

13^{ème} colloque AFREPA

Association Francophone des Équipes
Pluridisciplinaires en Acouphénologie

Une nouvelle approche individualisée, écologique
et immersive pour mesurer la gêne liée au bruit :
étude de faisabilité.

*Pierre H. Bourez^{1,2}, Guillaume T. Vallet^{3,4}, Nathalie Gosselin^{5,6},
François Bergeron^{1,2}, et Philippe Fournier^{1,2}*

(¹)Université Laval, (²)Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale (Cirris), (³)Université du Québec à Trois-Rivières, (⁴)Centre de recherche de l'institut universitaire de gériatrie de Montréal (IUGM), (⁵)Université de Montréal, (⁶)Laboratoire international de recherche sur le cerveau, la musique et le son (BRAMS)

Cirris
Centre interdisciplinaire
de recherche en réadaptation
et intégration sociale



UNIVERSITÉ
LAVAL

8 et 9 septembre 2023



Hyperacousie

- « *Une tolérance réduite à des sons perçus comme normaux par la majorité de la population ou qui étaient perçus comme normaux par la personne avant l'apparition de l'hyperacousie, où « normal » fait référence à des sons généralement bien tolérés »*

Adams et al. (2021)

- *Impacts multiples : Sociales, professionnels, fonctionnels..*

- *Peur, détresse, isolement, perte de contrôle, évitement..*
- *59% rapportent être gênés par le bruit dans leur environnements de travail*
- *Cas sévères: impossibilité de maintient/retour à l'emploi*

Ménard & Sitbon (2016)

Coates, Loche et Laborde-Castérot (2015)

- *Souvent inexpliqué médicalement, diagnostic définitif difficile*
 - *Thérapies existantes, mais manque de consensus sur leur efficacité*
 - *Étiologie incertaine*

Baguley & Hoare (2018)



Mesures cliniques utilisées

- *Entrevues semi-structurées, récit du patient*
- *Questionnaires standardisés (HQ, MASH)*
- *Seuils d'inconfort, champs dynamique (Quotient de Johnson)*

