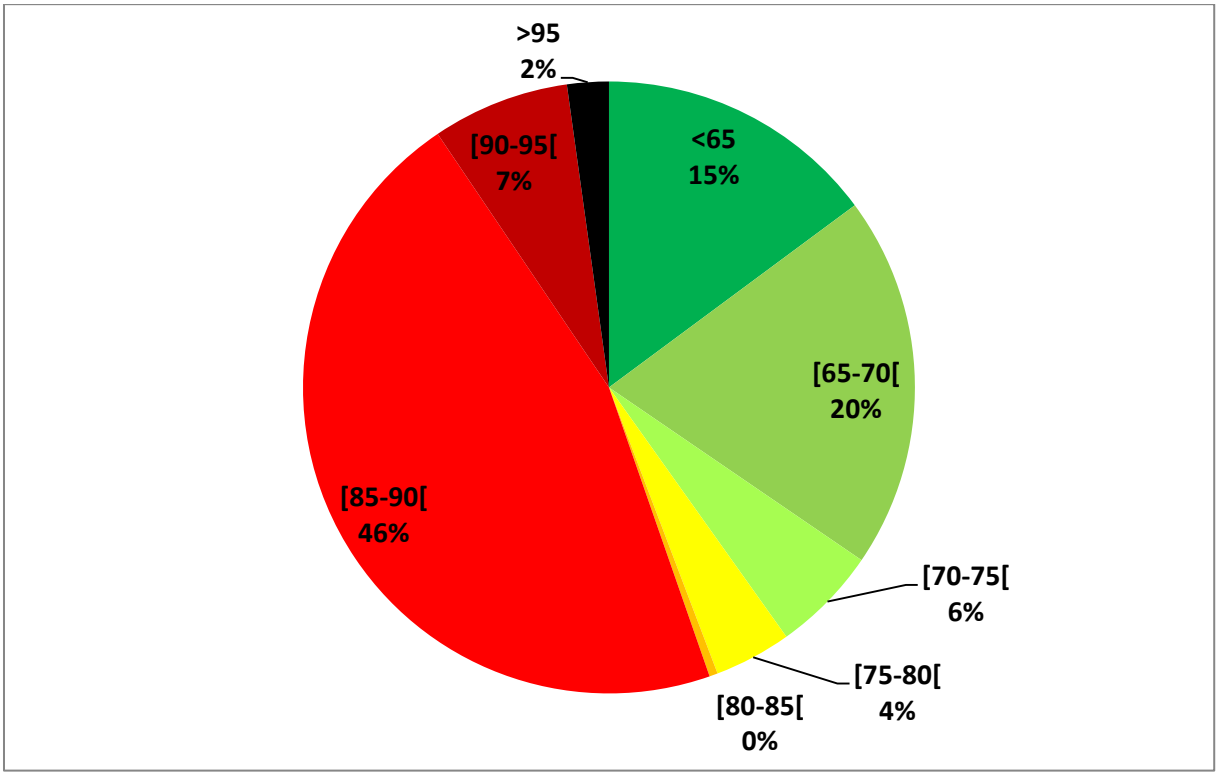
Si on utilise la deuxième VTR plus protectrice ce sont alors 36% des élèves qui dépassent 70 dB(A) sur 24h. Parmi les utilisateurs de baladeurs, ce chiffre monte à 44%.

3. Journée de cours avec écoute de baladeur et loisirs musicaux

Voici les paramètres utilisés pour le calcul de l'exposition cumulée au bruit de chaque élève dans cette journée type :

- 6h de cours à 70 dB(A)
- 8h de nuit à 40 dB(A)
- 1h, 30 minutes ou 0 minutes de cantine à 80 dB(A) (1h si l'élève a répondu la fréquenter tous les jours ; 30 minutes si c'est régulièrement ; 0 minutes si c'est jamais)
- Les temps de transports déclarés aux niveaux sonores correspondants selon le type de transport (cf. Partie 3.IV.D.1)
- Le temps d'écoute de baladeur déclaré au LA_{eq} calculé pour chaque élève (cf. Partie 3.II.C.3)
- Si l'élève a répondu fréquenter des concerts et/ou des boîtes de nuit et/ou des festivals en plein air, il lui est alors ajouté 2h à 100 dB(A)
- Un complément de durée à 24h dont le niveau sonore fixé à un niveau moyen en journée, 55 dB(A).

FIGURE 50. REPARTITION DES LA_{EQ} SUR 24H EN DB(A) – JOURNEE DE COURS AVEC BALADEUR ET LOISIR MUSICAL



Ce sont 50% des élèves qui déclarent fréquenter au moins un des lieux de diffusion de musique du questionnaire (concerts, boîtes de nuit, festivals) (figure 50). Il n'est pas étonnant que la proportion d'élèves dépassant 80 dB(A) sur 24h soit pour cette journée type de 55%. En effet en fréquentant un lieu pendant 2 heures dans lequel la musique est diffusée à 100

dB(A), la VTR est forcément dépassée. Il suffit de 15 minutes à 100 dB(A) pour atteindre l'équivalent de 80 dB(A) sur 24h.

Accumulant les deux types d'exposition aux musiques amplifiées, baladeurs et loisir musical, ce sont 63% des utilisateurs qui dépassent 80 dB(A) sur 24h dans cette journée type.

En prenant en compte 70 dB(A) sur 24h ce sont 65% des élèves qui ont une exposition cumulées au bruit supérieurs. Parmi les utilisateurs 74% ont un LA_{eq} sur 24h qui dépasse la VTR.

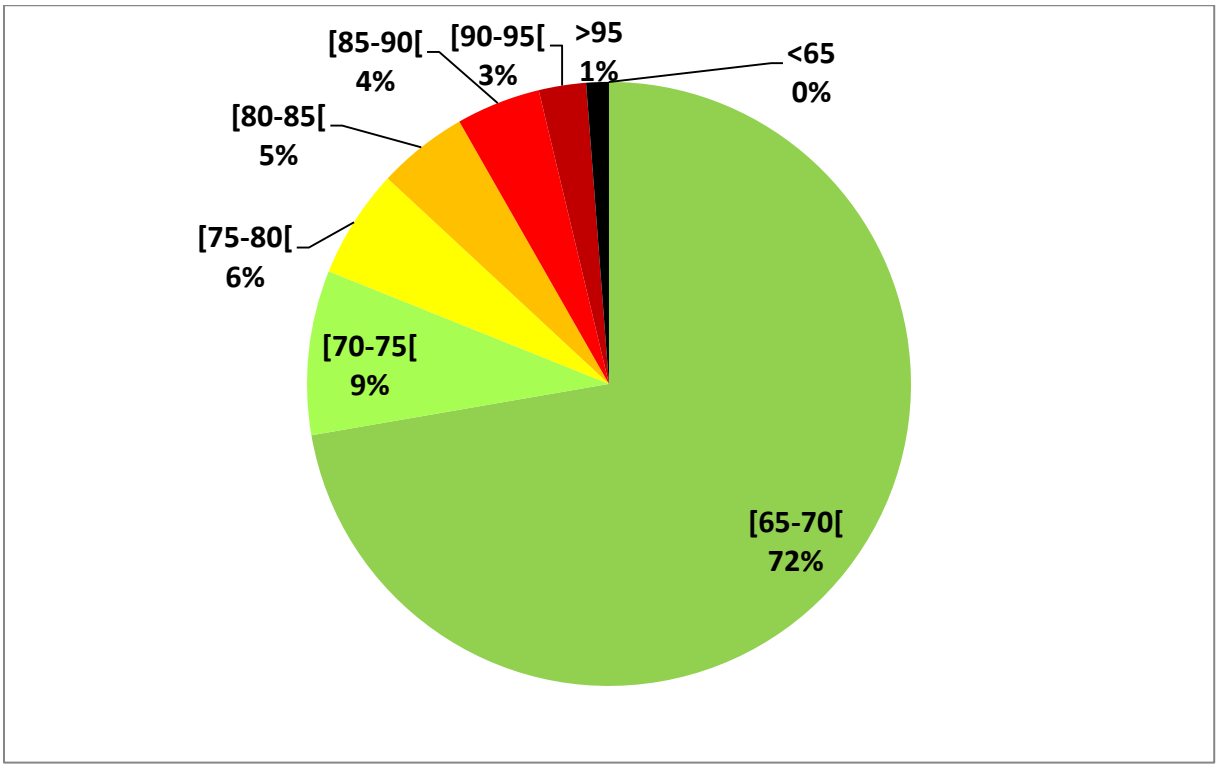
4. Journée de weekend avec écoute de baladeur

