



Étude rétrospective sur la corrélation entre les performances de compréhension d'un signal vocal et le mode de vie chez des patients déficients auditifs

Mémoire présenté pour l'obtention du
DIPLÔME D'ÉTAT D'AUDIOPROTHÉSISTE

par

Laure SERRIERE

Sous la direction de Julie Bestel et Hervé Villois

Année 2024-2025

Résumé de l'étude

Titre	Étude rétrospective sur la corrélation entre les performances de compréhension d'un signal vocal et le mode de vie chez des patients déficients auditifs
Hypothèse principale	Existe-t-il une corrélation entre les réponses à l'anamnèse et les résultats audiométriques des patients déficients auditifs ?
Objectifs secondaires	Établir un profil comportemental à partir de l'anamnèse Identifier les modes de vie permettant de favoriser une bonne compréhension du signal vocal
Critères d'inclusion	Sujets majeurs Sujets entrant dans les critères d'indication de l'appareillage auditif adressés par un médecin ORL ou généraliste Sujets en primo-appareillage ou en renouvellement
Critères de non-inclusion	Sujets n'ayant pas renseigné le questionnaire 7/7 ou ayant rendu un questionnaire incomplet Sujets dont les données audiométriques sont absentes ou incomplètes Patients avec cophose
Déroulement de la recherche	Les sujets sont vus dans un centre d'audiologie. Les tests réalisés sont les suivants : - audiométrie tonale avec recherche des seuils d'audition aux inserts ou au casque - audiométrie vocale avec recherche du seuil d'intelligibilité et du maximum de compréhension aux inserts ou au casque : listes dissyllabiques de Lafon - Recherche des seuils d'inconfort aux inserts ou au casque
Nombre de sujets	429 sujets retenus
Analyses statistiques des données	- Test de normalité de Shapiro-Wilk - Test T de Student ou de Mann-Whitney - Test du χ^2 - ANOVA non paramétrique - Calcul du d de Cohen

Résumé de l'étude	1
Remerciements	4
1. L'anamnèse : enjeux et mode de recueil	8
1.1. Place de l'anamnèse dans le parcours patient	8
1.2. Questionnaires recueillis	9
1.2.1. L'anamnèse Audilab®	9
1.2.2. Le questionnaire HHIE-S	11
1.3. Recueil des informations anamnestiques	12
1.3.1. L'outil Audilab 7/7®	12
1.3.2. Mode de recueil des informations	14
2. Mesures audiométriques étudiées	15
2.1. Audibilité et intelligibilité	15
2.2. Outils prédictifs	16
2.3. Mesures de l'intelligibilité	17
2.3.1. Seuil d'intelligibilité	17
2.3.2. Maximum d'intelligibilité	18
2.3.3. Aire sous la courbe (AUC)	19
3. Matériel et méthodes	20
3.1. Sujets testés	20
3.2. Matériel utilisé	22
3.3. Données NOAH	23
3.3.1. Mesures vocales dans le silence	23
3.3.2. Mesures tonales	24
3.3.3. Tests dans le bruit	24
3.4. Protocole	25
3.4.1. Déroulement des tests	25
3.4.2. Exports des valeurs et analyse de la distribution	25
4. Résultats	34
4.1. Étude du ratio SRT/PTM	34
4.1.1. Selon l'activité professionnelle	34
4.1.2. Selon les conditions de vie	36
4.1.3. Selon la fréquence des situations de groupe	37
4.1.4. Selon les sorties au cinéma	38
4.1.5. Selon les sorties au théâtre ou à des conférences	39
4.1.6. Selon la fréquence des voyages	40
4.1.7. Selon le temps passé devant la télévision	41
4.1.8. Selon la pratique musicale	43

4.1.9. Selon l'écoute de la musique	44
4.1.10. Selon la pratique sportive	44
4.1.11. Selon l'utilisation d'un ou plusieurs dispositifs électroniques	45
4.2. Regroupement de la population observée selon les performances	47
4.2.1. Construction d'un arbre décisionnel	47
4.2.2. Analyse des profils	48
4.2.3. Exploration multifactorielle	51
5. Discussion	52
5.1. Limites de l'étude	52
5.2. Observations sur les sorties au cinéma	53
5.3. Préconisations sur la prise en charge	55
5.4. Biais d'analyse	56
5.5. Établissement de profils-types	57
5.6. Pistes exploratoires	59
Conclusion	60
Engagement sur l'honneur de non plagiat	63
ANNEXES	64
BIBLIOGRAPHIE	69

Remerciements

Je tiens d'abord à remercier tout particulièrement Julie Bestel pour son accompagnement exceptionnel lors de la rédaction de ce mémoire.

Je remercie également Hervé Villois qui a été un maître de stage hors pair lors de mon apprentissage à ses côtés. Il m'a guidée avec confiance et beaucoup de bienveillance.

Un grand merci à Louis Reynouard pour son aide précieuse dans la compilation des données et à Martin Chavant pour ses conseils.

Merci à Frédéric Rouan, directeur de la formation de l'institut de la Musse, pour m'avoir offert ma chance dans le cadre de cette reconversion. Un très grand merci à David Tran pour son travail de relecture malgré un emploi du temps chargé et Maxime Blin pour son enseignement en matière de recherche bibliographique.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui m'ont aidées à la rédaction de ce mémoire, ainsi que les membres de ma famille pour leur implication tout au long de ces trois années.

Index des abréviations

ACT : Audible Contrast Threshold

AUC : Aire sous la courbe (Area Under the Curve)

dB_{HL} : Décibels en perte d'audition (Hearing Loss)

HHIE-S : Score de mesure de la gêne auditive (Hearing Handicap Inventory for the Elderly Screening)

IA : Indice d'articulation

PTM : Perte tonale moyenne

ROC : Receiver Operating Characteristic

SII : Index de prévision de l'intelligibilité (Speech Intelligibility Index)

SRT : Seuil d'intelligibilité (Speech Recognition Threshold)

SSI : Seuils subjectifs d'inconfort

WRS : Word Recognition Score

Introduction

La sociabilité est depuis longtemps reconnue comme un facteur majeur dans la qualité de vie des individus. La célèbre pyramide des besoins de Maslow (1943) place ainsi le besoin d'appartenance au troisième rang des nécessités humaines fondamentales, juste après les besoins physiologiques et de sécurité.

Les effets de l'isolement social sur la santé mentale - troubles de l'humeur, anxiété, déclin cognitif - sont aujourd'hui bien établis, comme en témoigne largement la Grande cause nationale 2025 qui lui est consacrée (Ministère des Solidarités). On remarque plus généralement que l'isolement social des personnes âgées est un enjeu croissant de santé publique, à l'heure où près de 29 % de la population française a 65 ans ou plus (INSEE, 2025).

Dans ce contexte, le rôle de l'isolement social dans l'altération d'autres fonctions, notamment les performances de compréhension auditive, mérite une attention particulière. Des travaux de recherche indiquent ainsi que « chez les personnes de plus de 65 ans, une perte d'audition est associée à un déclin cognitif [...]. Ce déclin est sans doute lié à un isolement social progressif » (INSERM, 2023).

Ce lien entre mode de vie et performance auditive, bien qu'encore peu exploré, peut pourtant être appréhendé dès la première étape de l'appareillage : l'anamnèse.

L'arrêté du 14 novembre 2018 portant modification des modalités de prise en charge des aides auditives établit l'anamnèse comme la première étape de tout appareillage audioprothétique. Ce premier rendez-vous est ainsi centré sur « l'écoute des demandes de la personne, l'évaluation de sa gêne, de son seuil d'inconfort, de sa motivation, de ses besoins spécifiques, de son contexte médico-social au cours d'une anamnèse détaillée ».

Le temps de l'anamnèse n'est pas celui du diagnostic ; d'ailleurs, ces deux démarches relèvent de logiques épistémologiques distinctes. L'une se fonde sur l'interprétation d'un discours subjectif, l'autre sur l'observation clinique. Pourtant, dans la pratique, cette séparation s'atténue. L'audioprothésiste se forge une première impression diagnostique dès l'anamnèse, guidé par son expérience.

C'est aussi à ce moment qu'il peut repérer des signes d'isolement social, dont on sait désormais qu'il constitue un facteur aggravant du déclin cognitif et des difficultés de compréhension, même en présence d'une audibilité préservée.

William Osler décrivait la médecine comme « une science de l'incertitude et un art de la probabilité » (cité par Robilliard, 2022). Si le diagnostic a été largement étudié en médecine, la capacité prédictive de l'anamnèse en matière de compréhension vocale reste peu explorée. C'est l'objectif fixé dans le cadre de ce mémoire qui propose une étude rétrospective exploratoire en croisant les données audiométriques et anamnestiques.

Problématique :

Existe-t-il une corrélation entre le mode de vie des patients déficients auditifs et leurs performances de compréhension du signal vocal ?

Objectif de recherche :

Ce travail de recherche propose d'établir un profil mesurant l'isolement des sujets étudiés. À partir de l'anamnèse, nous tenterons d'évaluer la possibilité d'un profiling à partir des performances vocales à audibilité équivalente, afin de mieux anticiper les difficultés de compréhension, en amont même du bilan audiométrique. Nous chercherons également à identifier les modes de vie qui favorisent une bonne compréhension du signal vocal.

Nous commencerons par détailler les indicateurs et outils de mesure qui seront utilisés dans le cadre de cette étude avant d'expliquer le protocole utilisé pour le recueil des données. Puis, nous établirons un ratio de lecture pour étudier les résultats, enfin nous proposerons des profils établis à partir des constatations effectuées.

1. L'anamnèse : enjeux et mode de recueil

1.1. Place de l'anamnèse dans le parcours patient

L'anamnèse est la première étape de la prise en charge audioprothétique. Celle-ci consiste en un interrogatoire avec pour but le recueil d'informations telles que les antécédents médicaux, mais également des indices sur les besoins et le comportement de son patient.

Le mode de recueil de l'anamnèse varie en laboratoire d'audioprothèse selon les pratiques des audioprothésistes et les besoins des entreprises. Certains visent à donner un score de perception face à un niveau calculé selon les audiométries (pour mettre en lumière un éventuel déni sur la perte d'audition), d'autres sont réalisés de manière plus empirique lors de l'entretien en cabine. L'objectif reste le même : recueillir un ensemble de données sur les antécédents et les pratiques du patient afin d'anticiper ses besoins, pallier les dangers (présence d'une cavité d'évidement) et prévoir une éventuelle évolution de sa perte auditive. Parfois, il s'agit de recadrer des attentes déraisonnables par rapport aux résultats auxquels l'on peut s'attendre (l'idée de pouvoir suivre une réunion lorsque la discrimination est très dégradée par exemple), dans tous les cas l'anamnèse permet d'orienter son patient vers le meilleur choix prothétique possible.

La qualité de cette anamnèse est dépendante de celle de l'entretien mené et des outils mis à disposition du praticien. Scheen estime qu'« au cours de sa consultation, [...] le praticien pose environ 50 % des diagnostics par l'anamnèse, 30 % par l'examen clinique et 20 % seulement grâce aux examens complémentaires » (2013, p.599).

1.2. Questionnaires recueillis

Afin de guider au mieux les professionnels de l'audition, la société Audilab® a mis en place un recueil systématisé des informations des patients en laboratoire. On y retrouve l'anamnèse telle que définie par les associés de l'entreprise à laquelle s'ajoutent des questionnaires validés au niveau national.

1.2.1. L'anamnèse Audilab®

L'anamnèse se définit comme l'« ensemble des renseignements fournis au médecin par le malade ou par son entourage sur l'histoire d'une maladie ou les circonstances qui l'ont précédée » (Larousse).

Celle-ci joue un rôle crucial dans l'anticipation de l'évolution de la maladie et ses causes, ainsi que la décision de procéder à des examens complémentaires. Huys explique que « l'anamnèse consiste, elle, davantage dans une rétrospective narrative d'épisodes antérieurs pouvant sembler liés aux manifestations qui ont conduit le malade au cabinet de son médecin » (2021, p.5). Les audioprothésistes et chercheurs de la société Audilab® ont souhaité mettre en place un outil pour systématiser et fluidifier l'entretien préalable entre le praticien et son patient.

Les questions de l'anamnèse sont les suivantes :

1. Depuis combien d'années ressentez-vous une gêne auditive ? moins de 5 ans / 5 à 10 ans / plus de 10 ans
2. Pensez-vous que cette gêne est prédominante sur une oreille ? oui / non
3. De quel côté cette gêne est prédominante ? droite / gauche
4. Avez-vous des acouphènes (perception de sifflements ou de bourdonnements) dans votre vie courante? oui / non / de temps en temps
5. Ces acouphènes vous gênent-ils dans la vie courante ? oui / non
6. Dans la vie courante certains sons forts sont-ils douloureux ? oui / non
7. Avez-vous fréquemment les conduits auditifs obstrués par des bouchons de cérumen? oui / non / ne sait pas

-
8. Vous êtes vous déjà renseigné sur les aides auditives ? oui / non
 9. Pensez-vous que votre baisse auditive est liée à l'âge ? oui / non
 10. Existe-t-il une autre origine pour votre perte auditive? Si oui, veuillez l'indiquer :
Maladie de Ménière / Surdité brusque / Otites dans l'enfance / Prise de médicament
ototoxique / Prise de médicament ototoxique / Hérédité / Autre / Pas d'origine connue /
ne sait pas
 11. Avez-vous été opéré(e) des oreilles ? oui / non
 12. De quel(s) côté(s) avez-vous été opéré(e) ? gauche / droite / les deux
 13. Avez-vous déjà ressenti un sentiment d'étourdissement ou des vertiges ? oui / non
 14. Si oui : Ces étourdissements/vertiges sont-ils encore d'actualité ? oui / non
 15. Avez-vous une bonne vue ? oui / oui avec des lunettes / non
 16. Avez-vous une bonne dextérité manuelle ? oui / non
 17. Avez-vous des allergies cutanées ? oui / non
 18. Avez-vous du diabète ? oui / non
 19. Avez-vous de l'hypertension ? oui / non
 20. Quelle est votre situation professionnelle ? En activité / retraité / sans activité
 21.  tes-vous ou avez-vous été exposé au bruit dans votre vie professionnelle ou
personnelle ? (chantier, musique forte..etc) oui / non
 22. Quelles sont vos conditions de vie ? Couple / seul / famille avec enfants
 23. Vous vivez...
...   domicile autonome / ...   domicile avec aidants / ... en maison de retraite ou
 tablissement spécialisé
 24. Avez-vous l'occasion de vous retrouver en situation de groupe (réunions
professionnelles, clubs, famille, etc.) ? Jamais / de temps en temps / souvent
 25. Avez-vous l'occasion d'aller au cinéma ? Jamais / de temps en temps / souvent
 26. Avez-vous l'occasion d'aller au théâtre, à des conférences ? Jamais / de temps en
temps / souvent
 27. Avez-vous l'occasion de voyager ? Jamais / de temps en temps / souvent
 28. Combien de temps passez-vous chaque jour devant la télévision ? Jamais / 1-3h /
3-6h / +6h / pas de TV
 29. Regardez-vous la télévision avec les sous-titres sourds et malentendants? oui / non /
pas concerné
 30. Jouez-vous d'un instrument de musique ? oui / non

-
31. Écoutez-vous régulièrement de la musique ? oui / non
32. Pratiquez-vous une activité sportive ? oui / non
33. Quel(s) dispositif(s) électronique(s) utilisez-vous? Portable Apple / non Apple / tablette / ordinateur / aucun

En marge de ce questionnaire, on retrouve également d'autres formulaires déjà validés venant compléter les informations recueillies.

1.2.2. Le questionnaire HHIE-S

L'HHIE-S¹ (Hearing Handicap Inventory for the Elderly Screening) est un questionnaire de dépistage auditif. Il a été développé en 1983 par Ventry et Weinstein pour dépister la perte auditive chez les personnes âgées.

Dix questions y figurent, avec pour chacune d'entre elles une notation de 0, 2 ou 4 points en fonction de la réponse, pour un total allant de 0 à 40 points. D'origine anglo-saxonne, il a été traduit dans sa version française par l'équipe du service ORL du CHU de Bordeaux pour compenser le fait que « la surdité de l'adulte, et notamment des plus âgés, est sous-diagnostiquée » (Bonnard, 2020). Il est aujourd'hui utilisé pour les adultes dans le cadre d'un dépistage auditif. La validation de cette traduction a fait l'objet d'une étude par l'université de Bordeaux en 2020. Duchêne nous met toutefois en garde : « le questionnaire HHIE-S est un outil de dépistage mais ne doit pas être considéré comme un outil de diagnostic de la déficience auditive » (2020, p.75).

L'interprétation des scores s'effectue de la manière suivante :

Score	Probabilité d'avoir une déficience auditive	Probabilité d'avoir une déficience auditive correspondant aux critères d'appareillage auditif
0-8	11%	4%
10-16	74,5%	61%
18-40	94%	88%

(Duchêne, 2020)

¹ Annexe 1 : Questionnaire HHIE-S

Dans le cadre de la prise en charge audioprothétique, le score est utile au praticien pour connaître la gêne ressentie (subjective) par son patient à cause de sa perte d'audition.

1.2.3. Le COSI

Le COSI² (Client Oriented Scale of Improvement) a été développé en 1997 par Harvey Dillon. Cet outil d'évaluation subjective se concentre sur les besoins du patient en matière d'audition.

Celui-ci est invité à identifier jusqu'à cinq situations qu'il souhaiterait améliorer en début d'appareillage. A la fin de la période d'essai, le degré d'amélioration est évalué pour chaque situation. Il permet d'orienter l'entretien entre le praticien et son patient par rapport à des demandes précises pour pouvoir les mesurer. Salvago et al. « estiment que les tests audiométriques non appareillés peuvent orienter le choix d'une réhabilitation auditive adaptée, mais leur capacité à prédire les bénéfices des aides auditives reste limitée en raison des nombreuses variables influençant le succès de l'amplification » (2024, p.10). C'est pourquoi le COSI est une aide nécessaire à la bonne conduite d'un appareillage.

1.3. Recueil des informations anamnestiques

1.3.1. L'outil *Audilab 7/7*[®]

L'outil pour le recueil de l'anamnèse a été mis en place par le comité de recherche scientifique de la société Audilab[®] sous la forme d'un questionnaire numérique sur tablette.