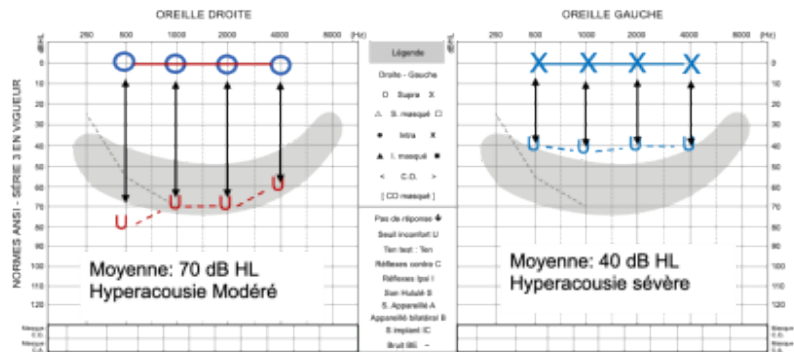


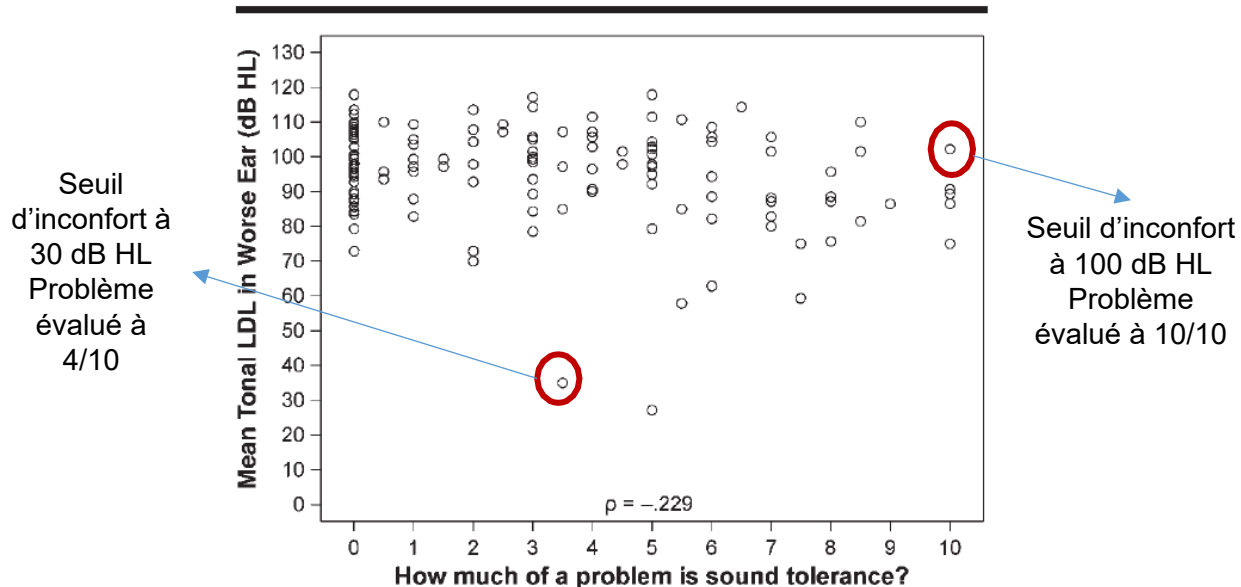
Table 2. *Hyperacusis rating scale*

Rating	Range of JHQ	Comments
Mild	75-90 dB	Nearly within normal limits
Moderate	50-74 dB	Use ascending approach
Severe	30-49 dB	Careful with tympanometry
Profound	0-29 dB	Careful with voice/equipment



Mesures d'inconfort, une mesure qui fait débat

Figure 4. Scatterplot of mean tonal LDL for the worse ear at Run 2 by the self-reported sound tolerance (SRST) rating.



- Ces mesures ne reflètent pas de manière adéquate l'expérience sonore quotidienne
- Les sons purs (sons artificiels) ne représentent pas les sons de la vie de tous les jours
- La cabine audiométrique ne correspond pas à des situations vécu dans la vie de tous les jours



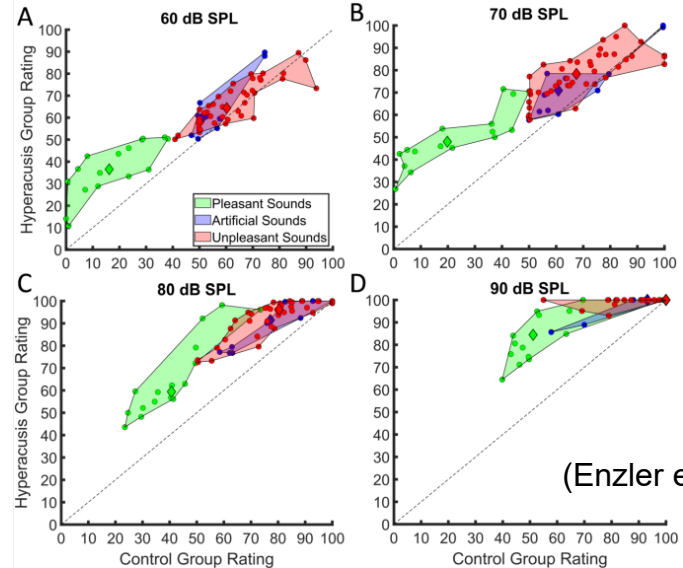
D'autres mesures existantes

- Nouvelle mesure qui utilise des sons naturels
 - Présentations de courts extraits de sons agréables et désagréables
- On juge de l'agréabilité-désagréabilité de certains sons
 - Bonne discrimination des hyperacousiques par rapport au reste de la population
 - Possible marqueur de l'hyperacousie
 - Questionne l'expérience vécu de sons naturels
 - Intérêt diagnostique, facile et rapide

> [Hear Res. 2021 Feb;400:108124. doi: 10.1016/j.heares.2020.108124. Epub 2020 Dec 3.](#)