La présentation d'un LAeq pour cette journée type est davantage destinée à la sensibilisation qu'à de l'évaluation des expositions. Les journées de weekend étant très aléatoires d'un point de vue du type d'activité pratiquée par chaque élève, il n'est pas possible avec cette méthode de calculer un niveau sonore moyen fiable.

Voici les paramètres utilisés pour le calcul de l'exposition cumulée au bruit de chaque élève dans cette journée type :

- 8h de nuit à 40 dB(A)
- Le temps d'écoute de baladeur déclaré en weekend au LAeq calculé pour chaque élève (cf. Partie 3.II.C.3)
- Une activité de 3 heures à un niveau sonore de 75 dB(A)
- Un complément de durée à 24h dont le niveau sonore fixé à un niveau moyen en journée, 55 dB(A).

FIGURE 51. REPARTITION DES LA_{EQ} SUR 24H EN DB(A) – JOURNEE DE WEEK-END AVEC BALADEUR



Il est calculé que le LAeq de 119 élèves, soit 13%, des 909 dépassent 80 dB(A) sur 24h (figure 51). Ce sont tous des utilisateurs de baladeurs. Certains de ces utilisateurs étaient au-dessus des VTR avec leur temps d'écoute de semaine mais sont passés en-dessous des VTR lorsque c'est le temps d'écoute de weekend qui est pris en compte.

Avec la VTR de 70 dB(A) sur 24h, 28% des élèves ont un LAeq supérieur.

VI. TROUBLES AUDITIFS DECLARES

Les élèves effectuent la deuxième partie du questionnaire de la mallette « Kiwi ? », portant sur les troubles auditifs (perte auditive, acouphènes, hyperacousie), après que ces troubles leur aient été décrits. Il leur est demandé s'ils en ont déjà souffert après avoir été exposés à des bruits très forts ou à de la musique très forte (baladeur ou loisirs musicaux). Ces chiffres ne reposent que sur du déclaratif et non sur un diagnostic. Les élèves n'ont pris connaissance des troubles auditifs que quelques minutes avant de répondre, il faut donc prendre en compte le fait qu'ils n'aient pas tous bien cerné ces pathologies qui sont complexes à présenter, surtout en ce qui concerne l'hyperacousie et parfois les acouphènes. Il y a dans ces données de nombreux non connus (NC) car ce questionnaire étant fait en deuxième partie de séance, il est parfois oublié ou n'a pas eu le temps d'être fait.

Question posée : Après la pratique d'un loisir bruyant as-tu déjà ressenti...

Des acouphènes : sifflements ou bourdonnements dans les oreilles
Réponses : Oui mais ils ont disparu - Oui et je les entends encore - Non jamais

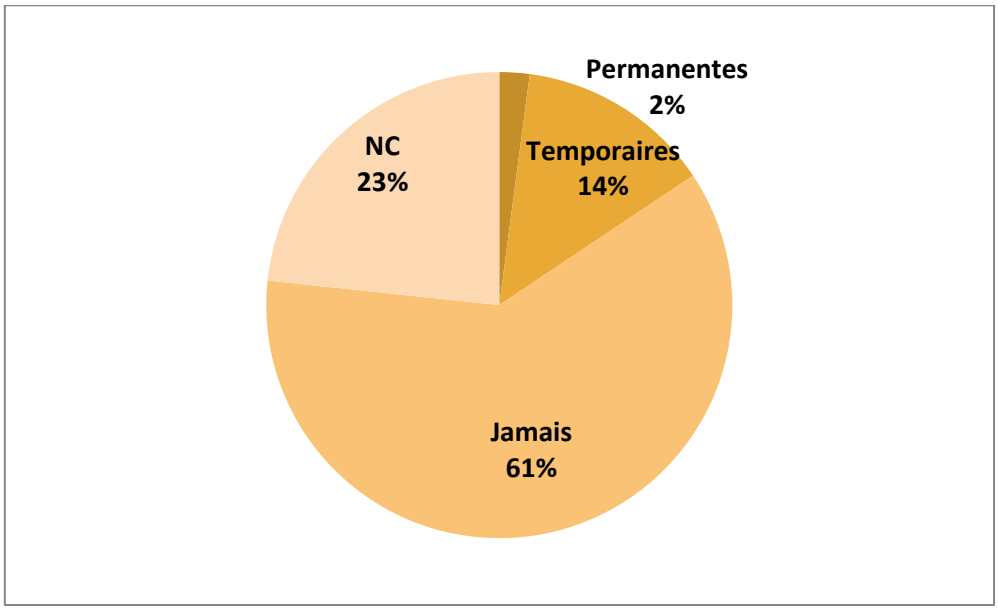
Une perte auditive : une sensation de coton dans les oreilles
Réponses : Oui mais j'ai retrouvé une audition normale - Oui et je l'ai encore - Non jamais

Une hyperacousie : une hypersensibilité au bruit
Réponses : Oui mais elle a disparu - Oui et je l'ai encore - Non jamais

A. Pertes auditives

La figure 52 montre les proportions d'élèves déclarant ou non souffrir de pertes auditives. Ce sont ainsi 14% des élèves qui déclarent avoir déjà souffert d'une perte auditive temporaire et 2% souffrir toujours d'une perte auditive.