Présenté aux assises de Nice en Janvier 2020 à l'initiative de Benoît Roy, audioprothésiste initiateur du projet, l'outil *Audilab 7/7*[®] a été déployé en Juin 2021 par Louis Reynouard, ingénieur biomédical. Celui-ci a coordonné le développement de

² Annexe 2 : COSI

l'application sous la direction du chef de projet François Dejean. Les membres du GIE Hélène de Baudreuil, Vivien Gasnier et Astrid Gerard ont travaillé sur cet outil en coordination avec l'analyste et audioprothésiste Julie Bestel, ainsi que Bruno Frachet et Catherine Dumont, respectivement expert clinicien et experte en relations médicales.

Les objectifs de ce recueil de données sont multiples : tout d'abord, il s'agit de faire gagner en temps et en qualité pour l'accueil des patients par l'audioprothésiste. Il diminue les risques d'oublis et limite le risque d'erreurs. Le parcours est adapté au patient qui dispose du temps nécessaire pour renseigner ses informations personnelles. Le suivi est assuré dans le temps avec un outil adaptable et interactif avec le consentement du patient.

Lors de la consultation en cabine, des pictogrammes permettent de déclencher des alertes visuelles afin de guider l'entretien.

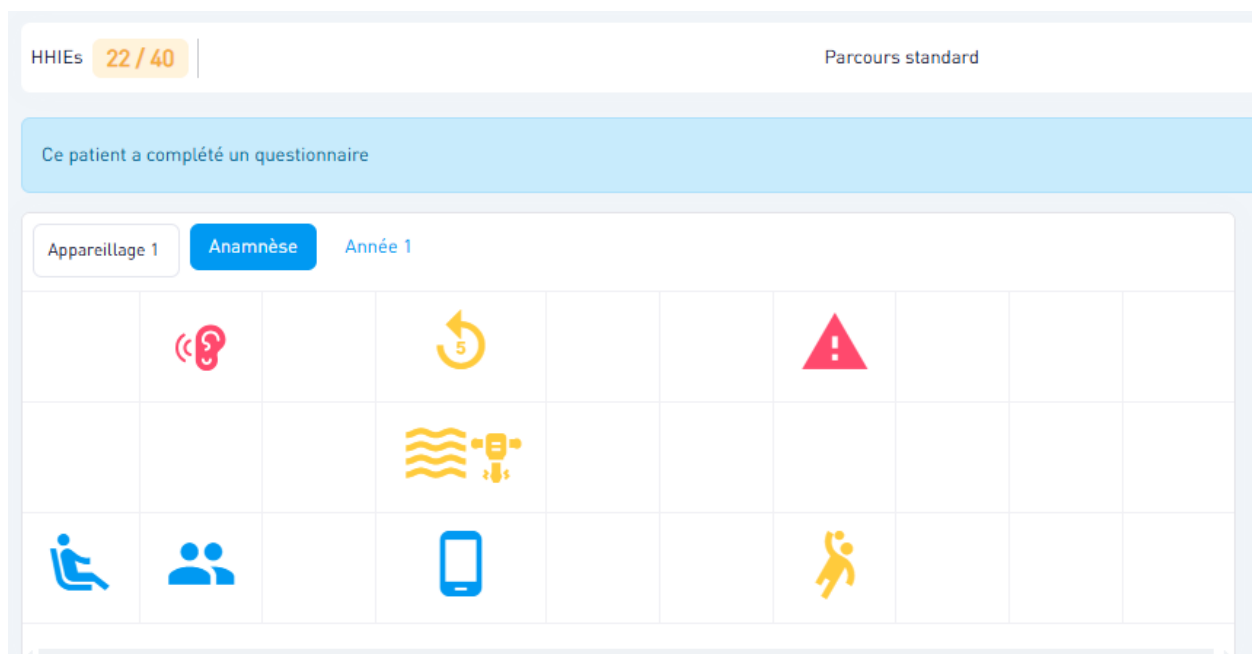


Figure 1 : Renouar, L. (2024). *Capture des icônes de l'Anamnèse*. © Audilab 717®.

Chaque pictogramme représente un point à approfondir avec le patient. Il peut concerner les antécédents médicaux, des affections susceptibles d'altérer l'audition ou de poser des problèmes pour l'appareillage - les acouphènes, l'hyperacousie et

l'exposition au bruit étant particulièrement surveillés - mais également la vie courante comme la sédentarité, l'utilisation d'un smartphone, une pratique sportive ou musicale .

1.3.2. Mode de recueil des informations

Lors de la connexion sur la tablette, le patient entre un code secret à 6 chiffres connu de lui seul. Ce code lui permet d'accéder à son questionnaire, afin de modifier ou ajouter des informations. Il signe numériquement l'autorisation du recueil de données dans le cadre de sa prise en charge et de l'utilisation de ses données à des fins de recherche. Dans le cadre de la loi RGPD, il dispose d'un accès et de rectification de ses données³. Cette étude étant rétrospective, elle est non interventionnelle et s'inscrit dans le cadre indiqué lors du recueil des informations.

La plupart des réponses aux questionnaires s'effectuent en amont du premier rendez-vous avec l'audioprothésiste, parfois pendant la prise de rendez-vous. Dans le cas de personnes âgées, la présence d'un accompagnant est fortement recommandée. Cette personne assiste son proche pour la compréhension des examens et l'utilisation de la tablette.

Il apparaît que cette présence peut influencer les réponses du patient mais très rarement de façon à les fausser. D'après les observations réalisées en centre, la mesure du score HHIE-S est plus précise (exemple d'une personne qui fait fréquemment répéter ses proches mais ne s'en rend pas compte). Dans le cas d'affections particulières, cet accompagnement permet parfois d'éviter les oublis (signaler une hypertension par exemple).

³ Annexe 3 : document RGPD destiné aux patients

2. Mesures audiométriques étudiées

L'objectif de cette étude est de faire apparaître des corrélations entre anamnèse et discrimination vocale. Cependant, ces comparaisons n'ont de sens que si nous prenons en compte l'audibilité des patients ainsi que les étapes nécessaires à l'intégration d'un signal vocal. Ce chapitre a pour objectif d'étudier les différentes comparaisons possibles entre audibilité et intelligibilité pour choisir celle qui nous semblera la plus adaptée à notre recherche.

2.1. Audibilité et intelligibilité

Les tests d'audition se distinguent en deux grands groupes de tests : les tests liminaires et supraliminaires. Dans un premier temps, le praticien évalue le degré de perte auditive en mesurant les seuils de détection grâce à l'audiométrie tonale (voir notice). L'audibilité représente ainsi la capacité du patient à *percevoir* les sons. Puis, l'audiométrie tonale reflète la capacité du patient à répéter correctement un signal vocal présenté à différents niveaux d'intensité pour mesurer l'intelligibilité.

L'intelligibilité se définit comme le « degré de compréhension d'un message verbal ou d'une forme de parole (naturelle ou synthétisée), déterminé à l'aide de tests de perception » (Larousse). Lefèvre nous explique que celle-ci « dépend d'une part des étages de détection et discrimination, d'autre part du répertoire lexical acquis par le patient. Il consiste à identifier le mot » (2012, p.60). Restituer un signal vocal met en jeu la capacité de perception du sujet, mais elle implique également une prise de décision singulière selon le contexte et les compétences de chacun.

« La réalisation d'une tâche d'identification ou de discrimination peut être ramenée à un processus décisionnel » (1987, Mac Millan cité par Seldran). Les étapes de ce processus sont synthétisées dans la figure ci-dessous :

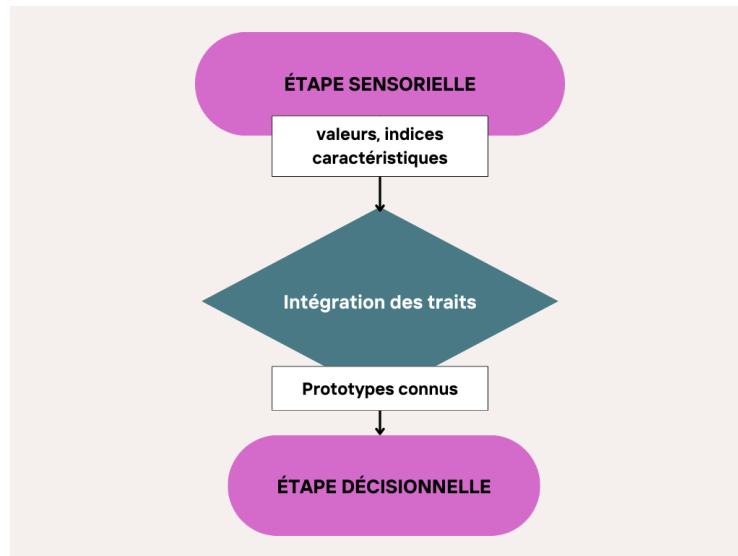


Figure 2 : Serriere, L. (2025). *Étapes du processus décisionnel*. d'après Seldran.

C'est cette capacité d'intégration et de prise de décision qui est mesurée à travers les mesures de l'intelligibilité. Dans le domaine audiolinguistique, des outils prédictifs ont été développés.

2.2. Outils prédictifs

L'indice d'articulation (IA) est basé sur une somme pondérée des bandes de fréquences accessibles à l'auditeur. Il s'agit d'un facteur prédictif dont le résultat attendu se situe entre 0 (0%) et 1 (100%) selon l'utilité des bandes de fréquences. Cependant, l'absence d'indépendance des bandes fréquentielles « se manifeste parfois par une sous-prédiction ou une sur-prédiction des performances par les index, lorsque plusieurs bandes spectrales sont combinées » (Seldran et al., 2013, p.28).

Le Speech Intelligibility Index (SII) est un outil utilisé pour prédire la reconnaissance vocale en fonction des sons perçus ou transmis et des caractéristiques de la parole telles que le spectre à long terme, les modulations d'amplitude ou l'importance des différentes bandes fréquentielles. Le calcul du SII prend en compte la

dynamique du message vocal, le seuil d'audition, la distorsion et le matériel vocal utilisé. Comme l'IA, il varie entre 0 et 1.

Si l'intelligibilité est inférieure à ce qui est attendu en fonction de la perte auditive, cela peut indiquer des distorsions supraliminales ou des atteintes des voies auditives centrales. Or, « le SII étant surtout lié à l'audibilité, cela laisse à penser que l'intelligibilité d'un message dépend pour moitié d'autres facteurs » (Le Gall, 2015, p.39). Celle-ci ne représente donc pas la réalité et ne peut pas s'extrapoler pour l'étude de la compréhension binaurale.

Miclet note que « l'importance attribuée aux bandes fréquentielles se base sur des moyennes faites auprès de normo-entendants, or dans certains cas la contribution des bandes de fréquence pour l'intelligibilité peut se déplacer en faveur des fréquences les moins touchées chez une personne présentant une perte d'audition. » (2016, p. 49). Seldran met, lui, l'accent sur les fortes variabilités interindividuelles qui apparaissent pour les malentendants avec notamment la présence de distorsions nécessitant des facteurs correctifs supplémentaires (2013, p.28). C'est pourquoi ces outils ont été écartés dans le cadre de cette étude.

2.3. Mesures de l'intelligibilité

2.3.1. Seuil d'intelligibilité

Le seuil d'intelligibilité, également appelé SRT (Speech Recognition Threshold), est le niveau en dB_{HL} auquel une personne est capable de répéter 50% des mots ou phonèmes entendus. Mesuré dans de bonnes conditions (de calme, avec des listes de mots adaptées), « cette valeur doit correspondre à la perte tonale moyenne obtenue en audiométrie tonale liminaire. Dans le cas contraire, on peut s'interroger sur l'éventuelle présence de troubles rétro-cochléaires, ou d'un patient simulateur ou encore d'un problème de matériel ou de mauvais déroulement du test. » (Couriol, 2021, p.16). Pour rappel, la perte tonale moyenne (PTM) se mesure à partir de la moyenne du seuil d'audition à 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz et 4 kHz (voir notice). Le rapport entre SRT et PTM

permet donc de visualiser rapidement si un patient sur ou sous-performe au niveau de sa discrimination.

Chaque donnée apparaissant au format numérique (pourcentage de compréhension par niveau d'intensité en dB_{HL}), nous avons calculé le seuil d'intelligibilité en dB_{HL} correspondant à 50% d'intelligibilité. Celui-ci peut également être impacté par le seuil d'audition à 2000 Hz. Ce seuil est un critère pour l'appareillage et, même en cas de perte d'audition moyenne inférieure à 30 dB_{HL} , il devient un motif valable pour une ordonnance à lui seul. C'est pourquoi nous avons également considéré cette donnée pour l'analyse de la cohorte.

La corrélation entre perte tonale moyenne et seuil d'intelligibilité est établie. Toutefois, elle se discute car le stimulus vocal comprend un large spectre de fréquences - contrairement au stimulus tonal qui comporte des sons purs ou vobulés. (Dindamrongkul et al., 2024, p.2). C'est pourquoi la comparaison entre ces deux données nous a semblé pertinente pour mesurer un ratio de performance de l'intelligibilité par rapport à l'audibilité. S'il est simple à mesurer, le seuil d'intelligibilité comporte des limites : il ne permet pas de faire apparaître un maximum d'intelligibilité limité ou un phénomène de recrutement (voir notice). Pour cette raison, nous avons souhaité augmenter la précision des observations réalisées.

2.3.2. Maximum d'intelligibilité

Le maximum d'intelligibilité correspond au point le plus haut de la courbe vocale. Plusieurs conventions existent pour le rechercher lors des tests avec notamment le WRS (Word Recognition Score) visant à évaluer le score de compréhension (en pourcentage) à 30 ou 40 dB au-dessus de la perte tonale moyenne dans la limite du seuil d'inconfort. Dans la pratique, tant que le 100% d'intelligibilité n'est pas atteint, on continue de tester le score du patient au niveau suivant avec des pas de 10 dB jusqu'à un maximum de 90 dB ou 100 dB selon sa sensibilité.

Cette recherche permet de faire apparaître des courbes en cloche ou un éventuel recrutement et de limiter les niveaux de sortie des appareils auditifs pour ne pas nuire à la discrimination.

2.3.3. Aire sous la courbe (AUC)

En biologie clinique, la courbe du Receiver Operating Characteristic (ROC) « est une représentation graphique de la relation existante entre la sensibilité et la spécificité d'un test, calculée pour toutes les valeurs seuils possibles. » (Delacour et al., 2005, p.145). Elle se calcule à partir de l'aire sous la courbe (AUC) obtenue entre les différents seuils mesurés. Xavier Delerce propose, lui, l'étude de la courbe sigmoïde obtenue en traçant la courbe de l'intelligibilité (en %) par rapport au Rapport Signal Bruit (RSB en dB) sur le test Framatrix, la version française du Matrix Test (2018).

Afin de faire apparaître toutes les données utiles telles que le seuil d'intelligibilité et son maximum, nous avons étudié les paramètres de la vocale à travers l'aire sous la courbe avec des valeurs classées de 0 à 100%.

Dans le cas d'une étude mesurant les deux oreilles indépendamment, nous analysons les valeurs de celle qui est la plus performante car c'est celle qui favorise la discrimination.

Les courbes vocales ont été extrapolées par Louis Reynouard pour obtenir des points approchant une fonction sigmoïde (de forme $S(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$). L'aire sous la courbe a alors été calculée en réalisant l'intégrale de 0 à 90 dB_{HL} sur le graphique pour obtenir un résultat quantifiable avec le langage Python. Chaque point se situant sous la courbe étant censé indiquer un mot compris par le patient, cette valeur permet à la fois de prendre en compte le seuil d'intelligibilité, le maximum et le phénomène de recrutement.

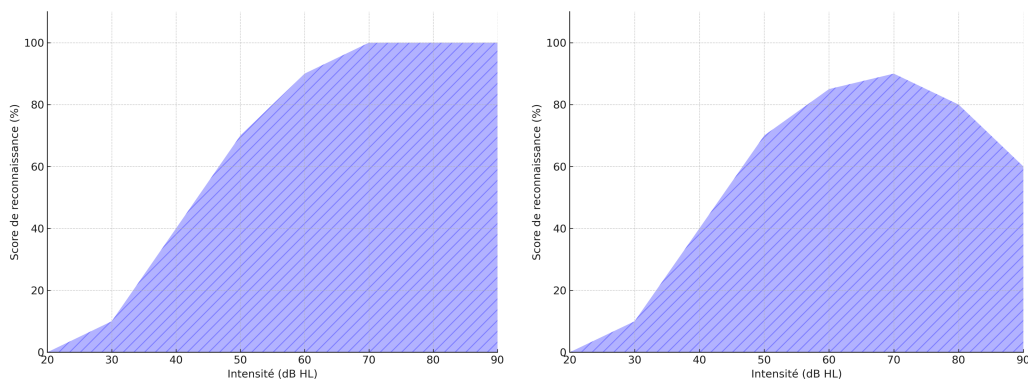


Figure 3 : *Représentation des aires sous la courbe vocale avec ou sans recrutement*

Dans le cadre de cette recherche, nous avons donc choisi de travailler à partir de la comparaison des valeurs suivantes :

- Plus grande Aire Sous la Courbe (AUC) entre les deux oreilles en %
- Seuil d'intelligibilité (SRT) correspondant à la plus grande aire sous la courbe en dB_{HL}
- Perte Tonale Moyenne (PTM correspondante) en dB_{HL}

3. Matériel et méthodes

3.1. Sujets testés

Cette étude regroupe les données de patients des centres Audilab® du Val de France : centres de Montoire, Vendôme Centre-ville, Vendôme Sud et La-Chaussée-Saint-Victor dans le département du Loir-et-Cher (41). Tous sont venus consulter dans le cadre d'un dépistage ou d'une prise en charge audioprothétique avec une ordonnance de leur ORL ou de leur médecin traitant.

L'étude est observationnelle ; elle a pour vocation d'analyser rétrospectivement le regroupement des données enregistrées dans NOAH et celles recueillies sur *Audilab 7/7*®.

Après avoir réalisé les exports des fichiers Noah au format .xml sur les différents centres, nous avons intégré des tableaux contenant les données de :

- 4014 patients sur La-Chaussée-Saint-Victor
- 4123 patients sur Vendôme centre-ville
- 2774 patients sur Vendôme Sud
- 371 patients sur Montoire

Seuls les patients ayant renseigné les données anamnestiques ont été retenus. Ceux-ci étaient au total 676.