A psychoacoustic test for diagnosing hyperacusis based on ratings of natural sounds

Falco Enzler¹, Philippe Fournier¹, Arnaud J Noreña²



(Enzler et al., 2021)



Une mesure plus écologique : un environnement immersif

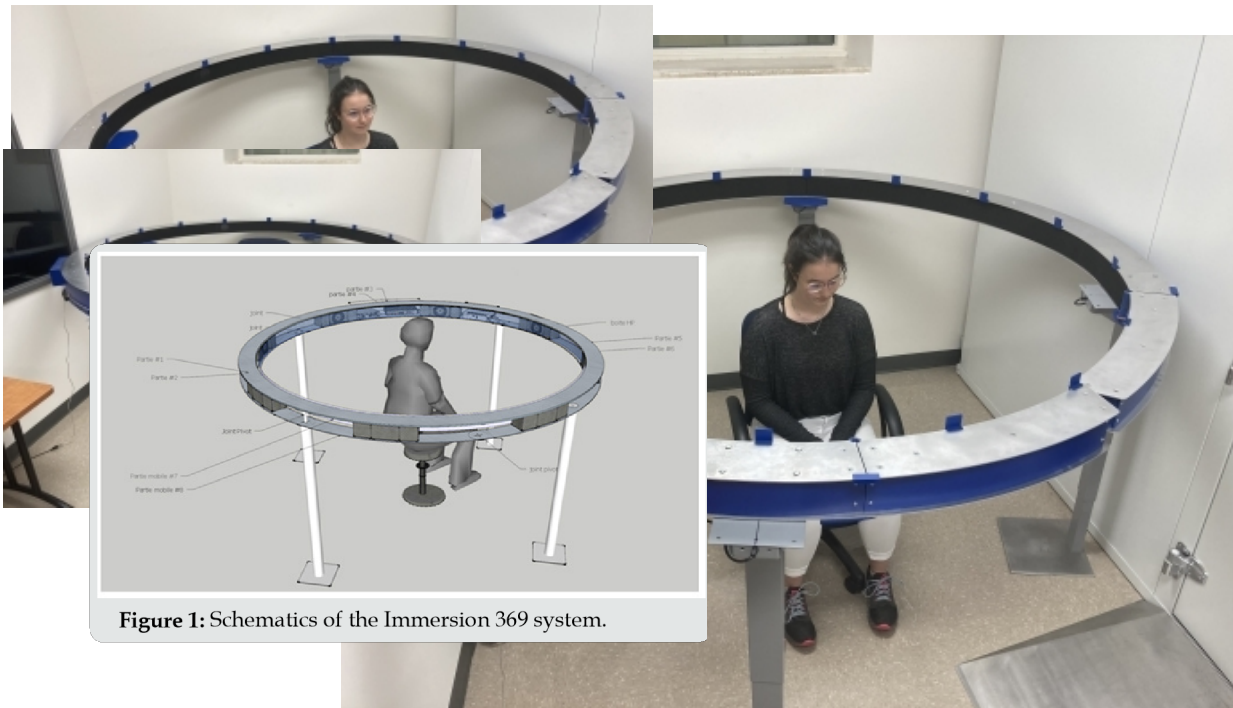


Figure 1: Schematics of the Immersion 369 system.

- Cercle de huit haut-parleurs branchés en série.
- Possibilité de diffuser des enregistrements d'environnements naturels représentatifs de la vie quotidienne
- Conçu pour reproduire des expériences auditives réalistes et permette une évaluation / intervention représentative de la vie quotidienne



Objectifs et hypothèses

Évaluer la gêne liée au bruit :

- Comparer les performances cognitives d'un groupe hyperacousique et d'un groupe contrôle dans différents environnements sonores représentatifs de la vie quotidienne afin de valider l'impact fonctionnel du bruit sur les personnes

Hypothèses :