FIGURE 52. PERTES AUDITIVES DECLAREES

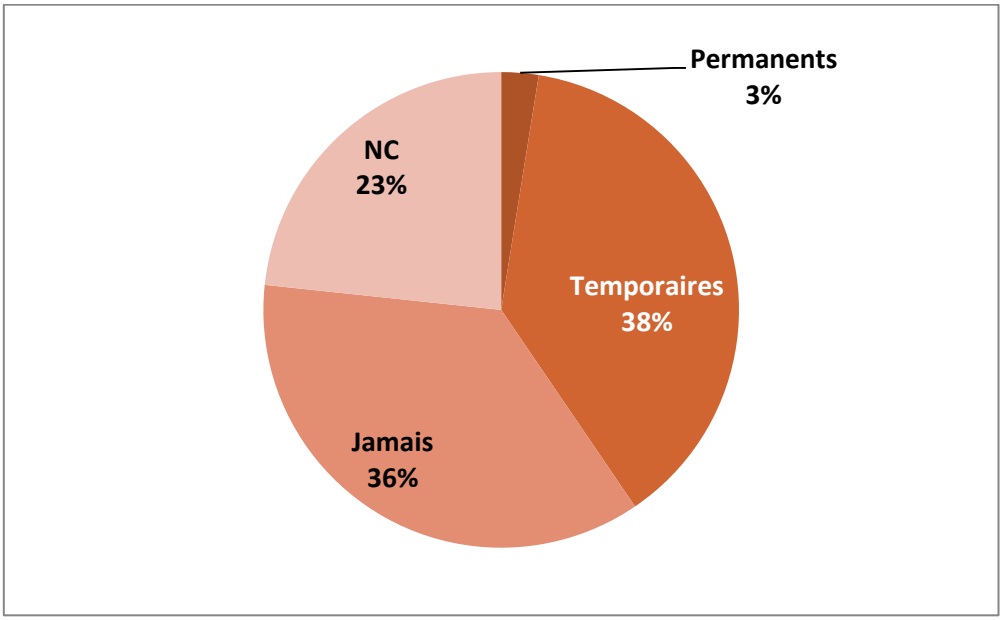


B. Acouphènes

La figure 53 montre les proportions d'élèves déclarant ou non souffrir d'acouphènes. 38% des élèves déclarent avoir déjà souffert d'acouphènes temporaires et 3% en souffrir toujours.

Parmi les élèves ayant déclaré une perte auditive temporaire, ce sont 64% qui ont également déclarés des acouphènes temporaires.

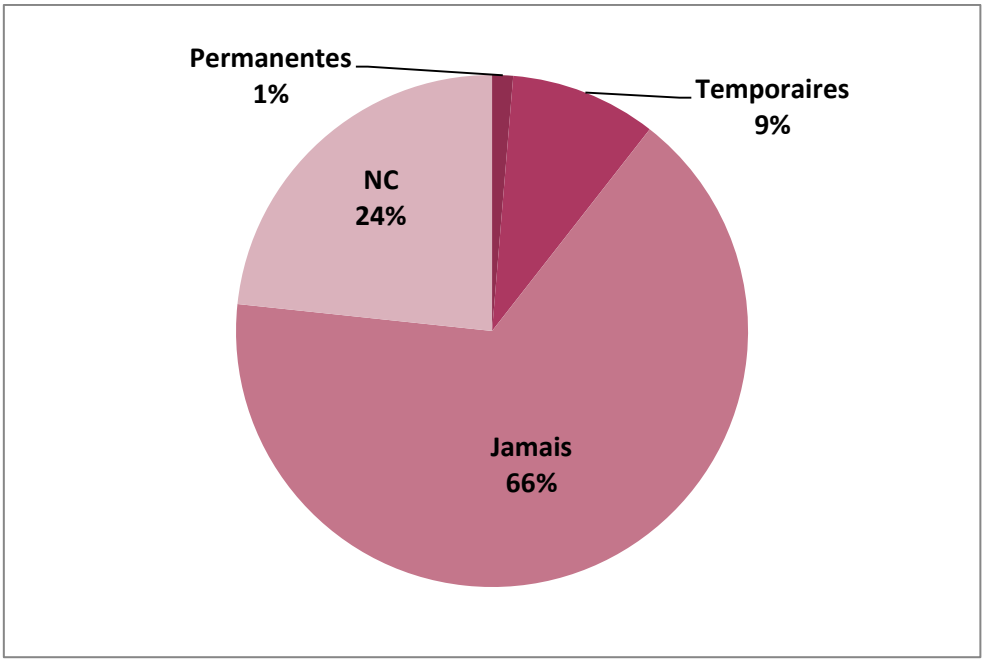
FIGURE 53. ACOUPHENES DECLARES



C. Hyperacousie

La figure 54 ci-dessous montre les proportions d'élèves déclarant ou non souffrir d'hyperacousie : ce sont 9% des élèves qui déclarent avoir déjà souffert d'hyperacousie temporaire et 1% en souffrir toujours.

FIGURE 54. HYPERACOUSIES DECLAREES



D. Bilan sur les troubles auditifs déclarés

Ces chiffres sont alarmants. Etant donné le jeune âge de la plupart des élèves de l'échantillon, il est préoccupant que 38% d'entre eux aient déjà ressenti des acouphènes après une exposition excessive au bruit ou à la musique. Il en est de même avec la perte auditive temporaire et l'hyperacousie temporaire, qui, bien qu'étant à des pourcentages inférieurs sont tout de même notables. Pour ce qui est des troubles auditifs permanents, ils ne sont déclarés que par une très faible proportion d'élèves, mais sont tout de même présents.

Toutefois, le jeune âge de la plupart des élèves de l'échantillon et le fait que les troubles auditifs n'aient été présentés et expliqués que quelques minutes avant le questionnaire, sont deux éléments créant un biais. En effet, il n'est pas certain qu'ils aient réellement bien cerné ces pathologies. Certains ont pu croire à tort avoir déjà souffert de ces troubles, d'autres qui en ont déjà souffert n'ont peut-être pas fait le lien avec ce qu'ils ont ressenti.

A. Récapitulatif des facteurs ayant une influence sur les pratiques

Facteurs influençant les pratiques d'écoute de baladeurs :

Facteurs d'influence	Effets
Les élèves utilisant régulièrement un baladeur écoutent plus fort que les non-utilisateurs de baladeurs	5dB(A)
Le niveau d'écoute est plus élevé en environnement bruyant	3,2 dB(A) de plus chez les utilisateurs
Les non-utilisateurs augmenteront moins le niveau de la musique en arrivant dans un environnement bruyant que les utilisateurs	2,6 dB(A)
La différence entre écoute en milieu calme et bruyant devient nulle si les élèves écoutent à un niveau supérieur au fond sonore de l'environnement bruyant dès l'environnement calme.	0 dB(A)
Les garçons écoutent plus fort que les filles	2,3 dB(A)
La durée d'écoute quotidienne est équivalente chez les garçons et les filles	-
Plus les élèves sont âgés, plus ils écoutent fort	12 ans : 73,3 dB(A) 13 ans : 75,3 dB(A) 14 ans : 79,9 dB(A)
Plus les élèves sont âgés, plus ils écoutent longtemps quotidiennement	12 ans : 136 min/jour de semaine 13 ans : 203 min/jour de semaine

	14 ans : 236 min/jour de semaine
Les élèves utilisant quotidiennement un casque écoutent la musique moins fort	3,2 dB(A)
Les élèves utilisant quotidiennement des écouteurs intra-auriculaires écoutent la musique plus fort	2,3 dB(A)
Les élèves utilisant principalement un smartphone pour écouter leur musique aux écouteurs, l'écoutent plus fort	3,2 dB(A)
Les élèves utilisant principalement un ordinateur pour écouter leur musique aux écouteurs, l'écoutent moins fort	4,6 dB(A)
Les élèves utilisant principalement un smartphone pour écouter leur musique aux écouteurs, l'écoutent plus longtemps	45 min/jour de semaine de plus
Les élèves utilisant principalement un ordinateur pour écouter leur musique aux écouteurs, l'écoutent moins longtemps	55 min/jour de semaine en moins
L'habitude de s'endormir avec des écouteurs sur les oreilles va avec un niveau d'écoute de baladeur supérieur	« Tous les jours » : 7,2 dB(A) de plus « De temps en temps » : 4,1 dB(A) de plus
L'habitude de s'endormir avec des écouteurs sur les oreilles va avec un temps d'écoute quotidien de baladeur supérieur	« Tous les jours » : 4h34min/jour de semaine de plus « De temps en temps » : 64 min/jour de semaine de plus

B. Relations entre les habitudes d'écoute de baladeurs et les loisirs musicaux

Ici nous chercherons l'existence de relations entre les habitudes d'écoute de baladeurs et la pratique de loisirs musicaux. Il sera également envisagé le lien entre troubles auditifs et habitude d'écoute de baladeurs

Musique sans écouteurs

L'écoute de musique sans écouteurs n'a pas d'influence sur les temps d'écoute de baladeurs. Pour les niveaux d'écoute on note que les élèves écoutant de la musique sans écouteurs ont un LA_{eq} pour la musique avec écouteur de 3 dB(A) de plus, cependant cette différence n'est pas significative au seuil de 5% ($p = 0,06$).