Nous avons exclu les sujets suivants :

- patients mineurs
- patients avec une perte tonale moyenne supérieure à 100 dB_{HL} sur l'une des oreilles (pas d'analyse vocale possible)
- patients dont les audiométries n'ont pas été réalisées dans leur totalité
- patients dont les audiométries ne permettent pas d'être approchées par une courbe sigmoïde pour le calcul de l'aire sous la courbe

Les données retenues concernent un total de 429 sujets.

L'âge des patients retenus est de 23 ans à 98 ans, avec pour âge moyen 70,4 ans. La perte tonale moyenne est de 40,9 dB_{HL}, l'audiogramme moyen est représenté sur la figure 4.

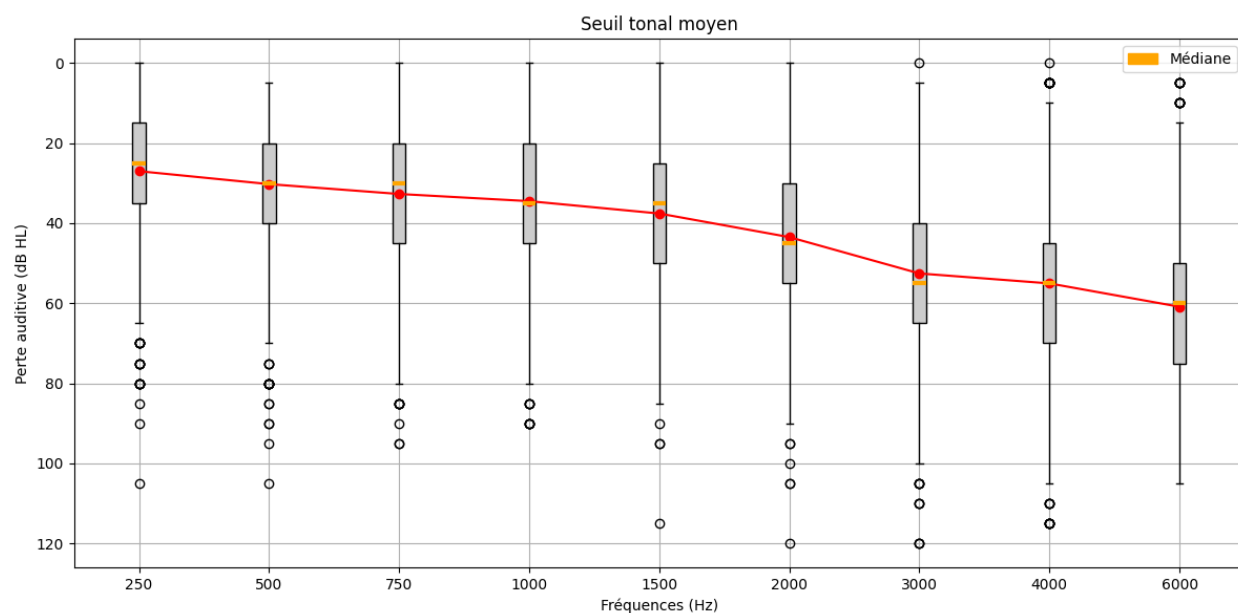


Figure 4 : Audiogramme moyen de la population étudiée

L'étude s'intéresse à l'influence du comportement sur le rapport entre la perte tonale moyenne et la courbe vocale. C'est pourquoi nous allons nous pencher sur le mode de recueil des courbes tonales et vocales dans le cadre des laboratoires d'audioprothèse retenus.

3.2. Matériel utilisé

Les tests ont été réalisés dans une des cabines insonorisées des laboratoires Audilab® à Montoire-sur-le-Loir, Vendôme et La-Chaussée-Saint-Victor (41).

- Des otoscopies ont été réalisées à l'aide d'un vidéoscope ou d'un otoscope portable pour contrôler l'absence d'obstruction du conduit auditif externe
- Les mesures audiométriques ont été effectuées avec l'Affinity® et en utilisant des inserts EAR 3A ou IP30 de RadioEar®. Exceptionnellement, on utilise un casque HB3045 de RadioEar® en cas d'encombrement du conduit auditif externe pour ne pas prendre le risque de créer un bouchon de cérumen.

-
- Les listes dissyllabiques de Lafon en voix masculine ou féminine ont été utilisées pour mesurer l'intelligibilité des patients
 - Le logiciel Otosuite® pour le recueil des données

3.3. Données NOAH

Les données audiométriques recueillies sont stockées sur la plateforme NOAH. Les analyses de cette étude ont été réalisées d'après un export de ces données au format XML. Les tests réalisés sont détaillés ci-après.

3.3.1. Mesures vocales dans le silence

Les listes dissyllabiques de Lafon⁴ ont initialement été créées pour les enfants. Au nombre de 10, elles comprennent des listes de 10 mots équilibrés sur le plan phonétique disponibles en voix d'homme, de femme ou d'enfant. Chaque liste est proposée à différents niveaux d'intensité au patient avec pour consigne de répéter chaque mot ou phonème compris. L'unité d'erreur est le mot et le niveau de compréhension est noté de 0 à 100%. Les tests sont réalisés en voix d'homme mais en cas de perte en pente de ski très marquée ou de demande spécifique du patient (difficulté particulière liée à la communication dans le domaine privé), la voix de femme peut être utilisée. Nous avons recours à ces listes pour mesurer le gain vocal (voir notice) avec les prothèses auditives. La plupart des tests vocaux des presbyacousies sont réalisés avec une voix d'homme.

Lefèvre nous met en garde : « la suppléance mentale affecte la sensibilité de ce test. » (2012, p.61). C'est pourquoi, sur les centres Audilab® Val de France, les tests vocaux syllabiques sont réalisés avec une unité d'erreur par syllabe (notes de 0 à 3) et non par mot afin de réduire le temps des tests tout en améliorant la sensibilité. Nous obtenons de cette façon des résultats plus proches des tests cochléaires en utilisant un temps et une fatigue réduits. Par exemple, si le mot à répéter est « cerceau » et que le patient répond « berceau », le testeur entre la note de 2 sur 3.

⁴ Annexe : listes dissyllabiques de Lafon

3.3.2. Mesures tonales

Chaque patient réalise une audiométrie tonale réalisée avec des sons vobulés. Les sons vobulés (warble tones) sont, par opposition aux ondes pures, des sons modulés autour d'une fréquence donnée. Ceux-ci sont utilisés en champ libre pour supprimer les ondes stationnaires pouvant fausser les résultats d'une audiométrie tonale. L'utilisation de ces sons est recommandée pour les tests des patients souffrant d'une perte auditive et d'acouphènes (Lentz et al., 2017, p.1). Les données recueillies concernent les seuils de perception et d'inconfort pour les fréquences allant de 250 Hz à 6000 Hz.

3.3.3. Tests dans le bruit

L'arrêté du 14 Novembre 2018 impose des mesures vocales dans le bruit « dès que nécessaire ». Pour cela, les centres sont équipés d'un Framatrix, version francophone du Matrix Test également connue sous le nom de Oldenburger Satztest. Le patient doit répéter des phrases de cinq mots avec un bruit de fond fixé à 65 dB. À partir de ce test est mesuré le seuil d'intelligibilité dans le bruit d'après le rapport signal / bruit (en dB) auquel le patient pourra répéter 50% des mots.

L'ACT™ (Audible Contrast Threshold) consiste, lui, à détecter un signal dans un bruit. Le patient obtient un score résumant son niveau de difficulté à gérer des environnements bruyants. Celui-ci a pour vocation d'optimiser le réglage des réducteurs de bruit dans les aides auditives.

Ces tests n'ont pas été exportés dans le cadre de cette étude car le format crypté a rendu trop complexe la compilation des données ; ils n'apparaîtront donc pas par la suite.

3.4. Protocole

3.4.1. Déroulement des tests

Chaque nouveau patient consultant pour un appareillage réalise les examens suivants :

- Renseignement du questionnaire *Audilab 7/7*® sur tablette en salle d'attente, poursuivi d'une enquête en cabine pour compléter l'anamnèse
- Otoscopie au vidéoscope ou à l'otoscope portatif
- Audiométrie tonale aux inserts en sons vobulés pour les fréquences 125, 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000 et 8000 Herz
- Audiométrie vocale avec les listes dissyllabiques de Lafon oreille par oreille aux inserts
- Mesure des seuils subjectifs d'inconfort (SSI) aux inserts

C'est la meilleure oreille qui a été conservée dans le cadre de cette étude à travers la plus grande aire sous la courbe vocale. Puis, les seuils d'intelligibilité correspondants à cette oreille ont été comparés aux pertes tonales moyennes afin d'établir une droite de régression.

Enfin, nous avons étudié les corrélations entre perte tonale et vocale d'après les réponses fournies à l'anamnèse.

3.4.2. Exports des valeurs et analyse de la distribution

Un tableau a été réalisé d'après l'assemblage des données audiométriques sur NOAH et le recueil des questions à l'anamnèse sur *Audilab 7/7*®. Toutes les analyses statistiques et représentations graphiques ont été réalisées grâce à des scripts Python.

Les valeurs recueillies ont été représentées sous la forme d'un nuage de points représentant l'Aire sous la courbe par rapport au seuil d'intelligibilité.

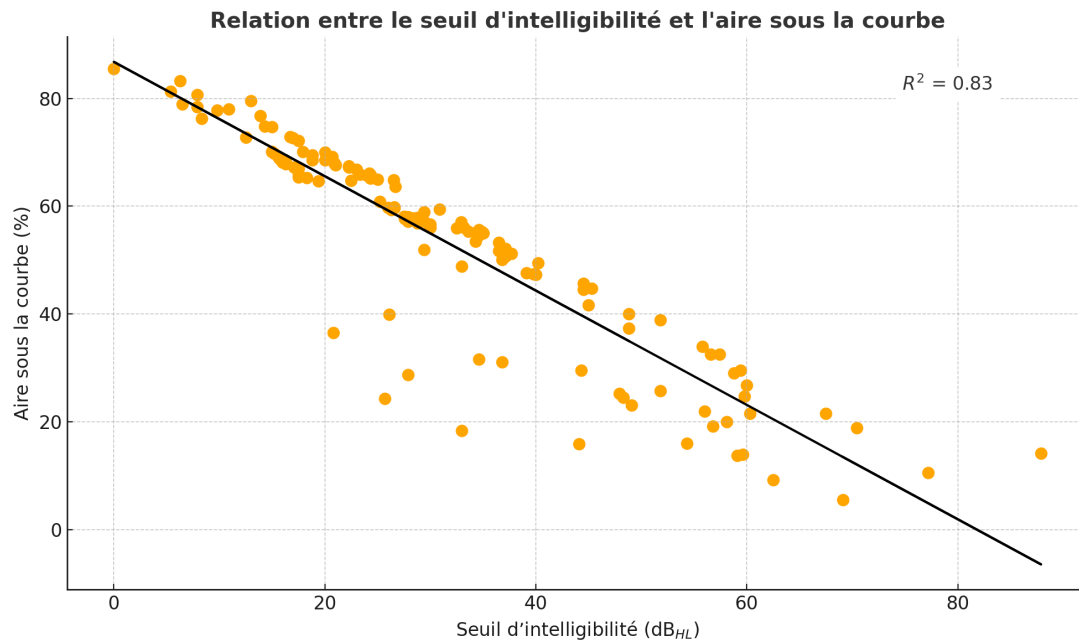


Figure 5 : *Relation entre le seuil d'intelligibilité et l'Aire sous la Courbe*

On observe une relation importante entre le seuil d'intelligibilité et l'Aire sous la courbe avec une dispersion plus importante pour une AUC inférieure à 40%.

Pour cette raison, l'analyse entre l'audiométrie tonale et vocale sera établie d'après la comparaison entre la perte tonale moyenne (PTM) et le seuil d'intelligibilité (SRT) afin d'utiliser un indicateur approuvé par la communauté.

Un ratio a été établi à partir de la relation Seuil d'intelligibilité / Perte tonale moyenne (SRT/PTM) pour observer les performances de compréhension des patients à partir de leurs seuils en audiométrie tonale. Plus ce ratio est faible (proche de la valeur 0) et plus le sujet est performant.

Deux patients n'ayant pas atteint plus de 50% de compréhension vocale, ils sont écartés de cette étude. Le panel contient donc 427 sujets au total. Représentons le seuil d'intelligibilité par rapport à la perte tonale moyenne :

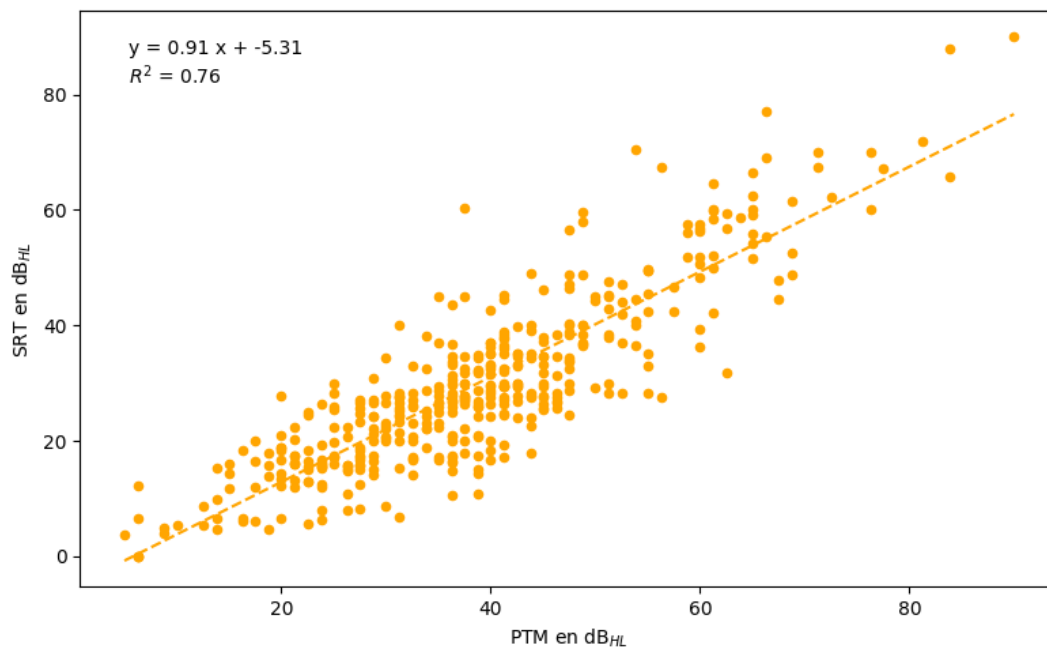


Figure 6 : *Seuil d'intelligibilité par rapport à la perte tonale moyenne (dB_{HL})*

Nous observons une importante corrélation entre les deux valeurs relevées avec un seuil qui augmente naturellement en fonction de la perte moyenne. Les sujets situés proche de la droite de régression sont considérés comme ayant des performances de compréhension normales par rapport à leur audition.

La distribution du ratio SRT/PTM de la cohorte est représentée figure 7 :

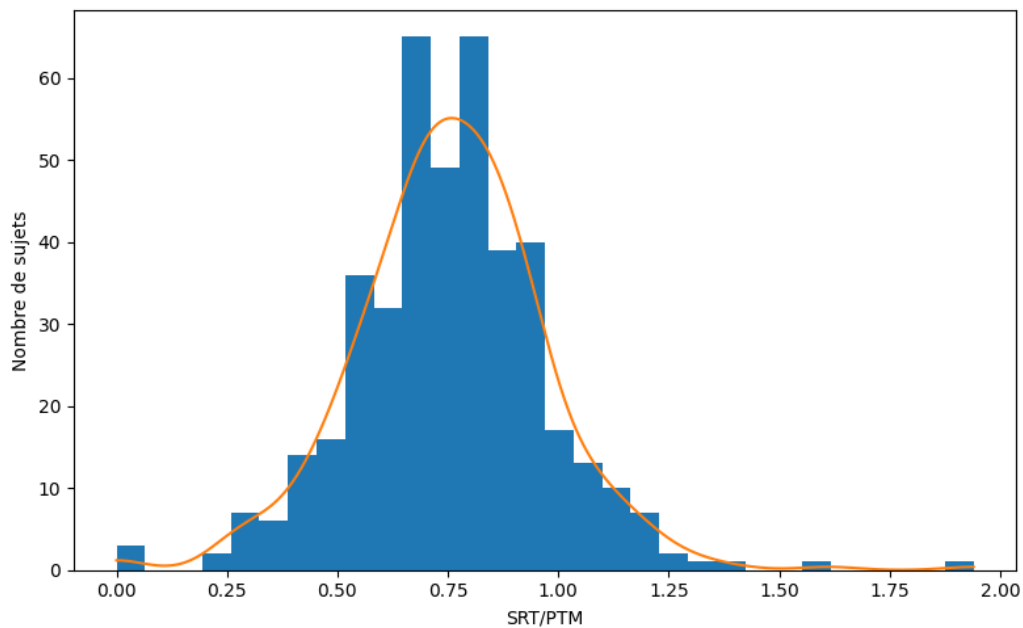


Figure 7 : *graphique de distribution du ratio SRT/PTM*

La moyenne est de 0,756, l'écart-type de 0,219 et la médiane de 0,750. Le test de Shapiro-Wilk ne permet pas de conclure à une distribution normale avec une valeur de 0.9736 et une p-value < 0.001. Observons plus en détail la distribution des valeurs autour de la moyenne :

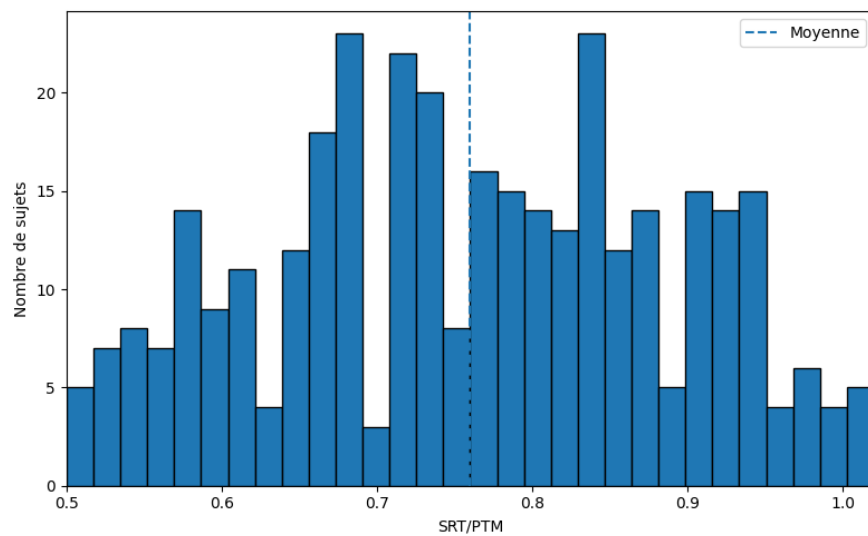


Figure 8 : *Distribution du ratio SRT/PTM centrée sur la moyenne*

Classons les données en trois groupes selon le niveau de performance des sujets. Sont considérés comme « normaux » ceux situés entre les bornes [0.7, 0.8] qui constituent un encadrement de la moyenne. Au-delà de 0.8, les patients sont « sous-performants » et en-deçà de 0.7, ils sont « sur-performants ».