1. Les niveaux sonores rapportés comme gênants seront plus bas chez le groupe de participants hyperacousiques que pour le groupe contrôle
2. Tous les participants auront des performances à une tâche cognitive moins bonnes en présence de bruit que dans le silence
3. Le déclin des performances dans le bruit sera similaire entre les 2 groupes, sinon plus affecté pour les participants hyperacousiques



Méthode

Critères d'inclusion-exclusion :

- Être âgé entre 20 et 40 ans
- Avoir une audition normale
- Ne pas présenter de pathologies auditives de l'oreille externe, moyenne et interne diagnostiquées.
- Ne pas présenter de troubles neuropsychologiques ou d'affections somatiques ayant des répercussions sur la cognition
- Ne pas prendre de médication pouvant altérer le fonctionnement neuronal

	Hyperacousiques	Contrôles	P-value
Participants	10	27	-
Sexe (F/H)	6/4	15/12	.809
Âge (SD)	30.4 (5.9)	25.5 (4.5)	.007
HQ Total (Khalfa)	23.5 (14.2)	9.9 (5.2)	<.001
WNSS Total (Weinstein)	67.1 (21)	45.9 (15.3)	.002
ULLmin en dB HL(SD)	64 (12.9)	77.5 (11.4)	.002
Seuils auditifs moyens en dB HL (SD)	8.6 (4.8)	6.7 (6.5)	.421
CDS Total Hyperac (SD)	10.4 (11.9)	4.8 (7.6)	.415



Méthode

Critères hyperacousie :

- **Avoir au moins 2 sur critères sur les 3 :**

1. Hypersensibilité auto-rapportée
2. Score total au HQ (Khalfa) ≥ 22

Khalfa (2002)

3. ULLmin ≤ 77 dB HL

Aazh et al. (2018)

	Hyperacousiques		Contrôles	
Participants	10	100%	27	100%
Sensibilité auto-rapportée	9	90%	3	11%
HQ Total (Khalfa) ≥ 22	5	50%	0	0%
ULLmin en dB HL ≤ 77	10	100%	12	44%
Au moins 1 critère rempli	10	100%	15	56%
Au moins 2 critères remplis	10	100%	0	0%
3 critères remplis	4	40%	0	0%



Méthode

Tâche de lecture :

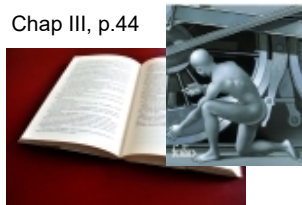
Le participant est placé dans une cabine insonorisée à l'intérieur du système d'immersion 360



Lecture d'un extrait de livre

George Orwell
1984

Chap III, p.44



Présentation aléatoire d'un environnement à **20 dB LAeq** et augmentation progressive du niveau sonore par pas de **+2 dB**

4 environnements aléatoires :



Le participant rapporte :

1. Quand le niveau sonore **gêne** la lecture (n'arrive plus à faire de sens de ce qu'il lit)
2. Il tente de se reconcentrer pendant 20~30s et **confirme** que son niveau de gêne est atteint
3. Quand le niveau sonore devient **inconfortable** (impossible à tolérer pendant plus de 5 min)



Méthode

Tâche de type N-back :

Bienvenue !

Dans cette tâche, vous allez voir des séquences de lettres défiler à l'écran. Vous devrez reconnaître les lettres qui sont identiques à celles présentées deux lettres auparavant.

Vous appuierez sur la touche 1, il s'agit de la même lettre avant, ou sinon vous appuierez sur la touche k.

Appuyez sur la touche k pour continuer.

Dans cet exemple :

- Vous devriez appuyer sur la touche « l » que pour la seconde présentation du B et du T.
- Dans les autres cas, vous devriez appuyer sur la touche « k »

Appuyer sur une touche pour continuer.