Fréquentation de concerts

Aucun lien n'existe entre la fréquentation de concerts et le niveau ou le temps d'écoute des élèves.

Fréquentation de festivals en plein air

Aucun lien n'existe entre la fréquentation de concerts et le niveau ou le temps d'écoute des élèves.

Fréquentation de boîtes de nuit

Aucun lien n'existe entre la fréquentation de concerts et le niveau ou le temps d'écoute des élèves.

Pratique d'un instrument

La pratique d'un instrument n'a pas d'influence sur les niveaux ou les temps d'écoute des élèves.

Précautions lors de la pratique de loisirs musicaux

Les élèves déclarant protéger leur audition lors de la fréquentation de concerts (protections auditives, éloignement des enceintes et pauses régulières), ont un LA_{eq} inférieur de 3,0 dB(A) en moyenne à celui des élèves fréquentant des concerts mais ne se protégeant pas.

Le même effet est noté pour les élèves fréquentant des festivals et les boîtes de nuit, ceux se protégeant ont un LA_{eq} inférieur de, respectivement, 3,6 dB(A) et 2,0 dB(A) en moyenne à celui des élèves qui ne le font pas.

Troubles auditifs

Il est intéressant de se demander si les élèves ayant déjà ressenti ou ressentant encore des troubles auditifs ont des pratiques d'écoute de musique excessives. Les résultats issus de l'analyse statistique sont à prendre avec précaution, les effectifs étant faibles et les données concernant les troubles auditifs reposant sur du déclaratif.

L'apparition d'acouphènes, permanents ou temporaires, n'a pas de lien apparent avec les niveaux et temps d'écoute des élèves.

Le LA_{eq} des élèves ayant souffert ou souffrant de pertes auditives est supérieur de 5,3 dB(A) en moyenne à celui des élèves n'en ayant jamais souffert ($p = 4{,}3*10^{-5}$). L'apparition de pertes auditives permanentes ou temporaires n'a pas de lien apparent avec les temps d'écoute des élèves.

L'apparition d'hyperacousies, permanentes ou temporaires, n'a pas de lien apparent avec les niveaux et temps d'écoute des élèves.

C. Profils de consommateurs

L'exploitation des données récoltées par la mallette « Kiwi ? » permet de mettre en avant ce qu'on peut appeler des profils d'utilisateurs. Les deux types de profils les plus marqués sont les « gros » et les « petits » voir les « non-consommateurs ».

1. Les gros consommateurs

Parmi les élèves, une part (environ 1 sur 10) se distingue par des habitudes d'écoute à risques plus importantes que pour les autres. En effet les élèves écoutant le plus fort leurs baladeurs sont également ceux qui l'écoutent le plus longtemps quotidiennement (330 minutes/jour de semaine pour les élèves ayant un LA_{eq} compris entre 90 et 100 dB(A)). Cela peut s'expliquer par un phénomène d'habituation aux niveaux sonores, plus l'élève écoute son baladeur, plus il le réglera fort, de manière très progressive, s'habituant peu à peu à des niveaux d'écoute de plus en plus élevés.

Ce sont également les élèves qui, en proportion, s'endorment le plus avec de la musique aux écouteurs (20% le font « tous les jours » et 50% « de temps en temps » parmi les élèves ayant un LA_{eq} compris en 90 et 100 dB(A)).

On ne note toutefois pas une pratique plus importante de loisirs musicaux tels que les festivals, les concerts ou les boîtes de nuit.

2. Les petits consommateurs

Tout d'abord il y a une part des élèves qui n'écoutent pas de musique avec des écouteurs. Cela représente 9% des élèves.

D'autre part les élèves ayant les LA_{eq} les plus faibles, sont également ceux qui écoutent le moins leurs baladeurs (110 minutes/jour de semaine pour les élèves ayant un LA_{eq} compris entre 60 et 70 dB(A), soit 35% des élèves).

Ces élèves ont également moins l'habitude de s'endormir avec des écouteurs que les autres (4% le font « tous les jours » et 25% « de temps en temps » parmi les élèves ayant un LA_{eq} compris en 90 et 100 dB(A)).

CONCLUSION, DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Les séances de sensibilisation effectuées avec la mallette pédagogique de Bruitparif ont reçu un accueil très positif. Les élèves ont été très réceptifs aux messages délivrés et ont effectué les tests de niveaux de d'écoute et le questionnaire de façon volontaire et impliquée. Les professeurs nous ont fait part de leur satisfaction quant au déroulement et au contenu de cet atelier via un questionnaire de satisfaction.

Les données récoltées ont permis de tester la bonne marche des applications et d'obtenir des résultats parlants. Quelle que soit la VTR prise en compte, un nombre non négligeable d'élèves la dépassent. Avec la VTR cadrée sur la réglementation d'exposition maximale au bruit au travail, 17% des élèves ont une pratique à risque, en termes de niveau et de temps d'écoute. Avec la VTR de l'OMS, plus protectrice, on passe à 36% des élèves ayant une écoute à risque.

Il faut noter que l'échantillon de cette étude présente une surreprésentation d'élèves de 5ème et de 4ème, comparativement aux autres niveaux de collège et lycée. De plus, d'un point de vue géographique, la quasi-totalité des établissements ayant participé se trouvent dans le nord de Paris ou de la région parisienne. Ainsi les collèges se situent tous dans le Val d'Oise. L'échantillon n'est ainsi pas suffisamment représentatif des collégiens et lycéens de l'ensemble de l'Île-de-France.

De plus les réglages des niveaux d'écoute ont été effectués dans une situation particulière, lors d'une intervention de sensibilisation en classe. Les élèves ont donc pu avoir tendance à « bien faire » ou au contraire à « écouter à fond ». Il en va de même avec le questionnaire.

Cependant le fait que les élèves puissent mettre une valeur sur leurs niveaux d'écoute est un point-clef de la sensibilisation et de la prévention. Il est impératif qu'ils parviennent à connaître et à estimer correctement leurs niveaux d'écoute afin d'avoir des points de repère, leur permettant d'adapter leurs comportements à risques.

Plusieurs facteurs semblent influencer les habitudes d'écoute de baladeur des élèves. Tout d'abord les garçons ont tendance à régler le niveau de la musique en moyenne plus fort que les filles. L'âge est également un facteur d'influence : plus les élèves sont âgés (15, 16, 17 ans) plus les niveaux d'écoute mesurés sont forts. Il en va de même avec les temps d'écoute quotidiens qui vont à la hausse avec l'âge. Concernant le matériel, l'utilisation d'un casque audio semble influencer le niveau d'écoute à la baisse, au contraire l'utilisation d'écouteurs

intra-auriculaires l'influence à la hausse. Les utilisateurs de smartphones pour l'écoute de musique avec des écouteurs écoutent plus fort et plus longtemps quotidiennement, ceux utilisant un ordinateur écoutent moins fort et moins longtemps quotidiennement. Enfin, les élèves ayant l'habitude de s'endormir avec des écouteurs sur les oreilles écoutent en journée plus fort et plus longtemps leur baladeur.