La répartition des sujets est résumée dans le tableau suivant :

catégorie	nombre de sujets	âge moyen (années)	perte tonale moyenne (dB _{HL})	seuil d'audition moyen à 2 kHz (dB _{HL})
sous-performant	175	73,1	42,0	45,3
normal	88	70,8	39,7	45,9
sur-performant	164	67,1	34,3	41,0

Les valeurs de la perte moyenne à 2000 Hz ne semblent pas différer de façon significative entre les groupes.

La figure suivante représente le nuage de point du seuil d'intelligibilité (SRT) en fonction de la perte tonale moyenne (PTM) selon les performances établies.

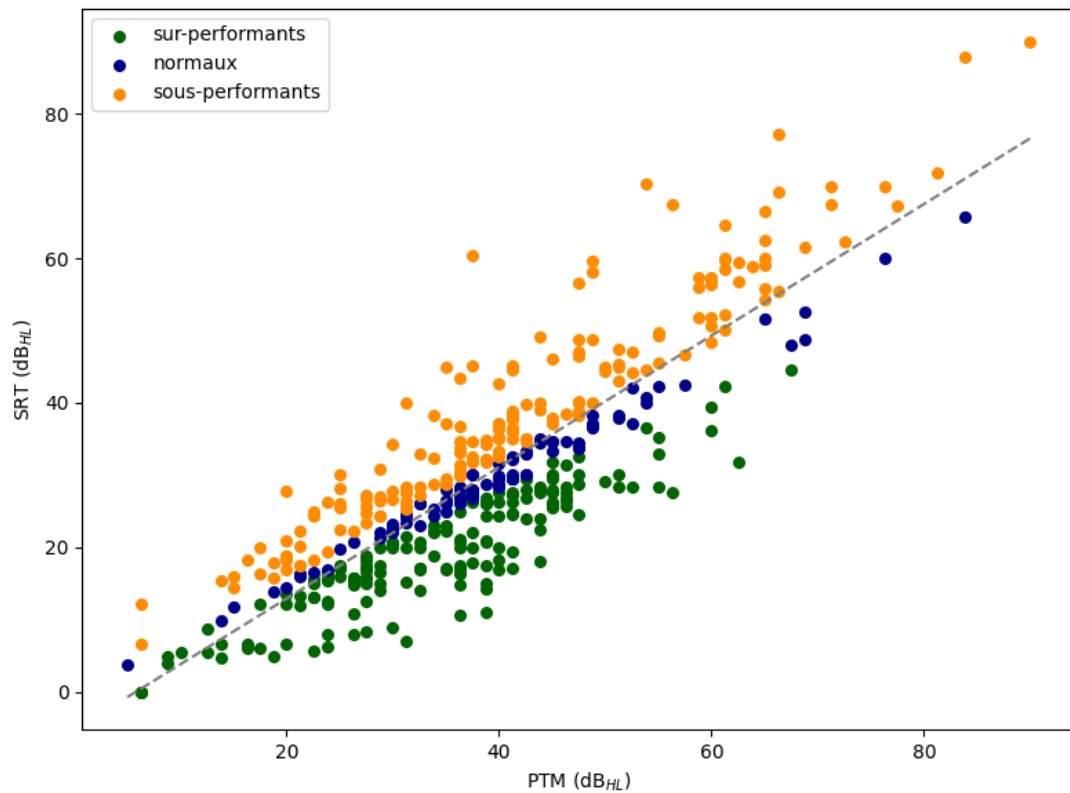


Figure 9 : *Seuil d'intelligibilité par rapport à la perte tonale moyenne (dB_{HL})*

Les patients avec une valeur considérée dans la normalité suivent la droite de régression, tandis que les autres en sont plus éloignés. Pour une perte tonale moyenne supérieure à 70 dB_{HL} ou inférieure à 20 dB_{HL}, ces points semblent s'éloigner. C'est pourquoi nous cherchons si la perte tonale moyenne a une incidence sur le ratio SRT/PTM :

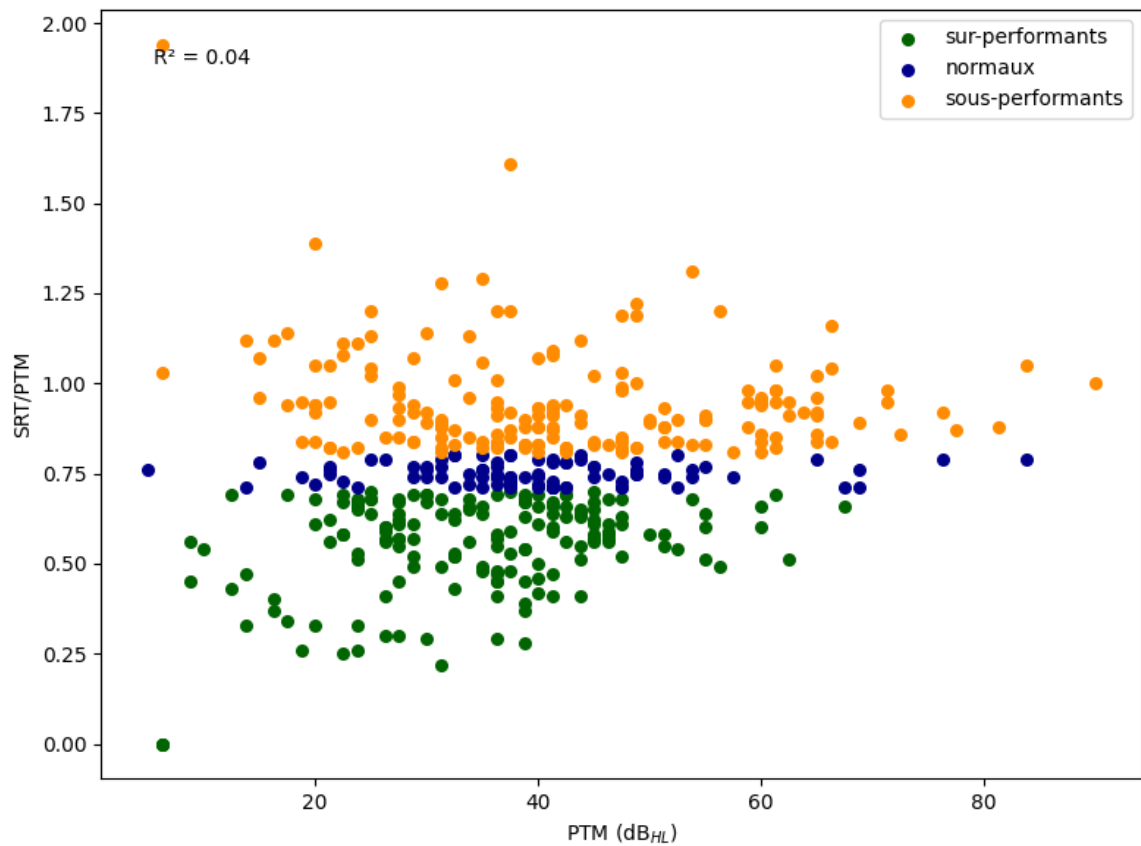


Figure 10 : Ratio SRT/PTM en fonction de la perte tonale moyenne

À partir de 70 dB_{HL}, nous ne trouvons plus de patient sur-performant. Cependant, le coefficient R^2 étant très faible, nous ne concluons pas à une corrélation.

Vérifions à présent si l'âge a une incidence sur le niveau de performance. La figure suivante représente le ratio SRT/PTM par rapport à l'âge.

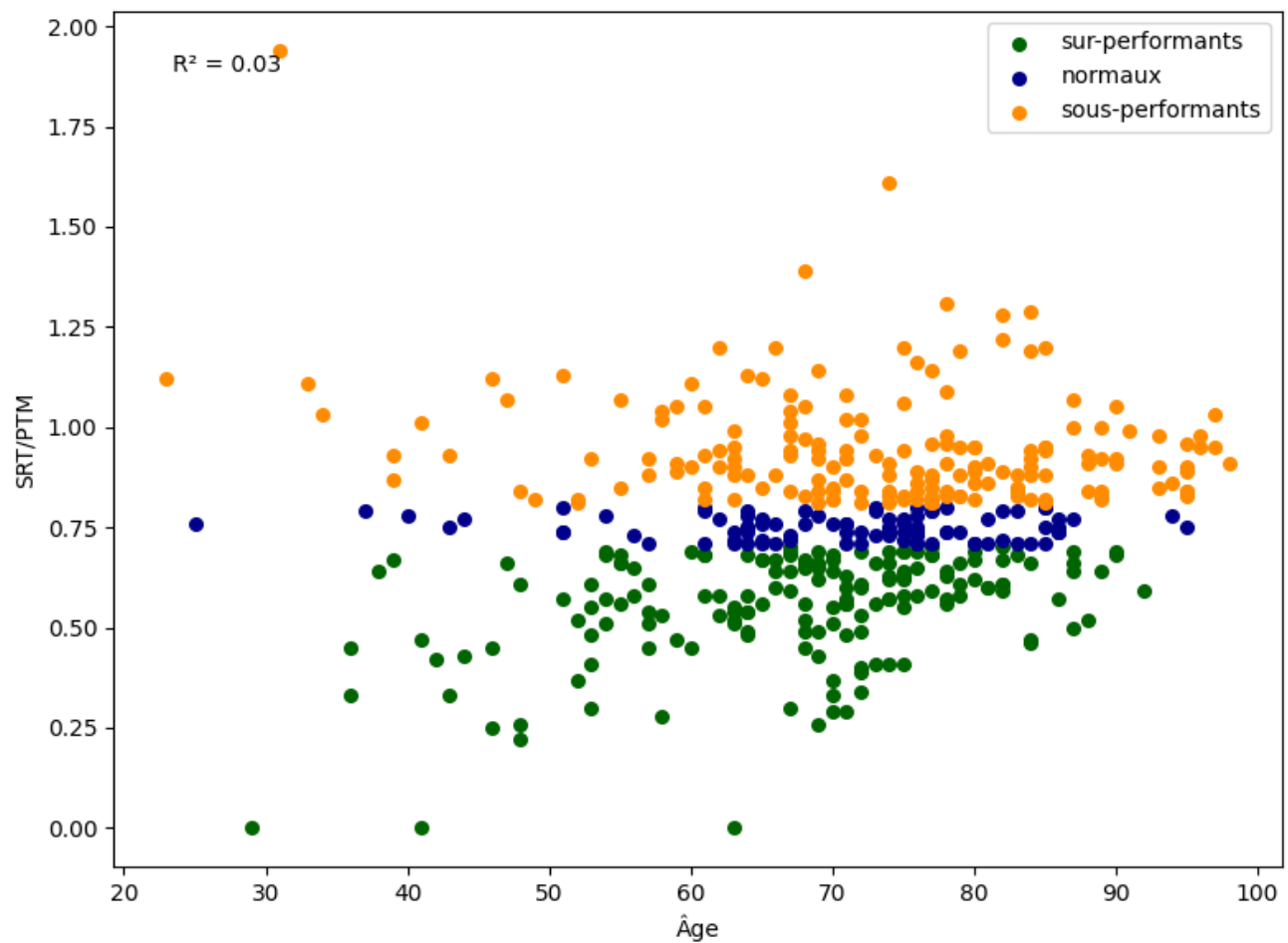


Figure 11 : Ratio SRT/PTM en fonction de l'âge

Un seul patient de plus de 90 ans est considéré comme surperformant. Mais, ici encore, le coefficient R^2 est très faible : l'âge ne semble pas avoir d'incidence particulière sur le ratio SRT/PTM.

Enfin, nous contrôlons également l'incidence de la perte moyenne à 2000 Hz sur le ratio. Le coefficient R^2 de 0,01 nous confirme l'absence de corrélation.

Le panel de sujets a été analysé d'après les réponses aux questions de l'anamnèse spécifiques au mode de vie :

- activité professionnelle
- conditions de vie
- fréquence des situations de groupe
- sorties au cinéma
- sorties au théâtre
- fréquence des voyages
- temps quotidien devant la télévision
- pratique de la musique
- écoute de la musique
- pratique sportive
- dispositifs électroniques utilisés

3.4.3. Calculs réalisés

Le t-test de Student a été utilisé afin de conclure à une différence significative ou non des moyennes observées dans le cas de deux groupes, Mann Whitney pour des groupes inférieurs à 30 sujets. Nous avons également réalisé une ANOVA non paramétrique (test de Kruskal Wallis) dans le cas de 3 groupes ou plus.

Les sujets ont été séparés en groupes puis étudiés en posant les hypothèses suivantes :

L'hypothèse nulle H_0 : la valeur moyenne est identique selon les groupes

L'hypothèse alternative H_a : la valeur moyenne diffère selon les groupes

La p-value est de 5%, lorsque le risque est inférieur à 5% on considère que l'hypothèse H_0 peut être rejetée et que H_a peut être acceptée.

Le Test du χ^2 nous a permis de comparer entre elles plusieurs valeurs qualitatives. Enfin, nous avons utilisé le test d de Cohen, lequel a pour objet de mesurer

la taille d'effet pour quantifier l'ampleur de la différence des moyennes ramenée à l'échelle de dispersion des valeurs.

4. Résultats

Observons dans un premier temps les ratios SRT/PTM selon les différentes réponses à l'anamnèse sélectionnées.

4.1. Étude du ratio SRT/PTM

4.1.1. Selon l'activité professionnelle

Commençons par étudier la répartition des sujets de la cohorte par rapport à leur activité professionnelle.

Ceux-ci sont séparés en trois groupes selon la réponse à la question « quelle est votre situation professionnelle ? ». La répartition des sujets est synthétisée dans le tableau suivant.

catégorie	nombre de sujets	moyenne d'âge (années)	perte tonale moyenne (dB _{HL})	ratio SRT/PTM moyen	écart-type	médiane du SRT/PTM
sans activité	14 sujets	59,7	34,8	0,76	0,19	0,77
en activité	89 sujets	51,9	29,5	0,69	0,28	0,69
retraité	322 sujets	75,9	41,2	0,77	0,20	0,76

La moyenne et la médiane du SRT/PTM des patients déclarant être en activité sont inférieures à 0,7. Ces sujets semblent donc être plus performants. En toute logique, la moyenne d'âge des personnes retraitées est nettement supérieure aux autres catégories.

Les ratios moyens sont représentés dans la figure suivante :

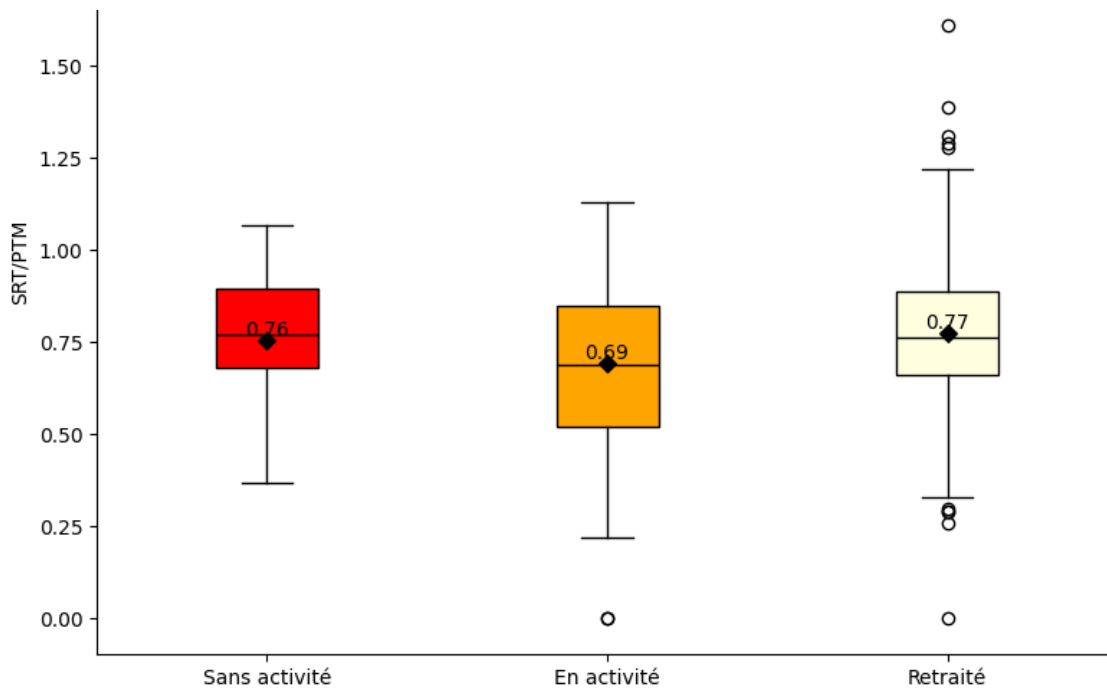


Figure 12 : *Ratio SRT/PTM moyen selon l'activité professionnelle*

La catégorie déclarant être sans activité regroupant peu de sujets, nous réalisons le test de Mann Whitney pour observer si la différence relevée entre les sujets en activité ou non est significative. Nous obtenons $U = 508.5$ et une $p\text{-value} = 0.2725$: la taille du groupe est insuffisante pour conclure.

Nous effectuons le test de Student entre les deux groupes déclarant être en activité ou retraités. Les valeurs obtenues sont un $t = 3.1193$, ce qui signifie que les personnes en activité sont plus performantes en moyenne, en comparaison des personnes retraitées. La $p\text{-value} = 0.0019$ indique que cette différence est significative.