Nous mettons ici en évidence différents profils de consommateurs, et particulièrement les profils de gros consommateurs. Ce sont ceux qui écoutent le plus longtemps, qui écoutent le plus fort, et cumulent également l'habitude de s'endormir avec des écouteurs dans les oreilles. Ces pratiques d'écoute excessives peuvent peut-être s'expliquer par un phénomène d'accoutumance des gros consommateurs. C'est ce qui est mis en avant dans l'étude de l'influence de l'âge sur les pratiques. On repère avec ces résultats un âge charnière : entre 12 et 14 ans. Entre 12 et 13 ans, les élèves prennent l'habitude d'écouter de plus en plus longtemps, puis entre 13 et 14 ans, les temps d'écoute n'augmentent plus beaucoup, par contre, ils écoutent plus fort. Plus le temps d'écoute quotidien augmente, plus ils règlent progressivement la musique plus fort, finissant par y être habitués et à ne plus parvenir à apprécier la musique à des niveaux sonores raisonnables.

Le niveau du fond sonore a une incidence certaine sur le niveau d'écoute des élèves. Lors du test de niveau d'écoute, le fond sonore de l'environnement bruyant était de 75 dB(A). Nous avons ainsi pu observer que les élèves réglant leurs niveaux d'écoute dans l'environnement calme à un niveau inférieur à 75 dB(A) augmentaient en moyenne le volume de 4,9 dB(A) en passant dans l'environnement bruyant. Les élèves écoutant déjà à plus de 75 dB(A) dans l'environnement calme n'ont, en moyenne, pas augmenté le niveau sonore de la musique en passant dans l'environnement bruyant. Cet effet du fond sonore a déjà été documenté dans la littérature, nos résultats vont dans le même sens. Ceci met en évidence un point important dans la protection du capital auditif du jeune public : la nécessité de régler les niveaux d'écoute dans un environnement calme, et de penser à abaisser le niveau lorsque celui-ci a dû être monté dans un environnement bruyant. De plus, il peut être recommandé d'utiliser des casques à isolation passive ou active du bruit, avec lesquels les élèves écoutent en moyenne moins fort leur baladeur.

Concernant les symptômes auditifs, on remarque qu'une part non négligeable des élèves interrogés (38%) a déjà souffert d'acouphènes temporaires, 3 % souffrant même déjà d'acouphènes permanents. Ces données sont de l'ordre de celles trouvées dans la littérature.

14% ont déjà ressenti une perte auditive temporaire après une exposition au bruit ou à la musique, et 2 % ont une perte auditive permanente. Pour l'hyperacousie, 9% déclarent en avoir déjà souffert de façon temporaire, et 1% souffrent d'hyperacousie permanente. Un lien a été recherché entre les symptômes auditifs déclarés et les niveaux sonores mesurés. On peut ici se poser la question de la bonne compréhension et de la bonne appréciation des symptômes auditifs évoqués. Ceux-ci sont expliqués par un contenu pédagogique avant la réponse au questionnaire, mais ce sont des symptômes difficiles à appréhender. Il est possible par exemple, qu'un nombre important d'élèves aient répondu avoir déjà souffert d'acouphènes dus au bruit en les confondant avec les acouphènes idiopathiques du quotidien.

Concernant l'évaluation des risques sanitaires proposée dans ce rapport (cf. partie 3.III), il ne faut pas négliger le fait que ces données d'exposition et ces calculs de ratio de danger ne prennent en compte que l'utilisation des baladeurs sur une journée classique. Pour avoir une dose d'exposition au bruit complète, il faudrait prendre en compte les expositions des élèves aux bruits de leurs environnements. L'environnement scolaire est particulièrement bruyant, par exemple, déjeuner à la cantine équivaut à 1h dans 75 dB. Ainsi les élèves ayant déjà une pratique d'écoute de baladeur à risque, ayant donc déjà atteint la dose maximale quotidienne de bruit rien qu'avec leurs baladeurs, subissent des facteurs de risques auditifs supplémentaires du fait de leur environnement quotidien. Les élèves n'ayant pas une écoute de baladeur à risque auront toutefois tendance à atteindre rapidement la dose d'exposition maximale quotidienne.

Les premières conclusions à tirer de l'évaluation des risques auditifs dus à l'écoute des baladeurs ne sont pas optimistes. En effet, même les résultats obtenus avec la VTR la moins protectrice nous montrent que près d'1/5 des élèves ont une écoute trop intense, risquant de causer à moyen terme, si leurs habitudes ne changent pas, des dégâts irréparables sur leur capital auditif. Du fait de leur jeune âge et des expositions environnementales auxquelles ils sont et seront confrontés tous les jours, ainsi que potentiellement dans leurs futurs métiers, il apparait plus raisonnable de prendre en compte la VTR de l'OMS, plus protectrice, qui garantit qu'en dessous, aucun effet auditif ne surviendra. Là, ce sont plus d'1/3 des élèves qui dépassent cette valeur avec leur seule consommation de baladeurs. Ces résultats sont alarmants.

Avec le calcul de la dose cumulée de bruit de chaque élève, on obtient un premier aperçu des expositions au bruit du jeune public sur une journée entière en tenant compte des expositions

de loisirs et environnementales. Bien que ces résultats soient à prendre avec précaution du fait de la grande incertitude sur les expositions exactes des élèves sur une journée, ils semblent indiquer que les expositions environnementales ne provoquent pas de dépassement des VTR pour la très grande majorité des élèves. Ce sont les expositions de loisirs, en premier lieu l'écoute quotidienne de baladeur, qui peuvent provoquer ces dépassements.

L'enrichissement de la base de données permettra de tirer des résultats plus clairs dans l'avenir. Mais, contrairement à la plupart des études existantes dans la littérature dans lesquelles les mesures sont très souvent effectuées sur de faibles effectifs de jeunes adultes, ces données sont issues de notre population d'intérêt direct et sont plus nombreuses.

Des actions de sensibilisation et surtout de prévention devraient être mises en place à large échelle chez le jeune public, et surtout chez les plus jeunes. Les élèves de 5ème ont, avec un contenu adapté à leur niveau, très bien saisi les messages transmis et se sont sentis concernés par cette problématique. Des études ont montré que la mise en place de sensibilisation et de prévention auprès des plus jeunes a un impact beaucoup plus durable sur le changement de leurs comportements à risque à long terme.

Il ne faut toutefois pas négliger la sensibilisation auprès des jeunes plus âgés qui, même s'ils ne changent pas ou peu leurs niveaux d'écoute de baladeurs, pourront adopter des comportements adéquats dans des situations (boîtes de nuit et concerts) auxquelles ils ne sont pas, pour la plupart, encore confrontés, 27% des élèves testés déclarent aller en concert au moins une fois par an et 20% déclarent aller en boîte de nuit au moins une fois par an. Ils ont donc, pour ces loisirs, moins d'habitudes. Ceci est un point essentiel de la prévention des risques auditifs : en effet, les valeurs règlementaires d'émissions sonores en boîtes de nuit et en concert provoquent des effets auditifs dès une exposition de plus d'une dizaine de minutes. Or peu de jeunes adoptent des comportements de protection lors de ces loisirs : une étude montre que seulement 4,7% des jeunes utilisent des protections auditives lors de l'écoute de musique forte (Gilles, van Hal, & de Ridder, 2013) ; l'enquête JNA-IPSOS de 2012 indique que 8% des jeunes sondés ont l'habitude de porter des bouchons d'oreilles en boîtes de nuit et en concerts (JNA-REUNICA-IPSOS, 2012). Nos chiffres indiquent que 7% des jeunes fréquentant des lieux de diffusion de musique forte utilisent des protections auditives. Les messages de prévention expliquant les comportements de protection à adopter sont donc essentiels à faire passer aux jeunes.

Cette mallette pédagogique et ses contenus sont d'un grand intérêt pour la mise en place d'ateliers de sensibilisation et de prévention qui peuvent être réalisés de façon ludique, interactive et éducative. Ils présentent également un fort potentiel pour la mise en place d'une base de données à large échelle sur les habitudes de consommation de musiques amplifiées du jeune public avec un échantillon représentatif. Cet outil et les données récoltées pourront être mis à disposition d'équipes de recherche à des fins d'études épidémiologiques. De plus, des travaux d'expertise en évaluation de risques pourront être mis en place. Une dissémination de cette mallette permettra d'en augmenter la portée, complétant ainsi la base de données, qui sera de plus en plus fiable et représentative, avec le nombre grandissant de données recueillies. En outre, cela ouvrirait la voie à d'autres types d'analyses, comme une analyse socio-géographique, si la répartition géographique de l'échantillon devient plus représentative. Un autre aspect de l'exposition aux musiques amplifiées mériterait d'être exploré de façon plus poussée par des équipes de recherche dans l'avenir : l'exposition quantitative à la musique lors de l'endormissement avec des écouteurs.

BIBLIOGRAPHIE

Académie de Créteil. (s.d.). *Chiffres clés de l'académie de Créteil.*

Académie de Paris. (s.d.). *Chiffres-clés de l'académie de Paris.*

Académie de Versailles. (s.d.). *Chiffres clés de l'académie de Versailles.*

Acier, A. (1997). L'oreille et la musique. *Médecine des arts*, 21 : 14-23.

AGI-SON. (s.d.). *Les musiques amplifiées et le son - Agi Son*. Consulté le Juin 17, 2015, sur agi-son.org: http://www.agi-son.org/infos-generales/petite-histoiredes-musiques/les-musiques-amplifiees-et-le-son.html

Andersson, G., Lindvall, N., & Hursti, T. (2002). Hypersensitivity to sound (hyperacusis) : A prevalence study conducted via the Internet and post. *International Journal of Audiology*, 41 (8) : 545-54.

Arrêté du 25 jullet 2013 . (s.d.). *Portant application de l'article L5232-1 du Code de la Santé Publique*.

ARS Île-de-France, Bruitparif. (2010). *Niveaux sonores dans les discothèques d'Île-de-France : situation 10 ans après la publication du décret n°98-1143.*

Art. L5232-1 du Code de la Santé Publique. (s.d.).

Art. R.4213-5 à R.4213-6 du Code du travail. (s.d.).

Art. R.4431-1 à R.4437-4 du Code du travail. (s.d.).

Art. R571-25 à R571-30 du Code de l'environnement. (s.d.).

Assurance Maladie. (2014, octobre 16). *Les acouphènes : définitions, causes, effets*. Consulté le Juin 30, 2015, sur ameli-sante.fr: http://www.ameli-sante.fr/acouphenes/les-acouphenes-definition-causes-effets.html

Aurengo, A., & Petitclerc, T. (2006). *Biophysique, 3ème édition.* Médecine-Sciences, Flammarion.

Blomberg, S., Rosander, M., & Andersson, G. (2005). Fears, hyperacusis and musicality in Williams syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 27 (6) : 668-80.

Bordenave, L. (2007). *Biophysique pour les sciences de la vie et de la santé.* Omniscience.

Breinbauer, H. A., Anabalon, J. L., & Gutierrez, D. (2012). Output capabilities of personal music players ans assessment of preferred listening levels of test subjects : outlining recommendations for preventing music-induced hearing loss. *The Laryngoscope*, 122 (11) : 2549-56.

Bruitparif - CIDB - RIF. (2009). *Campagne de mesure et de sensibilisation au bruit au sein des lycées d'Île-de-France.*

Bruitparif. (2009). *Campagne de sensibilisation au bruit en lycées.*

Bruitparif, ARS Île-de-France. (2012). *Résultats des mesures acoustiques réalisées de nuit de manière inopinée dans dix discothèques franciliennes en 2012.*

Bruitparif, ARS Île-de-France. (2013). *Résultats des mesures acoustiques réalisées de nuit de manière inopinée dans cinq discothèques franciliennes.*

Charachon, D. (1981). *L'audition.* J.-B. Baillière.

CNB. (10 décembre 2014). Avis de l'assemblée plénière du CNB du 10 décembre 2014 sur les recommandations du HCSP en matière d'exposition aux niveaux sonores élevés de la musique.

Coelho, C., Sanchez, T., & Tyler, R. (2007). Hyperacusis, sound annoyance, and loudness hypersensitivity in children. *Progress in Brain Research*.

Coelho, C., Sanchez, T., & Tyler, R. (2007). Hyperacusis, sound annoyance, and loudness hypersensitivity in children. *Progress in brain Research*, 166 : 169-78.

Conseil Régional d'Île-de-France. (s.d.). *Chiffres clés de la région Île-de-France.*

Danhauer, J. L., & al, e. (2012). Survey of high school students' perceptions about their iPod use, knowledge of hearing health, and need for education. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 43 (1) : 14-35.

Danhauer, J., & Johnson, C. (2009). Survey of college students on iPod use and hearing health. *Journal of American Academy of Audiology*, 20 (1) : 5-27.

DDRASS Île-de-France. (1998). *Niveaux sonores dans les discothèques : protection des usagers.*

DDRASS Île-de-France. (2001). *Niveaux sonores dans les discothèques : protection des usagers.*

Fligor, B. J., Levey, S., & Levey, T. (2014). Cultural and demographical factors influencing noise exposure estimates from use of portable listenig devices in an urban environment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57 (4) : 1535-47.

Fligor, B., & Cox, L. (2004). Output levels of commercially available portable compact disc players and potential risk to hearing. *Ear and hearing*, 25 (6) : 513-27.

Fligor, B., & Cox, L. (2006). Does earphones type affect risk for recreational noise-induced hearing loss ? Paper presented at the Noise-Induced Hearing Loss in Childre at Work and at Play Conference, Covington, KY.

France Acouphènes. (s.d.). *Hyperaccousie*. Consulté le Juin 30, 2015, sur france-acouphenes.org: http://www.france-acouphenes.org/index.php/pathologies/hyperacousie

Gilles, A., van Hal, G., & de Ridder, D. (2013). Epidemiology of noise-induced tinnitus and the attitudes and beliefs towards noise and hearing protection in adolescents. *PLoS One*, 8 (7).

Glendenning, K., & Hutson, K. (1998). Lack of topography in the ventral nucleus of the lateral lemniscus. *Microscopy Research and Technique*, 41 (4) : 298-312.

Gold, S., Frederick, E., & Formby, C. (1999). Shifts in dynamic range for hyperacusis patients receiving tinnitus retraining therapy. *Proceedings of the Sixth International Tinnitus seminar*.