Nous avons précédemment pu observer l'absence de corrélation significative entre le ratio SRT/PTM et l'âge ou la perte moyenne des patients. C'est pourquoi nous pouvons constater que l'activité professionnelle a une incidence sur celui-ci. Les personnes déclarant être en activité ont davantage de chances d'être classées dans les patients sur-performants, tandis que les retraités ont une moyenne dans la norme.

4.1.2. Selon les conditions de vie

Analysons à présent les réponses obtenues à la question : « Quelles sont vos conditions de vie ? ». Le tableau suivant synthétise les résultats obtenus :

catégorie	nombre de sujets	moyenne d'âge (années)	perte tonale moyenne (dB _{HL})	ratio SRT/PTM moyen	écart-type SRT/PTM	médiane SRT/PTM
seul(e)	122 sujets	75,6	41,9	0,78	0,20	0,80
en couple	257 sujets	71,1	39,0	0,75	0,21	0,74
en famille avec enfant(s)	48 sujets	52,8	27,5	0,71	0,30	0,68

La médiane des personnes déclarant vivre seules se rapproche des personnes classées comme étant sous-performantes, celles vivant en famille semblent plus performantes.

Représentons graphiquement ces ratios moyens :

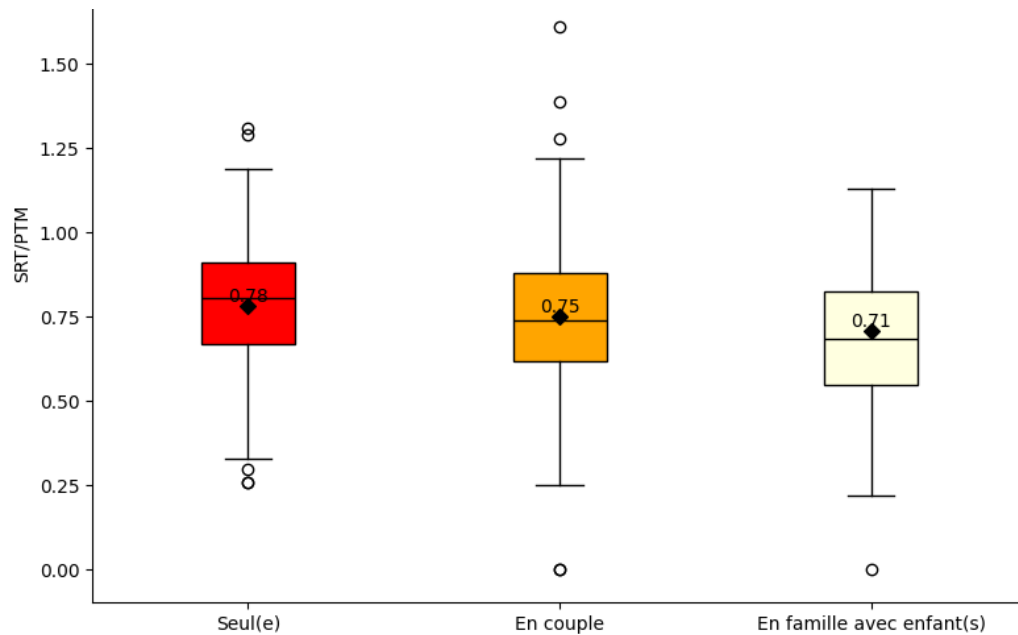


Figure 13 : Ratio SRT/PTM moyen selon les conditions de vie

Le test de Kruskal-Wallis suggère une différence globale significative entre au moins deux des trois groupes de conditions de vie avec un $H = 7.82$ et une p -value de 0.02. Le test non paramétrique de Mann-Whitney fait apparaître une différence significative seulement pour les patients déclarant vivre en famille par rapport à ceux qui vivent seuls ($U = 3667$, p -value = 0.0105).

Bien que la comparaison entre les sujets vivant seuls et ceux en couple ne soit pas significative ($U = 17585$, p -value = 0.0555), elle s'approche du seuil de signification, suggérant une tendance entre ces deux groupes. Une analyse avec davantage de sujets serait pertinente. La comparaison entre les sujets vivant en couple par rapport à ceux vivant en famille n'est pas significative ($U = 7\ 095$, p -value = 0.0983).

Les personnes déclarant vivre en famille se démarquent de façon positive par rapport aux personnes vivant seules avec un SRT/PTM inférieur en moyenne.

4.1.3. Selon la fréquence des situations de groupe

Analysons maintenant les réponses obtenues à la question : « Avez-vous l'occasion de vous retrouver en situation de groupe (réunions professionnelles, clubs, famille, etc.) ? ». Le tableau suivant synthétise les résultats obtenus :

catégorie	nombre de sujets	moyenne d'âge (années)	perte tonale moyenne (dB _{HL})	ratio SRT/PTM moyen	écart-type SRT/PTM	médiane SRT/PTM
jamais	24 sujets	73,4	44,2	0,75	0,25	0,80
de temps en temps	263 sujets	73,1	40,6	0,75	0,21	0,74
souvent	139 sujets	64,7	33,8	0,77	0,23	0,77

Les ratios moyens relevés ne semblent pas faire apparaître de différence significative. L'ANOVA donne une valeur $F = 0.416$, $p = 0.6599$, ce qui confirme l'absence de différence relevée entre les moyennes SRT/PTM.

4.1.4. Selon les sorties au cinéma

La question posée est la suivante : « Avez-vous l'occasion d'aller au cinéma ? ».

Le tableau suivant réunit les réponses obtenues :

catégorie	nombre de sujets	moyenne d'âge (années)	perte tonale moyenne (dB _{HL})	ratio SRT/PTM moyen	écart-type SRT/PTM	médiane SRT/PTM
souvent	21 sujets	60,1	31,1	0,75	0,24	0,74
de temps en temps	273 sujets	67,8	35,2	0,74	0,22	0,74
jamais	132 sujets	77,0	46,5	0,80	0,22	0,82

Le ratio moyen des personnes ne se rendant jamais au cinéma fait apparaître un résultat moins performant que les autres groupes.

Leur répartition est représentée ci-dessous :

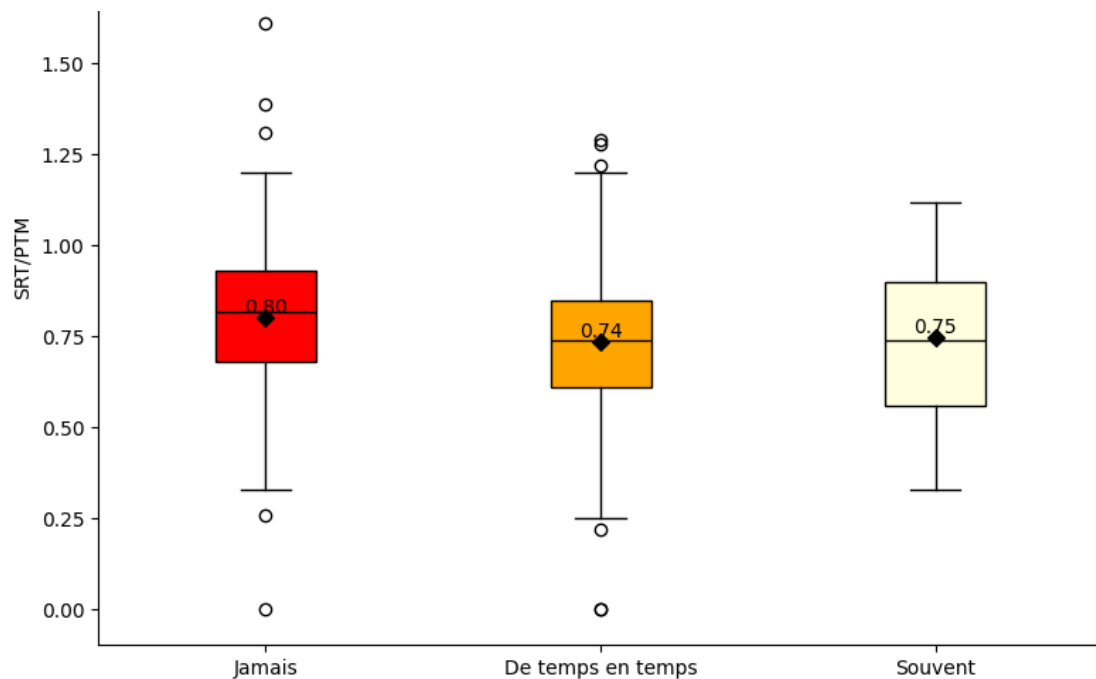


Figure 14 : Ratio SRT/PTM moyen selon la fréquence de sortie au cinéma

Nous regroupons les personnes déclarant aller souvent ou de temps en temps au cinéma (294 sujets, moyenne 0,74) pour les comparer à celles qui n'y vont jamais. Nous obtenons une valeur t de 2.8698 et une p-value de 0.0043 ce qui nous indique une différence significative entre les groupes observés. Le ratio SRT/PTM est meilleur pour les patients déclarant se rendre au cinéma, même occasionnellement.

4.1.5. Selon les sorties au théâtre ou à des conférences

La question posée est la suivante : « Avez-vous l'occasion d'aller au théâtre, à des conférences ? ». Le tableau suivant réunit les réponses obtenues :

catégorie	nombre de sujets	moyenne d'âge (années)	perte tonale moyenne (dB _{HL})	ratio SRT/PTM moyen	écart-type SRT/PTM	médiane SRT/PTM
souvent	14 sujets	63,1	33,2	0,69	0,21	0,66
de temps en temps	220 sujets	68,5	34,4	0,74	0,22	0,74
jamais	192 sujets	72,8	42,5	0,78	0,21	0,78

Les personnes déclarant se rendre souvent au théâtre semblent être plus performantes que les autres en moyenne.

Observons la répartition des ratios moyens :

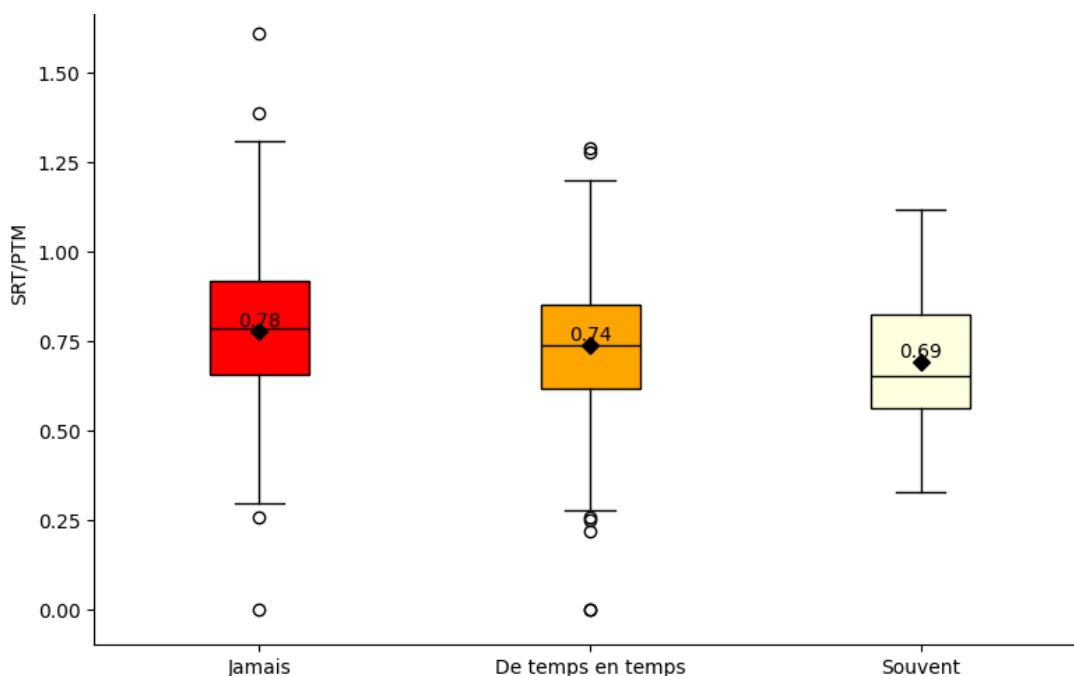


Figure 15 : Ratio SRT/PTM moyen selon la fréquence de sortie au théâtre ou à des conférences

Le test de Mann-Whitney ($U = 2\,284.5$, $p\text{-value} = 0.1885$) entre les patients se rendant souvent au théâtre et les autres ne nous permet pas de conclure à une différence significative.

4.1.6. Selon la fréquence des voyages

La question posée est : « Avez-vous l'occasion de voyager ? ». Le tableau suivant réunit les réponses obtenues :

catégorie	nombre de sujets	moyenne d'âge (années)	perte tonale moyenne (dB _{HL})	ratio SRT/PTM moyen	écart-type SRT/PTM	médiane SRT/PTM
souvent	33 sujets	65,8	31,9	0,75	0,19	0,78
de temps en temps	302 sujets	68,7	37,1	0,75	0,22	0,74
jamais	90 sujets	77,4	46,0	0,79	0,22	0,81

Le ratio moyen des personnes déclarant ne jamais voyager se rapproche de ceux qui sont moins performants, avec une médiane qui la dépasse. Observons leur répartition :

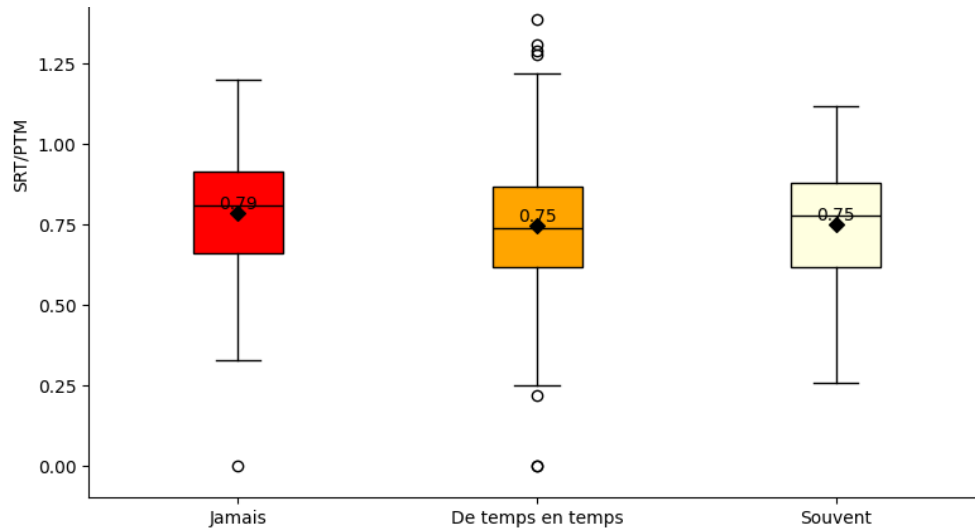


Figure 16 : Ratio SRT/PTM moyen selon la fréquence des voyages

Nous rassemblons les groupes déclarant partir souvent ou de temps en temps en voyage (335 sujets, moyenne 0,75) pour les comparer à ceux qui n'y vont jamais. Nous obtenons une valeur t de 1.5035 et une p-value de 0.1334 ce qui ne nous permet pas de rejeter l'hypothèse H0.

4.1.7. Selon le temps passé devant la télévision

La question posée est : « Combien de temps passez-vous chaque jour devant la télévision ? ». Le tableau suivant réunit les réponses obtenues :

catégorie	nombre de sujets	moyenne d'âge (années)	perte tonale moyenne (dB _{HL})	ratio SRT/PTM moyen	écart-type SRT/PTM	médiane SRT/PTM
pas de télévision	4 sujets	52,8 ans	37,8	0,76	0,23	0,74
moins d'1 heure	57 sujets	65,0 ans	36,0	0,74	0,21	0,77

1 à 3 heures	259 sujets	70,4	37,8	0,76	0,23	0,74
3 à 6 heures	91 sujets	72,8	40,3	0,75	0,21	0,75
plus de 6 heures	15 sujets	78,5	50,4	0,85	0,14	0,84

La répartition de ces ratios est représentée dans la figure suivante.

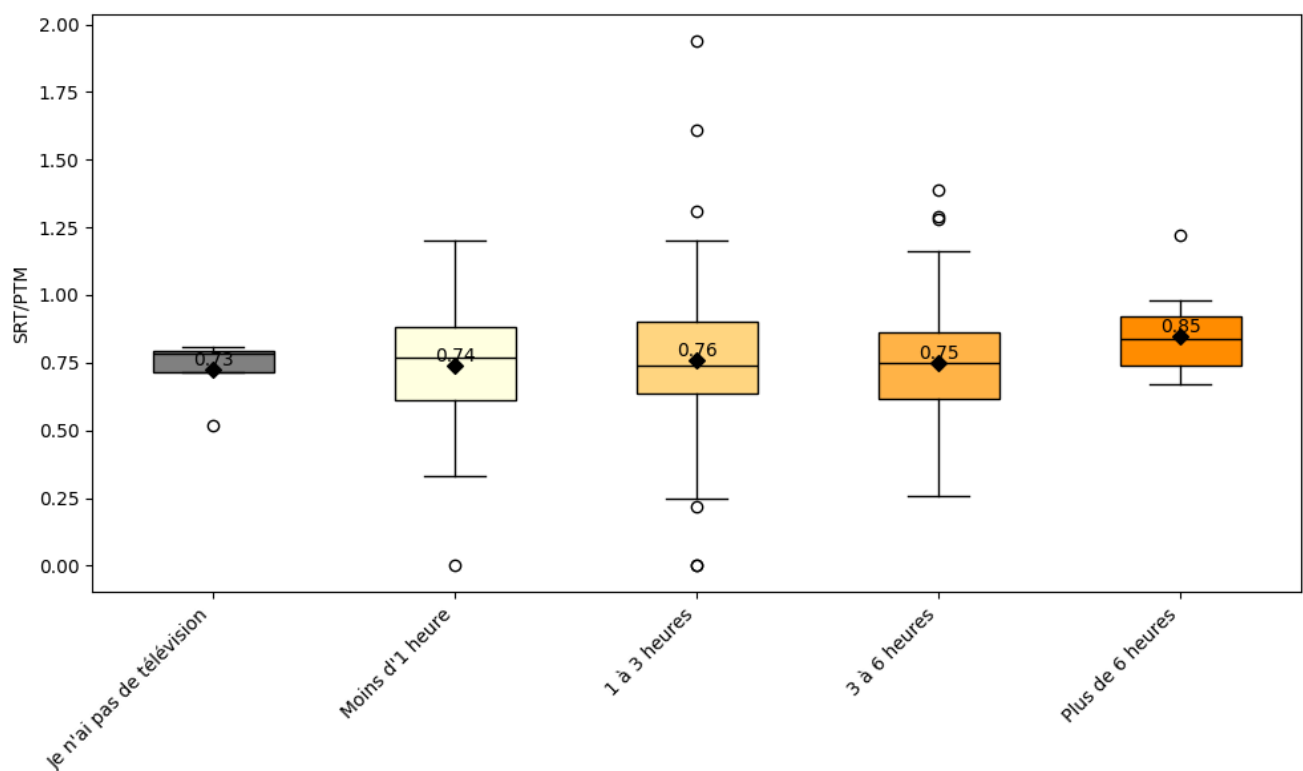


Figure 17 : Ratio SRT/PTM moyen selon le temps quotidien à regarder la télévision

Seul le groupe déclarant regarder la télévision plus de 6 heures semble se détacher du reste du panel. Le test de Mann Whitney nous permet d'observer une tendance à un ratio SRT/PTM plus élevé chez ces patients. ($U = 3979,5$, $p = 0.056$) mais celle-ci n'est pas suffisamment significative pour parvenir à une conclusion.

4.1.8. Selon la pratique musicale

La question posée est : « Jouez-vous d'un instrument de musique ? ». Le tableau suivant réunit les réponses obtenues :

catégorie	nombre de sujets	moyenne d'âge (années)	perte tonale moyenne (dB _{HL})	ratio SRT/PTM moyen	écart-type SRT/PTM	médiane SRT/PTM
non	401 sujets	70,8	39,2	0,76	0,21	0,76
oui	26 sujets	62,8	28,1	0,68	0,28	0,70

Les personnes pratiquant la musique semblent avoir un ratio SRT/PTM permettant de les catégoriser dans les sujets les plus performants.

Leur répartition est représentée ci-dessous :

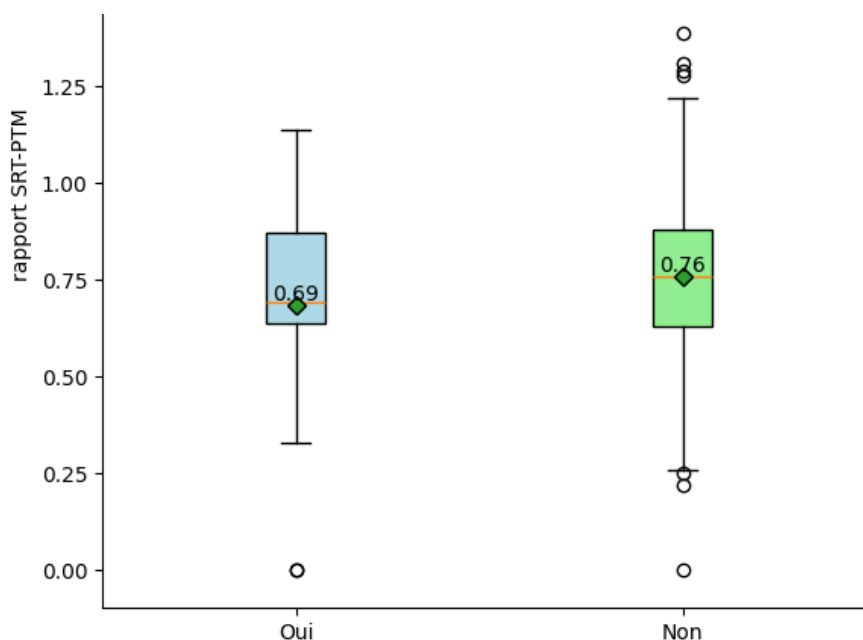


Figure 18 : Ratio SRT/PTM moyen selon la pratique musicale

Le test de Mann Whitney (U=4609.50, p-value=0.3227) ne nous permet pas de conclure à une différence significative entre ces deux groupes. Une étude avec une cohorte plus importante permettrait de préciser ces observations.

4.1.9. Selon l'écoute de la musique

La question étudiée est : « Écoutez-vous régulièrement de la musique ? ». Le tableau suivant réunit les réponses obtenues.

catégorie	nombre de sujets	moyenne d'âge (années)	perte tonale moyenne (dB _{HL})	ratio SRT/PTM moyen	écart-type SRT/PTM	médiane SRT/PTM
non	206 sujets	73,5	40,8	0,76	0,21	0,76
oui	221 sujets	67,4	36,5	0,76	0,23	0,75

Aucune différence notable n'apparaît entre ces groupes.

4.1.10. Selon la pratique sportive

Analysons à présent les réponses à la question : « Pratiquez-vous une activité sportive ? ». Le tableau suivant réunit les réponses obtenues :

catégorie	nombre de sujets	moyenne d'âge (années)	perte tonale moyenne (dB _{HL})	ratio SRT/PTM moyen	écart-type SRT/PTM	médiane SRT/PTM
non	254 sujets	71,9	40,6	0,77	0,22	0,77
oui	173 sujets	68,1	35,5	0,74	0,22	0,74

Les ratios moyens sont représentés ci-dessous :

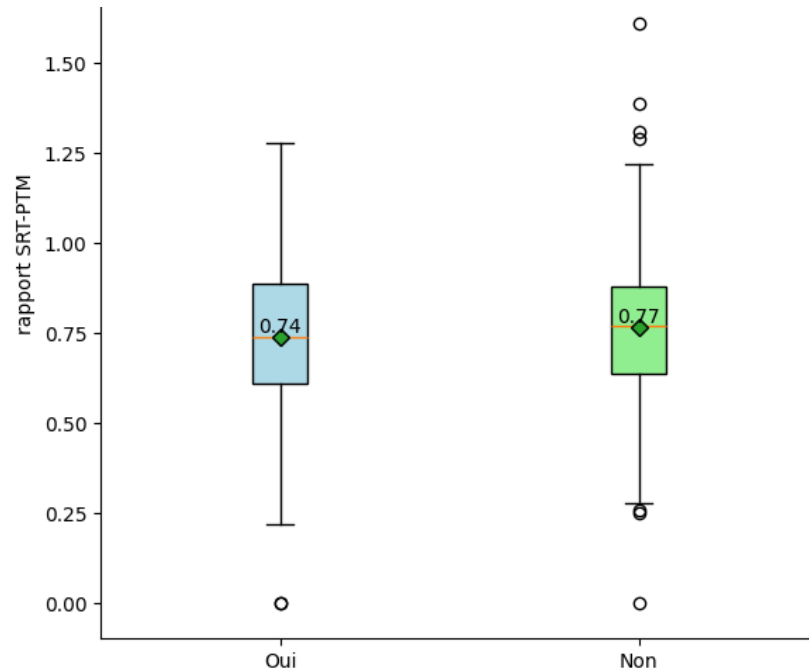


Figure 19 : *Ratio SRT/PTM moyen selon la pratique sportive*

Le test de Student nous donne une valeur $t = -1.16$, la p -value de 0.2458 ne nous permet pas de rejeter l'hypothèse H_0 .

4.1.11. Selon l'utilisation d'un ou plusieurs dispositifs électroniques

La question étudiée est : « Quels dispositifs électroniques utilisez-vous ? ». Les réponses étant très variées (il est nécessaire de connaître la marque du téléphone pour orienter le patient vers des aides auditives plus compatibles), celles-ci ont été rassemblées en grandes catégories, pour séparer les patients équipés d'un téléphone portable et d'autres dispositifs de ceux qui n'en ont pas :

catégorie	nombre de sujets	moyenne d'âge (années)	perte tonale moyenne (dB _{HL})	ratio SRT/PTM moyen	écart-type SRT/PTM	médiane SRT/PTM
aucun dispositif	42 sujets	85,1	51,7	0,83	0,17	0,85
dispositif sans téléphone	35 sujets	75,1	41,4	0,76	0,18	0,78

téléphone seul	147 sujets	69,5	38,8	0,74	0,22	0,72
téléphone et autre(s) dispositif(s) électronique(s)	197 sujets	67,1	35,0	0,75	0,23	0,75

La perte tonale moyenne et l'âge moyen sont plus importants dans le cas de personnes qui n'utilisent aucun dispositif électronique. Le ratio moyen semble mettre en avant des difficultés de compréhension plus importantes.

Les ratios moyens sont représentés dans la figure suivante :

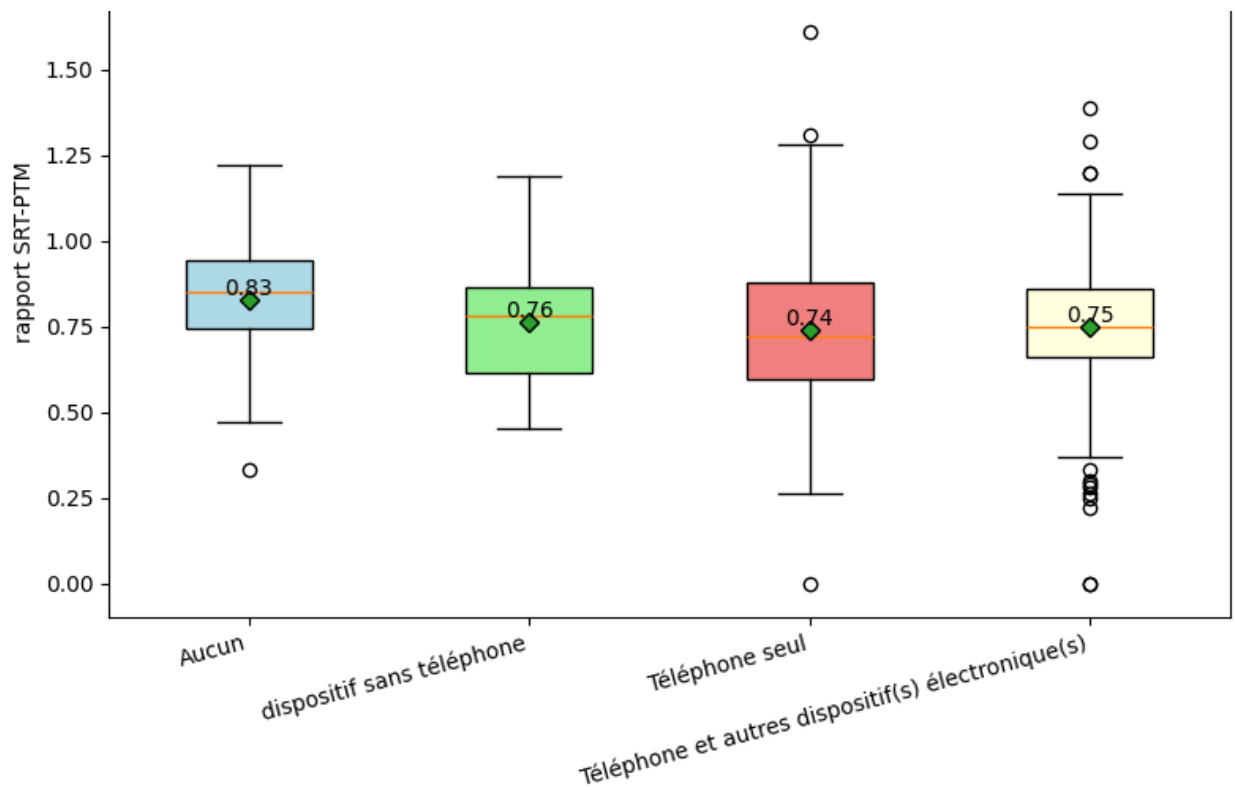


Figure 20 : Ratio SRT/PTM moyen selon les appareils électroniques possédés

Nous isolons les sujets qui n'utilisent aucun dispositif électronique du reste de la population ($n = 385$, ratio moyen = 0,75). Le test de Student nous permet de conclure à une différence significative avec un $t = 2.21$ et une p -value de 0.0278. Les personnes

n'utilisant jamais d'appareils type téléphone portable ni tablette semblent avoir davantage de difficultés pour la compréhension vocale que les autres. On peut émettre plusieurs hypothèses à ce sujet. Lorsqu'on souffre de problèmes de compréhension, on a une plus grande tendance à s'isoler et l'utilisation d'un téléphone est compromise. De plus, la moyenne d'âge plus importante de ce groupe implique une adoption limitée des dispositifs électroniques (smartphones, tablette, etc.).

4.2. Regroupement de la population observée selon les performances

Résumons les corrélations observées entre le ratio SRT/PTM moyen et les réponses à l'anamnèse :

- sujets en activité / sujets retraités
- sujets vivant en famille ou en couple / sujets vivant seuls
- sujets se rendant occasionnellement ou souvent au cinéma / sujets qui n'y vont jamais
- sujets possédant un ou plusieurs dispositifs électroniques / sujets n'en possédant aucun

Proposons une analyse exploratoire à partir de sous-groupes réalisés dans la population étudiée pour établir un profil comportemental.

4.2.1. Construction d'un arbre décisionnel

Évaluons notre population grâce à un arbre décisionnel pour établir des sous-groupes. Nous commençons par séparer la population en deux à partir des constatations précédentes : les personnes actives ou retraitées.

L'arbre suivant a été construit de manière à différencier des groupes de patients les plus équilibrés possibles d'après le panel analysé. Certains ont été exclus faute de réponse à une question ou parce qu'ils font partie d'un groupe pour lequel nous n'avons pas pu conclure à une différenciation (les personnes sans activité notamment). Les sous-groupes dont la taille est inférieure à 10 patients n'ont pas été compartimentés.

Nous obtenons cinq sous-groupes contenant 411 sujets sur les 427 étudiés, soit plus de 96% de la cohorte.

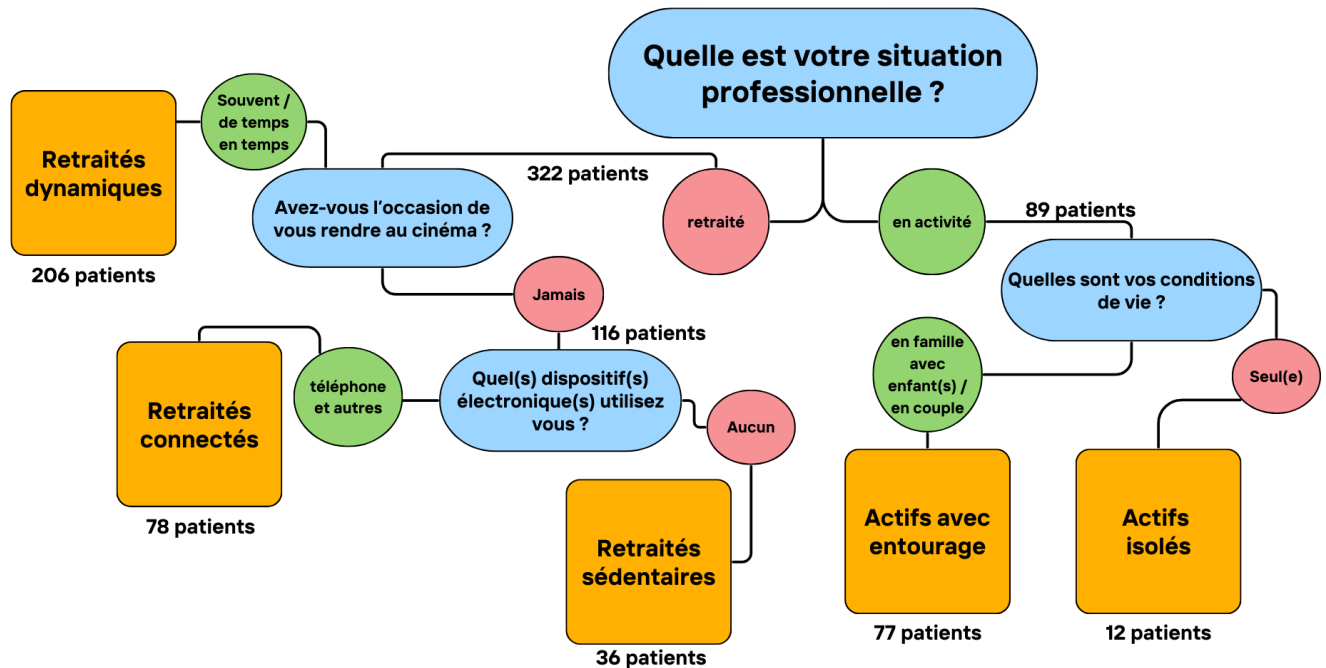


Figure 21 : Arbre décisionnel pour le profilage des patients

4.2.2. Analyse des profils

Les données de chaque profil sont représentées dans le tableau suivant :

catégorie	nombre de sujets	moyenne d'âge (années)	perte tonale moyenne (dB _{HL})	ratio SRT/PTM moyen	écart-type SRT/PTM	médiane SRT/PTM	seuil moyen à 2 kHz (dB _{HL})
actifs avec entourage	77 sujets	51,5	29,4	0,70	0,28	0,71	35,3
actifs isolés	12 sujets	54,3	34,5	0,63	0,28	0,55	32,9
retraités dynamiques	206 sujets	73,8	37,4	0,75	0,19	0,74	42,7

retraités connectés	80 sujets	77,1	46,4	0,82	0,23	0,81	50,0
retraités sédentaires	36 sujets	85,2	51,7	0,81	0,16	0,84	55,1

Remarquons que certains groupes ne se comportent pas conformément à nos attentes. Tout d'abord, au sein des actifs, les personnes vivant seules ont un ratio SRT/PTM moyen moins performant. Les écart-types importants nous empêchent de conclure sur ce point. La médiane très basse et le nombre restreint des actifs isolés nous laisse à croire que le panel n'est pas représentatif et que certains sujets influencent fortement les résultats.