Guiraud, J. (2007). *Thèse : Effets de la surdite totale et de la rehabilitation auditive par l'implant cochleaire sur l'organisation fonctionnelle du systeme auditif.* Lyon.

HCSP. (2013). *Expositions aux niveaux sonores élevés de la musique : recommandations sur les niveaux acceptables.*

Hodgetts, W., Rieger, J., & Szarko, R. (2007). The effectifs of listening environment and earphone style on preferred listening levels of normal hearing adults using an MP3 player. *Ear and Hearing*, 28 (3) : 290-7.

Hodgetts, W., Szarko, R., & Rieger, J. (2009). What is the influence of background noise and exercise on the listening levels of iPod users ? *International Journal of Audiology*, 48 (12) : 825-32.

INPES. (2008). *A force d'écouter la musique trop fort, on finit par entendre à moitié.*

Jastreboff, P., & Jastreboff, M. (2003). Tinnitus retraining therapy for patients with tinnitus and decreased sound tolerance. *Otolaryngological Clinics of North America*, 36 (2) : 321-36.

JNA, A. (s.d.). *Comment se manifeste la perte auditive ?* Consulté le Juin 06, 2015, sur journée-audition.org: http://www.journee-audition.org/l-audition/comment-elle-se-manifeste.html

JNA-REUNICA-IPSOS. (2012). *Le capital auditif des jeunes est-il en danger ?*

Kahari, R. e. (2001, Issue 3 Volume 30). Hearing development in classical orchestral musicians. A follow-up study. *Scandinavian Audiology*, Issue 3, Volume 30, p. 141-149.

Keith, S. E., Michaud, D. S., & Chiu, V. (2008). Evaluating the maximum playback sound levels from portable digital audio players. *Journal of Acoustical Society of America*, 123 (6) : 4227-37.

Keith, S., Bly, S., Chiu, V., & Hussey, R. G. (2001). Sound levels from headphone/portable compact disc player systems III. *Inter-Noise Proceedings, Haia, Holanda*, 26 (3) : 74-75.

Kim, J. (2013). Analysis of factors Affecting Output Levels and Frequencies of MP3 Players. *Korean Journal of Audiology*, 17 (2) : 29-64.

Kumar, A., & Mathew, K. (2009). Output sound pressure levels of personal music systems and their effect on hearing. *Noise & Health*, 11 (44) : 132-40.

Leitmann, T. (2004). Noise levels in discotheques an estimation of the risk of hearing impairment. *Institute of Technical Acoustics, University of Berlin*.

Levey, S., Levey, T., & Fligor, B. (2011). Noise exposure estimates of urban MP3 player users. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 54(1) : 263-77.

Marron, K. H., & al, e. (2015). College students' personal listening device usage and knowledge. *International Journal of Audiology*, 54(6) : 384-90.

NIOSH, The National Institute for Occupational Safety and Health. (1998). *Occupational Noise Exposure.*

OMS. (2011). *Burden of Disease from Environmental Noise.*

OMS. (2015, Mars). *OMS - Surdité et déficiences auditives*. Consulté le Juin 29, 2015, sur who.int: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/fr/

ORS Midi-Pyrénées. (2009). *Enquête audition chez les jeunes de 16-25 ans en Midi-Pyrénées.*

Phillips, D., & Carr, M. (1998). Disturbances of loudness perception. *Journal of the American Academy of Audiology*, 9 (5) : 371-9.

Portnuff, C. D., & Fligor, B. J. (2013). Self-report and long-term field measures of MP3 player use : How accurate is self-report ? *International Journal of Audiology*, Suppl 1 : S33-40.

Portnuff, C., Fligor, B., & Arehart, K. (2011). Teenage use of portable listening devices : a hazard to hearing ? *Journal of the American Academy of Audiology*, 22 (10) : 663-77.

Portnuff, C., Fligor, B., & Arehart, K. (2011). Teenage Use of Portable Listening Devices : A Hazard to Hearing ? *Journal of American Academy of Audiology*, 22 (10) : 663-77.

Puel, J.-L. (2012, Mai). *Troubles auditifs*. Consulté le Juin 29, 2015, sur www.inserm.fr: http://www.inserm.fr/thematiques/neurosciences-sciences-cognitives-neurologie-psychiatrie/dossiers-d-information/troubles-auditifs

Quintanilla-Dieck, M. d., & Artunduaga, M. A. (2009). Intentional exposure to loud music : the second MTV.com survey reveals an opportunity to educate. *The Journal of Pediatrics*, 155 (4) : 550-5.

SCENIHR. (2008). *Potential health risks of exposure to noise from personal music players and mobile phones including a music playing function.* SCENIHR - Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks.

Sherwood. (2006, p165-172). *Physiologie Humaine* (éd. 2e). De Boeck.

Torre, P. (2008). Young adults' use and output level settings of personal music systems. *Ear and Hearing*, 29(5) : 791-9.

Tyler, R., Pienkowski, M., & Roncancio, E. (2014). A review of hyperacusis and future directions : Part I. Definitions and Manisfestations. *American Journal of Audiology*, 23 (4) : 402-19.

Vernon, J. (1987). Pathophysiology of tinnitus : a special case - hyperacusis and a proposed treatment. *American Journal of Otology*, 8 (3) : 201-2.

Vogel, I., Brug, J., van der Ploeg, C., & Raat, H. (2010). Young people : Taking few precautions against hearing loss in discotheques. *Journal of Adolecent Health*, 46 (5) : 499-502.

WHO. (2011). *Burden of Disease from Environmental Noise.*

Williams, W. (2005). Noise exposure levels from personal stereo use. *International Journal of Audiology*, 44 (4) : 231-6.

Williams, W. (2009). Trends in listening to personal stereos. *International Journal of Audiology*, 48 (11) : 784-8.

ANNEXES

Annexe 1. Questionnaire de pratiques

Annexe 2. Temps d'écoute maximum quotidiens, en heures et en minutes, calculés avec les deux VTR de la littérature

Questionnaire

Partie 1 :

Identification

Quel âge as-tu ?
Moins de 10 ans
10 ans
11 ans
12 ans
13 ans
14 ans
15 ans
16 ans
17 ans
18 ans
19 ans
20 ans
21 ans
22 ans
23 ans
24 ans
25 ans
Plus de 25 ans

Tu es…
Une fille
Un garçon

Habitudes

Tu manges à la cantine
Tous les jours
Régulièrement
Jamais

Combien de temps passes-tu chaque jour dans les transports suivants :	
RER / Train	---
Métro	15 minutes
Bus	30 minutes
Tram	45 minutes
2 roues motorisé	1 heure
Voiture	2 heures
Vélo	
A pied	

Musique avec écouteurs

Ecoutes-tu de la musique avec des écouteurs ou un casque ?
Oui
Non

Combien de temps par jour écoutes-tu de la musique avec des écouteurs ou un casque ?	
Dans les transports un jour de semaine	Pratiquement tout le temps La moitié du temps Quasiment jamais
A la maison un jour de semaine	---
Ailleurs un jour de semaine	15 minutes
Un jour de weekend	30 minutes 1 heure 2 heures 3 heures 4 heures 5 heures 6 heures 7 heures 8 heures Plus de 8 heures

Quel type d'écouteurs utilises-tu le plus souvent ?
Basiques
Intra-auriculaires
Casque

Quels sont les appareils que tu utilises pour écouter de la musique avec des écouteurs ou un casque ?
Smartphone / Téléphone
Baladeur MP3
Tablette
Ordinateur

Quel est l'appareil que tu utilises le plus ?
Smartphone / Téléphone
Baladeur MP3
Tablette
Ordinateur

Penses-tu écouter à un niveau...
Très faible
Faible
Moyen
Fort
Très fort

Est-ce qu'il t'arrive de t'endormir en écoutant de la musique avec les écouteurs ou le casque ?
Tous les jours
De temps en temps
Jamais

Musique sans écouteurs

Ecoutes-tu de la musique sans écouteurs ni casque et combien de temps par jour ?	
Un jour de semaine	0 minutes
Un jour de weekend	15 minutes
	30 minutes
	1 heure
	2 heures
	3 heures
	4 heures
	5 heures
	6 heures
	7 heures
	8 heures
	Plus de 8 heures

Loisirs musicaux

A quelle fréquence te rends-tu dans les lieux suivants pour écouter de la musique ?	
Concert en salle	Jamais
	1 fois par an
	1 fois par trimestre
	1 fois par mois
	1 fois par semaine
Festival en plein air	Jamais
	1 fois par an
	Plus d'1 fois par an
Boîte de nuit / discothèque	Jamais
	1 fois par an
	1 fois par trimestre
	1 fois par mois
	1 fois par semaine
	Plus d'1 fois par semaine
Soirée entre amis	Jamais
	1 fois par an
	1 fois par trimestre
	1 fois par mois
	1 fois par semaine
	Plus d'1 fois par semaine

Prends-tu des précautions particulières pour protéger tes oreilles quand tu vas en concert en salle ?
Utilisation de protections auditives
Eloignement des enceintes
Pauses régulières au calme

Prends-tu des précautions particulières pour protéger tes oreilles quand tu vas en festival en plein air ?
Utilisation de protections auditives
Eloignement des enceintes
Pauses régulières au calme

Prends-tu des précautions particulières pour protéger tes oreilles quand tu vas en boîte de nuit ?
Utilisation de protections auditives
Eloignement des enceintes
Pauses régulières au calme

Instrument

Joues-tu d'un instrument ?
Oui
Non

Quel type d'instrument joues-tu le plus fréquemment ?
Percussions
Guitare électrique/basse
Cuivre
Instrument à cordes
Instrument à vent
Autre

A quelle fréquence joues-tu ?
Plus d'1 fois par semaine
1 fois par semaine
1 fois par mois

Te protèges-tu les oreilles quand tu joues ?
Oui, avec des bouchons d'oreilles
Oui, avec un casque anti-bruit
Non, je ne me protège pas

Jeux vidéo

Combien de temps par jour joues-tu à des jeux vidéo ?	
Un jour de semaine	0 minutes Moins d'1 heure 1 à 3 heures Plus de 3 heures
Un jour de weekend	0 minutes Moins d'1 heure 1 à 3 heures 3 à 5 heures Plus de 5 heures

Joues-tu avec un casque ou des écouteurs ?
Oui
Non

Quel(s) type(s) d'appareil(s) utilises-tu pour jouer ?	
Console	Jamais Parfois Très souvent
Ordinateur	
Tablette	
Smartphone/Téléphone	

PARTIE 2 :

Troubles auditifs

Après la pratique d'un loisir bruyant as-tu déjà ressenti...	
Des acouphènes : sifflements ou bourdonnements dans les oreilles	Oui mais ils ont disparu Oui et je les entends encore Non jamais
Une perte auditive : une sensation de coton dans les oreilles	Oui mais j'ai retrouvé une audition normale Oui et je l'ai encore Non jamais
Une hyperacousie : une hypersensibilité au bruit	Oui mais elle a disparu Oui et je l'ai encore Non jamais

ANNEXE 2. TEMPS D'ECOUTE MAXIMUM QUOTIDIENS, EN HEURES ET EN MINUTES, CALCULES AVEC LES DEUX VTR DE LA LITTERATURE

Niveau d'écoute (dB)	Temps d'écoute maximal quotidien (minutes) 75dBA sur 8h	Temps d'écoute maximal quotidien (heures) 75dBA sur 8h	Temps d'écoute maximal quotidien (minutes) 85dBA sur 8h	Temps d'écoute maximal quotidien (heures) 85dBA sur 8h
50	154819,1	2580,3	1560478,7	26008,0
51	122880,0	2048,0	1238552,8	20642,5
52	97529,9	1625,5	983040,0	16384,0
53	77409,5	1290,2	780239,4	13004,0
54	61440,0	1024,0	619276,4	10321,3
55	48765,0	812,7	491520,0	8192,0
56	38704,8	645,1	390119,7	6502,0
57	30720,0	512,0	309638,2	5160,6
58	24382,5	406,4	245760,0	4096,0
59	19352,4	322,5	195059,8	3251,0
60	15360,0	256,0	154819,1	2580,3
61	12191,2	203,2	122880,0	2048,0
62	9676,2	161,3	97529,9	1625,5
63	7680,0	128,0	77409,5	1290,2
64	6095,6	101,6	61440,0	1024,0
65	4838,1	80,6	48765,0	812,7
66	3840,0	64,0	38704,8	645,1
67	3047,8	50,8	30720,0	512,0
68	2419,0	40,3	24382,5	406,4
69	1920,0	32,0	19352,4	322,5
70	1523,9	25,4	15360,0	256,0
71	1209,5	20,2	12191,2	203,2
72	960,0	16,0	9676,2	161,3
73	762,0	12,7	7680,0	128,0
74	604,8	10,1	6095,6	101,6
75	480,0	8,0	4838,1	80,6
76	381,0	6,3	3840,0	64,0
77	302,4	5,0	3047,8	50,8
78	240,0	4,0	2419,0	40,3
79	190,5	3,2	1920,0	32,0
80	151,2	2,5	1523,9	25,4
81	120,0	2,0	1209,5	20,2
82	95,2	1,6	960,0	16,0
83	75,6	1,3	762,0	12,7
84	60,0	1,0	604,8	10,1
85	47,6	0,8	480,0	8,0
86	37,8	0,6	381,0	6,3
87	30,0	0,5	302,4	5,0
88	23,8	0,4	240,0	4,0
89	18,9	0,3	190,5	3,2
90	15,0	0,3	151,2	2,5
91	11,9	0,2	120,0	2,0
92	9,4	0,2	95,2	1,6
93	7,5	0,1	75,6	1,3
94	6,0	0,1	60,0	1,0
95	4,7	0,1	47,6	0,8
96	3,8	0,1	37,8	0,6
97	3,0	0,0	30,0	0,5
98	2,4	0,0	23,8	0,4
99	1,9	0,0	18,9	0,3
100	1,5	0,0	15,0	0,3
101	1,2	0,0	11,9	0,2
102	0,9	0,0	9,4	0,2
103	0,7	0,0	7,5	0,1
104	0,6	0,0	6,0	0,1
105	0,5	0,0	4,7	0,1
106	0,4	0,0	3,8	0,1
107	0,3	0,0	3,0	0,0
108	0,2	0,0	2,4	0,0
109	0,2	0,0	1,9	0,0
110	0,1	0,0	1,5	0,0

$$Temps\ recommandé = \frac{480}{2^{Niveau\ d'écoute\ -75/3}}$$

$$Temps\ recommandé = \frac{480}{2^{Niveau\ d'écoute\ -85/3}}$$