Les retraités conservent en moyenne un ratio plus élevé mais, là encore, certains ne semblent pas influencés par les observations établies précédemment, comme l'utilisation ou non d'appareils électroniques. Observons les ratios moyens dans la figure ci-dessous :

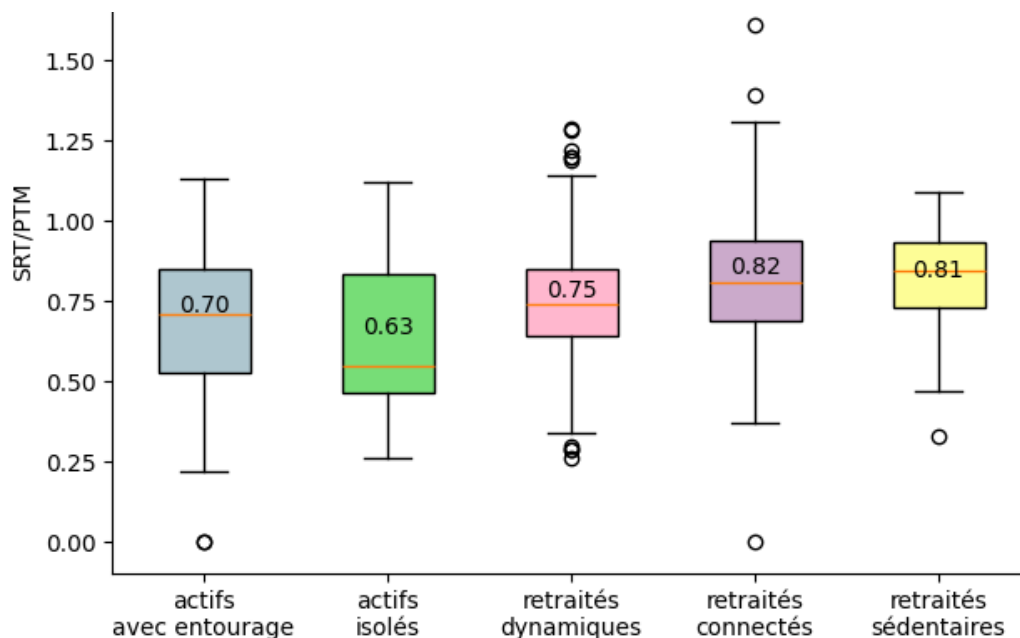


Figure 22 : Ratio SRT/PTM moyen par groupe

Afin de mieux visualiser les différences deux-à-deux, nous avons réalisé le test post-hoc de Tukey HSD avec un intervalle de confiance de 95%. La figure ci-dessous représente la carte de chaleur des différences de moyenne du ratio SRT/PTM entre chaque groupe.

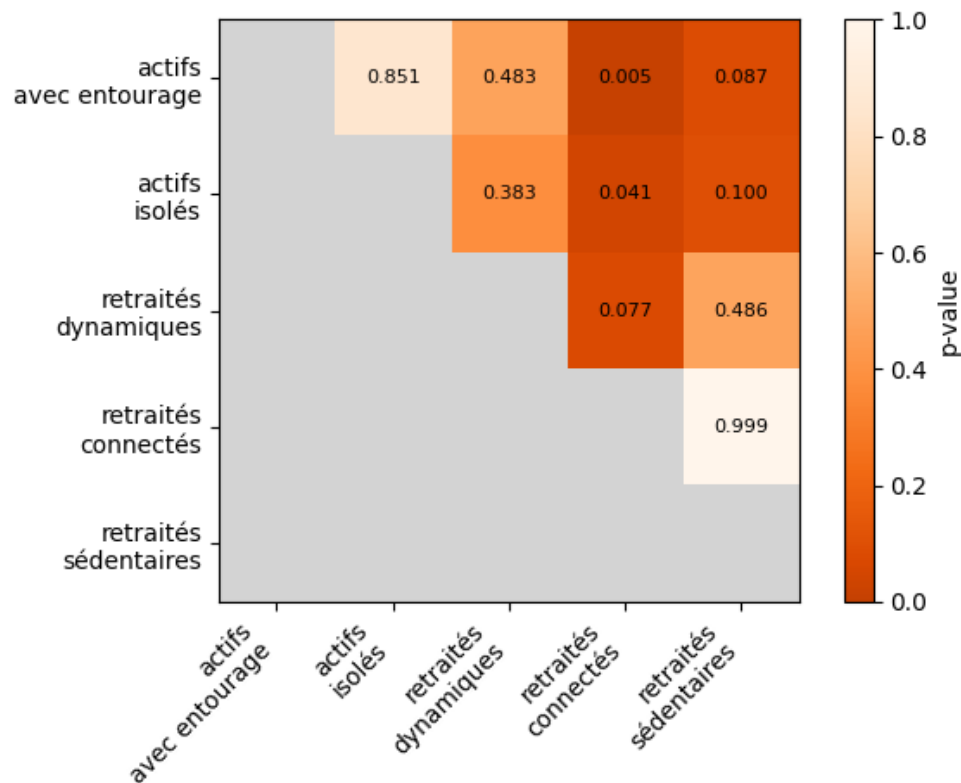


Figure 23 : Carte de chaleur des différences entre les groupes établis

Les différences significatives et tendances apparaissent uniquement entre actifs et retraités. Toutefois, nous notons que les retraités se rendant occasionnellement au cinéma ont des performances proches des personnes en activité. Les personnes qui ne travaillent pas mais qui font des sorties régulières souffrent de moins de difficultés que celles qui sont plus sédentaires.

Une exploration avec davantage de données nous permettrait de préciser ces observations. Nous constatons toutefois que la vie sociale semble avoir une incidence positive sur la compréhension du signal vocal.

4.2.3. Exploration multifactorielle

Analysons la régression linéaire à partir des données qualitatives retenues :

```

=====
                        OLS Regression Results
=====
Dep. Variable:          rapport SRT-PTM      R-squared:                0.039
Model:                  OLS                  Adj. R-squared:           0.030
Method:                 Least Squares        F-statistic:              4.088
Date:                  Tue, 20 May 2025      Prob (F-statistic):      0.00293
Time:                  13:21:42              Log-Likelihood:          46.427
No. Observations:      407                  AIC:                     -82.85
Df Residuals:          402                  BIC:                     -62.81
Df Model:               4
Covariance Type:       nonrobust
=====
                        coef      std err      t      P>|t|      [0.025      0.975]
-----
const                0.8394      0.036     23.072    0.000      0.768      0.911
is_active            -0.0614      0.027     -2.261    0.024     -0.115     -0.008
cinema_occas        -0.0473      0.027     -1.774    0.077     -0.100      0.005
non_iso             -0.0164      0.025     -0.665    0.506     -0.065      0.032
connected            -0.0288      0.040     -0.725    0.469     -0.107      0.049
=====
Omnibus:              50.112    Durbin-Watson:           1.938
Prob(Omnibus):        0.000    Jarque-Bera (JB):        208.805
Skew:                 0.432    Prob(JB):                4.56e-46
Kurtosis:             6.401    Cond. No.                8.24
=====
```

L'étude de la variable SRT/PTM ne permet d'obtenir qu'un coefficient $R^2 = 0.039$, soit une valeur très faible. Le F-statistic (4.088) du test global indique qu'au moins une des variables a un effet non nul ($p = 0.00293$).

La valeur moyenne retenue (SRT/PTM = 0,84) concerne les retraités vivant seuls, ne sortant jamais au cinéma et ne possédant pas de dispositif électronique.

Par rapport à eux, les personnes en activité ont en moyenne un ratio SRT/PTM inférieur de 0,0614 soit de meilleures performances avec une p-value = 0.024 significative. La p-value ne montre qu'une tendance concernant les sorties au cinéma ($p = 0.077$) et elle n'est plus du tout significative pour les autres données qualitatives.

Les données ne suivent pas la loi normale et le nombre de condition (Cond. No.= 8.24) n'indique pas de problème sérieux de multicolinéarité entre les quatre variables binaires. Celles-ci sont donc assez peu liées entre elles.

Les effets marginaux des données retenues ne permettent pas de construire un modèle assez robuste pour expliquer les variations de performance. Celui-ci nécessite d'être enrichi à partir de davantage de données. L'élaboration d'un score plus représentatif que les ratios observés serait une autre piste à explorer.

5. Discussion

5.1. Limites de l'étude

Le mode de recueil des données audiométriques et anamnestiques donne lieu à des approximations et imperfections inhérentes au rassemblement d'un grand nombre de données. Ainsi, le test au casque plutôt qu'aux inserts, l'utilisation de listes vocales avec une voix de femme ou d'homme, l'accompagnement d'un proche ou non pour renseigner le questionnaire sur tablette nous apparaissent autant de sources d'erreurs possibles devant être prises en compte pour l'interprétations des résultats observés.

Les listes dissyllabiques de Lafon sont critiquées pour la forte suppléance mentale qui intervient lors de ces tests et leur faible sensibilité au phénomène de recrutement. Cette suppléance peut faire intervenir de fortes variabilités et limiter la précision des résultats. L'utilisation des listes cochléaires permettrait une analyse plus pointue.

Enfin, n'oublions pas que l'anamnèse reste déclarative. À ce titre, nous ne pouvons pas exclure des oublis et sur ou sous-évaluations (concernant le temps quotidien devant la télévision, par exemple) résultant de la subjectivité de chacun.

Les données observées ne permettent pas la construction d'une prévision des ratios SRT/PTM après exploration multifactorielle.

5.2. Observations sur les sorties au cinéma

Concernant les sorties, la tentation était grande de proposer un groupe brassant indifféremment les sorties au cinéma et au théâtre. Nous nous sommes alors questionnés sur ce qui différencie ces deux expériences de spectacle, et un élément nous a semblé ressortir nettement : le niveau sonore.

En effet, l'évaluation des niveaux d'écoute dans les cinémas d'Île-de-France de Bruitparif fait apparaître des niveaux sonores équivalents sur une minute pouvant dépasser 90 dB(A) (2017, p.5). Si les sons moyens restent éloignés du temps d'exposition quotidien réglementaires en matière de prévention, les valeurs crêtes n'en restent pas moins inconfortables pour les personnes sensibles aux sons forts.

C'est pourquoi nous avons souhaité étudier la cohorte à travers le phénomène de recrutement.

Le tableau suivant recense le nombre de patients appartenant respectivement au groupe se rendant occasionnellement au cinéma, ou non, en croisant les données de ceux qui sont atteints de recrutement. Nous avons effectué le test du χ^2 pour évaluer si la sensibilité aux sons forts pouvait avoir une incidence sur les sorties au cinéma. Un patient est considéré comme atteint de recrutement si ses performances de compréhension vocale diminuent au fur et à mesure que l'intensité augmente après avoir atteint son maximum sur les deux oreilles testées (courbes en cloche).

recrutement	Sorties occasionnelles au cinéma	pas de sortie au cinéma
oui	7 sujets	12 sujets
non	287 sujets	120 sujets

Le test du χ^2 à 1 degré de liberté montre une corrélation statistiquement significative avec $\chi^2 = 9.63$ et une p-value ≈ 0.00192 . Le risque relatif pour qu'une personne qui ne se rend jamais au cinéma soit atteinte de recrutement est de 114%,

soit 2,14 fois plus de risque. Nous devons accroître notre vigilance lors des tests pour ces personnes, en testant le niveau de compréhension à des niveaux d'intensité plus élevés. L'inconfort créé par le phénomène de recrutement semble avoir une réelle incidence sur le comportement des patients, c'est pourquoi il doit être pris en compte dans le cadre d'un appareillage.

Analysons maintenant notre panel à partir de l'Aire sous la courbe (AUC), évoquée précédemment, pour observer les comportements à travers cette valeur qui prend en compte les courbes de compréhension vocale en cloche.

Sorties au cinéma	SRT moyen en dB _{HL} (± écart-type)	AUC moyenne en % (± écart-type)
Jamais	38,42 ± 17,20	45,6 ± 19,6
De temps en temps / Souvent	25,90 ± 12,26	60,6 ± 14,5

Plus le patient a une bonne discrimination vocale, plus le seuil d'intelligibilité est faible et plus l'aire sous la courbe est haute. Nous réalisons le test d de Cohen pour mesurer l'ampleur des valeurs mesurées.

Commençons par calculer l'écart-type poolé à partir des écart-types des deux

valeurs :
$$\sigma_{\text{poolé}} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}{2}}$$

puis la valeur
$$d = \frac{M_1 - M_2}{\sigma_{\text{poolé}}}$$

Nous obtenons : **d ≈ 0.84** pour le SRT, **d ≈ 0.87** pour l'AUC.

Ces deux valeurs représentent un effet très corrélé avec un d > 0.8, avec un effet standardisé plus sensible pour l'aire sous la courbe vocale. En d'autres termes, les patients déclarant ne jamais se rendre au cinéma ont en moyenne un seuil d'intelligibilité plus élevé et une aire sous la courbe plus faible que ceux qui s'y rendent

occasionnellement. Ce phénomène est encore plus marqué par l'indicateur AUC qui prend en compte le phénomène de recrutement.

5.3. Préconisations sur la prise en charge

Les personnes sujettes à davantage de sollicitations de par leur entourage ou leur travail semblent rencontrer moins de difficultés pour la compréhension du signal vocal que les personnes plus isolées ou sédentaires. Au niveau de l'appareillage, cela se traduit par une incitation à s'équiper avec des aides auditives de classe II capables de s'adapter à davantage de situations sonores. Pour les actifs, une aide financière est apportée aux travailleurs handicapés. Ceux-ci ne sont pas systématiquement informés de leurs droits : le praticien et son assistant·e peuvent les accompagner dans leurs démarches. Pour les réunions, des accessoires peuvent être proposés comme des microphones déportés ou des équipements d'écoute adaptables à partir d'un PC ou d'un téléphone.

Différentes marques d'appareils auditifs peuvent être choisies en fonction du téléphone portable du patient et selon ses besoins en matière de connectivité. Des adaptations offrent la possibilité de recevoir directement les appels et le streaming dans les aides auditives.

Les patients vivant avec un entourage familial ou en couple doivent pouvoir davantage adapter le volume de leurs aides, notamment pour l'écoute de la télévision ou de la radio. La possibilité de monter le volume des appareils permettra de limiter le niveau sonore des médias pouvant incommoder ses proches. À l'inverse, celle de baisser le gain des aides auditives permet d'éviter la tentation de les enlever dans un contexte bruyant.

Concernant les patients atteints de recrutement ou d'hyperacousie, la fabrication d'embouts sur-mesure avec un évent réduit permettra de minimiser l'impact des sons directs en maîtrisant le couplage acoustique. La compression sera adaptée à la dynamique résiduelle et les niveaux de sortie maximaux aux seuils d'intolérance. Là

encore, la classe II, avec un nombre de canaux plus important, permettra une compression dynamique de meilleure qualité.

Dans l'étude de Bruitparif citée précédemment sur les niveaux sonores au cinéma, nous avons pu remarquer que les niveaux sonores ne sont pas équivalents pour tous les types de films. Dans le cas d'une demande spécifique d'un patient à pouvoir retrouver le plaisir de ce type de sorties, il convient d'évaluer quelle gêne est perçue comme le plus grand frein. Est-ce l'inconfort dû aux sons forts ? Ou bien s'agit-il de l'incapacité de comprendre certains dialogues ? Dans le premier cas, nous activerons davantage les débruiteurs dans un programme spécifique, dans le second nous augmenterons le gain des sons faibles.

Le recueil du COSI en début d'appareillage permet d'identifier avec chaque patient les priorités le concernant pour nous adapter en tant que praticien. La création de programmes dédiés à des situations particulières est une des solutions apportées pour répondre à leurs attentes.

5.4. Biais d'analyse

L'exposition répétée à des situations sonores complexes au sein du mode de vie des patients semble un facteur de préservation des capacités cognitives entrant en jeu dans la compréhension. Cependant, n'oublions pas que les données étudiées ont été recueillies en laboratoire pour des patients venus s'équiper d'aides auditives.

À ce titre, nous nous posons la question suivante : dans quelle mesure les différences de performances observées sont-elles influencées par une différence de *besoin* de la part de ces patients ? À l'inverse d'une personne vivant seule avec peu de sorties, un sujet soumis régulièrement à des difficultés en réunion ou dans le cadre de sa vie privée sera plus enclin à consulter un spécialiste. En témoignent les observations menées sur les différents groupes formés dans cette étude : les actifs avec entourage ont une perte auditive moyenne inférieure à ceux qui sont isolés (29,4 dB_{HL} contre 34,5

dB_{HL}). La taille des effectifs n'est toutefois pas suffisante pour conclure à une incidence réelle, c'est pourquoi nous étudions le panel complet au regard des conditions de vie.

Les 122 sujets déclarant vivre seuls ont une perte tonale moyenne de 41,9 dB_{HL} sur leur meilleure oreille, contre 37,2 dB_{HL} pour les autres patients. Le test de Student donne les résultats suivants : $t = 2.95$, $p\text{-value} = 0.0036$. Cette différence est significative : il est probable que l'entourage des sujets étudiés ait une influence positive sur la précocité de l'appareillage. L'une des questions de l'anamnèse nous permet d'observer plus spécifiquement l'influence du mode de vie sur la prise de décision : « depuis combien d'années ressentez-vous une gêne auditive ? ». Les résultats apparaissent dans le tableau récapitulatif suivant :

ancienneté de la gêne auditive	Moins de 5 ans	5 à 10 ans	Plus de 10 ans
Patients vivant seuls	71 sujets	33 sujets	18 sujets
Patients vivant en famille ou en couple	173 sujets	82 sujets	50 sujets

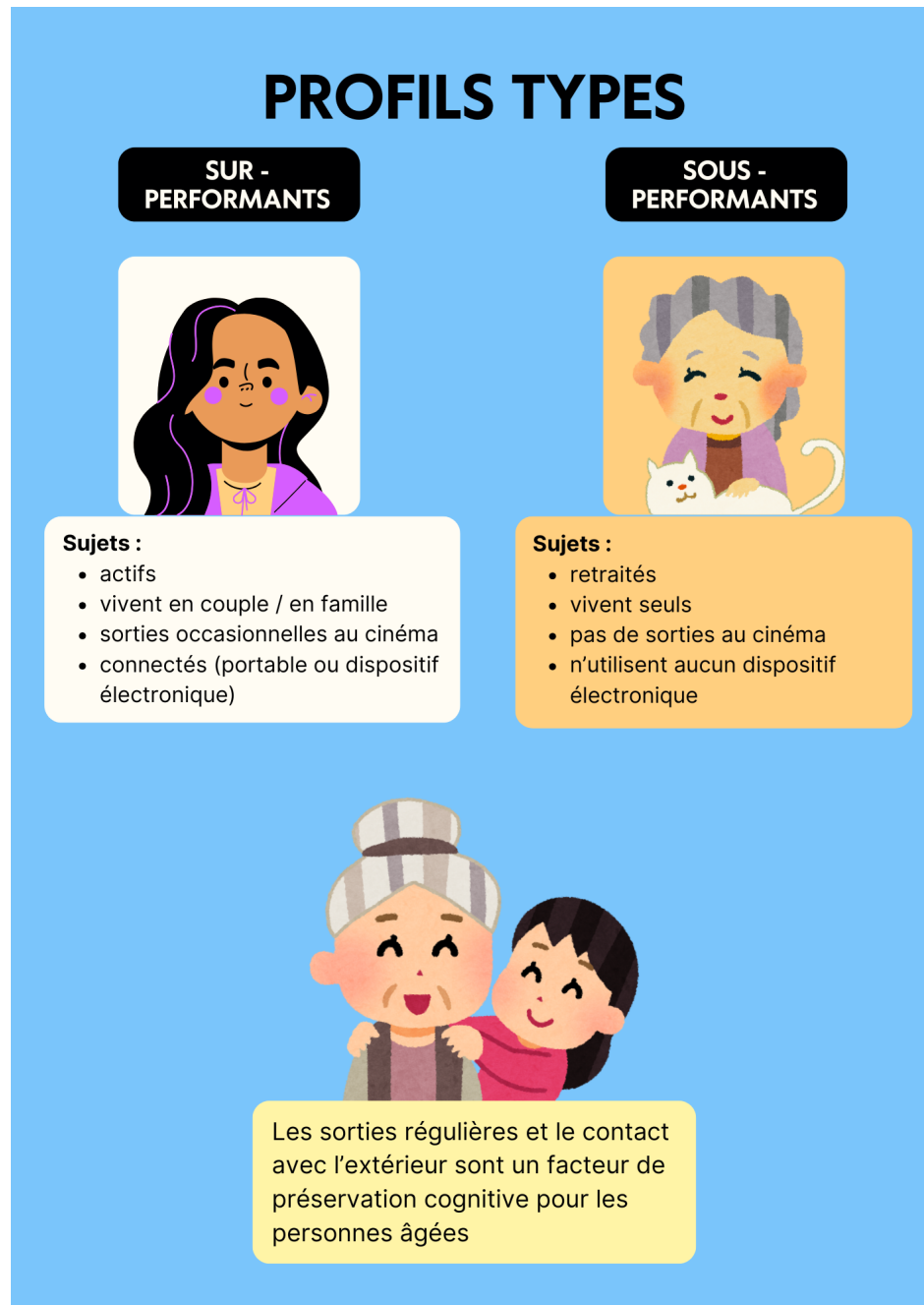
Le test du $\chi^2 = 0.18$, et la $p\text{-value} = 0.9134$ ne permettent pas de conclure à une différence significative. Ce point mériterait d'être approfondi dans le cadre d'un questionnaire plus détaillé.

5.5. Établissement de profils-types

Ce mémoire a pour vocation l'établissement de profils de patients à partir des observations menées. Une analyse des données à plus grande échelle permettrait de mettre en avant des typologies de sujets nécessitant une adaptation de leur prise en charge audioprothétique. Une telle analyse aurait pour vocation d'orienter les audioprothésistes vers un accompagnement plus adapté à chacun en fonction des réponses fournies lors de l'anamnèse et de systématiser des tests complémentaires lorsque la situation l'exige. Par exemple :

- tests vocaux à haute intensité pour les personnes avec risque accru de recrutement
- tests dans le bruit pour des personnes en activité avec une perte tonale moyenne faible.

Partant de nos observations, proposons ces profils-types :



Le maintien d'une activité professionnelle, des sorties régulières, le lien avec ses proches et le monde extérieur via des outils numériques permettent de maintenir une meilleure réserve cognitive. En favorisant le contact avec l'extérieur, les personnes appareillées gardent une plus grande motivation pour comprendre leurs proches. Ces sollicitations régulières permettent de préserver leurs facultés auditives et d'obtenir de meilleures performances de compréhension au regard de leur perte d'audition.

5.6. Pistes exploratoires

L'une des pistes explorées dans cette étude concerne l'utilisation de l'Aire sous la courbe (AUC) comme indicateur plus précis pour l'analyse de la courbe vocale. L'étude des différences entre les groupes se rendant occasionnellement au cinéma ou non en atteste. Cependant, le manque de publications sur le sujet et la forte corrélation avec le seuil d'intelligibilité nous ont fait préférer ce choix d'indice plus établi. À l'avenir, l'exploitation de ces données nous semblerait pertinente dans le cadre d'une étude spécifique.

Concernant les questions de l'anamnèse, nous avons pu évaluer l'utilité de certains items pouvant paraître redondants, comme par exemple les sorties au théâtre ou au cinéma. Or, il nous est apparu que ces questions, dans le cadre d'une évaluation avant un appareillage, sont complémentaires et permettent au praticien d'appréhender globalement le mode de vie des patients.

Nous pouvons confirmer d'après les résultats observés que les sorties, l'activité professionnelle et le maintien d'un lien social sont liés à une meilleure compréhension du signal vocal à audibilité équivalente. Cependant, ces observations seraient plus représentatives dans le cadre d'un suivi au long cours avec l'étude de l'évolution de la situation des patients pris en charge. Une intégration des carrousels d'activité fournis par le Data Login (temps de fonctionnement des aides auditives et environnements sonores) des fabricants permettrait une analyse plus complète et objective des modes de vies des sujets étudiés.

Nombreux sont les audioprothésistes ayant fait l'expérience de patients améliorant leurs courbes de compréhension vocale après un appareillage. Un suivi longitudinal pour étudier l'évolution des performances en parallèle de l'évolution du mode de vie permettrait de répondre à des questions telles que :

- Dans quelle mesure l'équipement permet-il de sortir de l'isolement dû à une perte auditive ?
- La reprise d'une vie sociale permet-elle de rééduquer le système auditif et la récupération de facultés cognitives ?

Pour les praticiens, la prise en considération des difficultés de chaque individu et leurs progrès possibles permettent d'améliorer la qualité du suivi des patients.

Conclusion

Les conclusions de l'INSERM concernant l'impact du mode de vie sur le déclin cognitif semblent corroborées par l'étude de l'anamnèse en laboratoire d'audioprothèse au regard des performances de compréhension à audibilité équivalente. Les résultats obtenus suggèrent que certaines dimensions de la sociabilité et de la stimulation sensorielle (sorties au cinéma, interactions familiales, utilisation d'appareils électroniques) peuvent jouer un rôle de préservation de la discrimination vocale. Ceux-ci sont toutefois à relativiser au regard de l'absence de différence notable observée entre tous les groupes comportementaux constitués dans cette étude, ainsi qu'en raison des biais relevés sur les besoins des patients se rendant en laboratoire.

Dans le cadre de la prévention, la lutte contre l'isolement des personnes âgées est un instrument efficace pour limiter les effets de la dégénérescence neuronale et l'exclusion qui en découle, pour les personnes malentendantes plus spécifiquement. L'effet de recrutement, mis en avant dans cette étude et facteur d'auto-limitation pour les sorties au cinéma, devrait faire l'objet d'une attention particulière lors des tests d'audiométrie vocale. Celui-ci n'est en effet pas systématiquement contrôlé lors des

opérations de dépistage dans les laboratoires d'audioprothèse ou dans les cabinets ORL et il ne fait pas l'objet de préconisations de la part du législateur.

Sur le plan de l'exploration, des démarches automatisées permettant d'analyser des cohortes plus denses, des analyses multifactorielles (pour isoler l'effet indépendant de chaque facteur) ou des analyses en composantes principales permettraient de faire évoluer la recherche en la matière.

Notice

Audiométrie tonale

Recherche du seuil d'audition à l'aide de sons émis à différentes fréquences de 125 Hz à 8 kHz. Les sons sont proposés avec des pas de 5 dB afin réaliser l'audiogramme tonal en dB_{HL}. En cas de différence interaurale mesurée au-delà du transfert transcrânien, l'opérateur effectue un masquage pour écarter les risques de courbe fantôme.

Perte tonale moyenne (PTM)

La perte tonale moyenne (pure tone average en anglais) se calcule en mesurant la moyenne de la perte d'un patient à 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz et 4 kHz en dB_{HL}.

Seuil subjectif d'inconfort (SSI)

Niveau maximal supporté par le patient. Le niveau sonore des sons pulsés est élevé progressivement par pas de 5 dB jusqu'à ce que le patient signale lui-même ne plus pouvoir supporter de son plus fort ou qu'il montre des signes de réflexe optico-palpébral (clignements des yeux). Cette mesure est nécessaire pour le réglage des aides auditives sur les centres testés en raison de l'utilisation de la méthodologie d'adaptation en DSL-V5 qui nécessite de connaître les seuils d'inconfort du patient.

Audiométrie vocale

Mesure de l'intelligibilité. On présente des listes de mots à différentes intensités devant être répétées par le patient pour obtenir une courbe de compréhension de la vocale représentant le score de discrimination (en %) en fonction de l'intensité (en dB_{HL}).

Seuil d'intelligibilité (SRT)

Niveau d'intensité correspondant à 50% de compréhension lors du test vocal.

Gain vocal

Il consiste à faire répéter des listes de mots au patient avec et sans appareils auditifs pour comparer le gain en matière d'intelligibilité (en %) par intensité sonore. Il est réalisé en champ libre et se mesure en dB.

Recrutement

Le phénomène de recrutement touche certains malentendants. Il peut se caractériser par une dynamique réduite (écart entre le seuil de perception et d'inconfort), mais surtout une baisse de l'intelligibilité à des niveaux d'intensité élevés.

Ce phénomène implique les cellules ciliées de la cochlée et s'observe lorsque la courbe vocale redescend après avoir atteint son maximum (courbe en cloche).

Engagement sur l'honneur de non plagiat

Je soussignée Laure Serriere, étudiante n° 22207191, inscrite aux études préparatoires au diplôme d'État d'audioprothésiste, certifie sur l'honneur être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publié sur toutes formes de supports, y compris électronique, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée (Articles L335-2 et L335-3).

Je déclare être informée que dans le cas où un plagiat serait constaté dans un de mes travaux écrits, celui-ci conduirait à la nullité de l'examen et serait passible de sanctions pénales.

En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour produire et écrire ce document.

Fait à Saint-Sébastien-de-Morsent, le 5 Mai 2025

ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire HHIE-S

Annexe 2 : COSI

Annexe 3 : Document RGPD destiné aux patients

Annexe 4 : Listes dissyllabiques de Lafon

Annexe 1 : questionnaire HHIE-S

HHIES – version française

Date :

Sujet :

Items	OUI (x4)	PARFOIS (x2)	NON (x0)
Vous sentez-vous mal à l'aise à cause d'un problème d'audition lorsque vous rencontrez de nouvelles personnes ?			
Vous sentez-vous frustré(e) par un problème d'audition lorsque vous parlez aux membres de votre famille ?			
Avez-vous des difficultés pour entendre quand quelqu'un parle à voix basse ?			
Vous sentez-vous handicapé(e) par un problème d'audition ?			
Est-ce qu'un problème d'audition vous met en difficulté lorsque vous rendez visite à des amis, parents, voisins ?			
Assistez-vous moins souvent que vous le voudriez à certains événements (spectacles, concerts, cérémonies religieuses) à cause d'un problème d'audition ?			
Est-ce qu'un problème d'audition est à l'origine de disputes avec les membres de votre famille ?			
Est-ce qu'un problème d'audition vous met en difficulté pour écouter la TV ou la radio ?			
Avez-vous l'impression qu'une quelconque difficulté d'audition limite ou gêne votre vie personnelle ou sociale ?			
Est-ce qu'un problème d'audition vous met en difficulté lorsque vous êtes au restaurant avec des parents ou des amis ?			
SCORE BRUT (somme des points attribués)			
SCORE TOTAL			

[illegible]

Annexe 3 : Document RGPD

La protection de vos données personnelles



VOTRE NOM

VOTRE PRÉNOM

Je consens à ce qu'Audilab traite mes données personnelles afin de m'envoyer des offres commerciales par :

☐ e-mail ☐ SMS ☐ courrier

☐ Je suis le représentant légal de la personne dont on traite les données personnelles (rayer la mention inutile : père/mère/tuteur)



Audilab
Ensemble, pour une belle écoute

www.audilab.fr

Signature :

La présente note d'information (à retrouver dans son intégralité via le QR code ci-contre) vous permet de comprendre les traitements de données personnelles vous concernant mis en œuvre par Audilab.



Pour plus d'informations vous pouvez consulter notre politique de confidentialité sur le site internet **www.audilab.fr**. Soyez informé que vos données personnelles ne seront jamais vendues, louées ou partagées à des sociétés tierces pour la réalisation de leurs activités marketing. Vous pouvez retirer votre consentement à tout moment notamment en cliquant sur le lien de désabonnement au sein des e-mails envoyés par Audilab ou en envoyant STOP aux SMS envoyés par Audilab. Vous pouvez également vous opposer à l'envoi d'offres commerciales par courrier postal ou exercer vos autres droits (accès, rectification, effacement, limitation, retrait du consentement) en vous adressant à dpo.cnil@audilab.fr ou à GIE Audilab Ressources - 31, rue Fabienne Landy - CS 10510 - 37705 Saint-Pierre-des-Corps Cedex - Tél : 02 47 64 64 17. Vous disposez également du droit de déposer une réclamation auprès de la Commission Nationale Informatique et Libertés (CNIL) si vous l'estimez nécessaire.



Credit image : Adobe Stock - Ne pas jeter sur la voie publique

Annexe 3 : Listes dissyllabiques de Lafon

devant	genou	repas	volcan	cheval
facteur	lundi	milieu	refrain	parfum
bassin	sommeil	sapin	tailleur	sabot
citron	cerceau	sourcil	tissu	concert
dossier	buffet	museau	signal	poussin
jumeau	ballon	talon	soldat	muguet
caillou	patron	cadeau	départ	noyau
galop	mendiant	réveil	boucher	dîner
prénom	voisin	bouquet	berger	métal
poulain	rôti	grenier	moineau	désert
velours	maillot	repos	renard	neveu
jeudi	docteur	cheveu	meunier	moteur
chausson	palais	tunnel	salon	salut
costume	dessert	serpent	pinceau	français
dessin	buvard	sifflet	sommier	ruisseau
balai	chagrin	cadran	ruban	début
carré	journal	bourgeon	hangar	printemps
fagot	filet	métier	visage	lilas
lampion	maçon	canard	couteau	canon
traîneau	secours	moulin	billet	bijou

BIBLIOGRAPHIE

Articles

- Bonnard, D. (2020). Un questionnaire pour dépister la surdité après 60 ans. *Audiologie Demain*, 11.
- Dindamrongkul, R. et al. (2024). Prediction of pure tone thresholds using the speech reception threshold and age in elderly individuals with hearing loss. *BMC Research Notes*, 107(17).
- Delacour et al. (2005). La courbe ROC (Receiver Operating Characteristic) : principes et principales applications en biologie clinique. *Annales de biologie clinique*, 63(2).
- Huys, V. (2021). Le rôle de l'anamnèse dans la co-construction du diagnostic. *Espaces Linguistiques*, 2.
- Lefèvre, F. (2012). Bilan d'orientation prothétique vocal dans le silence. *Cahiers de l'audition*, 25(1), 60-62.
- Lentz, J. et al. (2017). Audiometric Testing With Pulsed, Steady, and Warble Tones in Listeners With Tinnitus and Hearing Loss. *American Journal of Audiology*, 26, 328-337.
- Mead C. Killion et al. (1985). Insert Earphones For More Interaural Attenuation. *Hearing Instruments*, 36(2).
- Moulin, A., Aubin-Karpinski, L. (2024). Évaluer le bénéfice des appareils auditifs dans un environnement sonore naturel. *Audiologie Demain*, 39, 32-33.
- Robilliard, B. (2022). Incertitude : vrai ou faux ? *La revue de médecine interne*, 43, 521-523.
- Salvago, P., et al. (2024). Client Oriented Scale of Improvement in first-time and experienced hearing aid users: An analysis of five predetermined predictability categories through audiometric and speech testing. *Journal of Clinical Medicine*, 13(3956).
- Scheen, A.J. (2013). L'anamnèse médicale, étape initiale capitale pour l'orientation diagnostique. *Revue médicale de Liège*, 68(11), 599-603.
- Seldran, F. et al. (2013). Index d'articulation, audibilité, modèles prédictifs et concordance entre audiométrie tonale et audiométrie vocale. *Cahiers de l'audition*, 26(1), 24-31.

Autres références

Bruitparif (2017). *Rapport - Niveaux sonores au sein de cinémas*. <https://www.bruitparif.fr/>

Couriol, J. (2021). Comparaison des scores d'intelligibilité à l'audiométrie vocale en champ libre par rapport à l'audiométrie vocale in situ [Mémoire de diplôme d'État d'audioprothésiste, Université Claude Bernard Lyon 1]. Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation.

Delerce, X. (2018). *Incertitude en audiométrie vocale - parties 2-3*. Le Blog Audiologie <https://leblogaudiologie.com/>

INSEE (2025). *Population au 1er Janvier 2025*. insee.fr

INSERM (2023). *Troubles de l'audition – Surdités*. <https://www.inserm.fr/dossier/troubles-audition-surdites/>

Duchêne, J. (2020). Validation et évaluation de la version française du questionnaire de dépistage du handicap auditif HHIE-S (Hearing Handicap Inventory for the Elderly-Screening) chez l'adulte de plus de 60 ans [diplôme d'état de docteur en médecine (thèse de doctorat), Université de Bordeaux]. HAL Dumas.

Lagier, M. (2023). Discordance de l'audiométrie tonale réalisée au casque TDH 39 versus l'audiométrie in-situ. Collège National d'Audioprothèse. [Mémoire de diplôme d'État d'audioprothésiste, Université Claude Bernard Lyon 1].

Le Gall, C. (2015). Corrélation entre le Speech Intelligibility Index (SII) et le test syllabique de Frank LEFEVRE. Médecine humaine et pathologie. [Mémoire de diplôme d'État d'audioprothésiste, Université de Lorraine]. HAL Université de Lorraine.

Miclet, A. (2016). Utilisation du SII calculé par l'Aurical d'Otometrics et corrélation avec le score d'intelligibilité pour les listes cochléaires de Lafon. Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation. [Mémoire de diplôme d'État d'audioprothésiste, Université Claude Bernard Lyon 1].