Tâche cognitive :

Compléter la tâche dans le silence et dans 4 environnements présentés de manière aléatoire à **5 dB au dessus du niveau de gêne** obtenu

Présentation aléatoire d'un environnement à **20 dB Laeq** et augmentation progressive du niveau sonore jusqu'à atteindre le **niveau de gêne + 5 dB**

Durée d'une tâche : ~ 3min

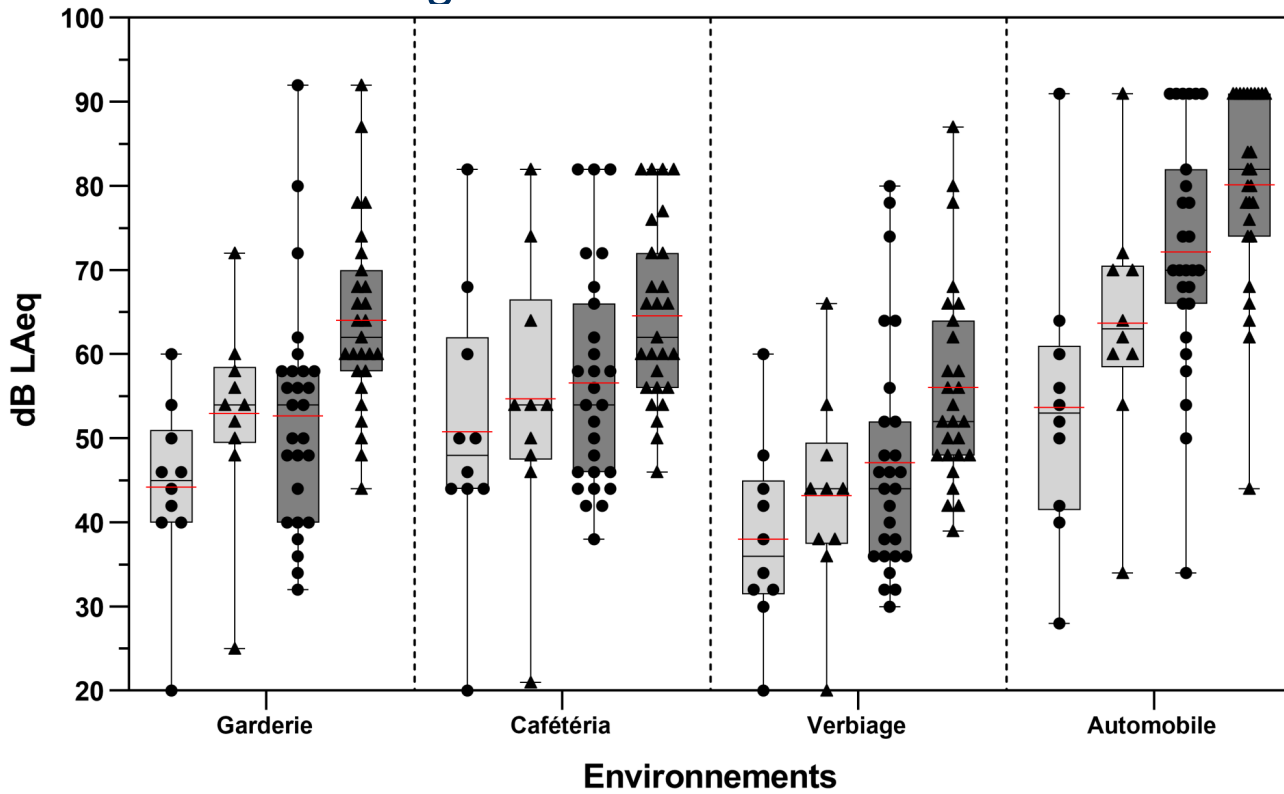
4 environnements aléatoires

Silence 3 ← Automobile ← Verbiage ← Silence 2 ← Cafétéria ← Garderie ← Silence 1

3 tâches dans le silence fixées



Niveaux de gêne et d'inconfort en fonction de l'environnement



□ Hyperacousie (n=10)

■ Contrôle (n=27)

● Gêne

▲ Inconfort

- Effets principaux :

- Environnements :

$$F(1, 3) = 58.022, p < .001$$

- Mesure NG-NI :

$$F(1, 1) = 118.652, p < .001$$

- Participants :

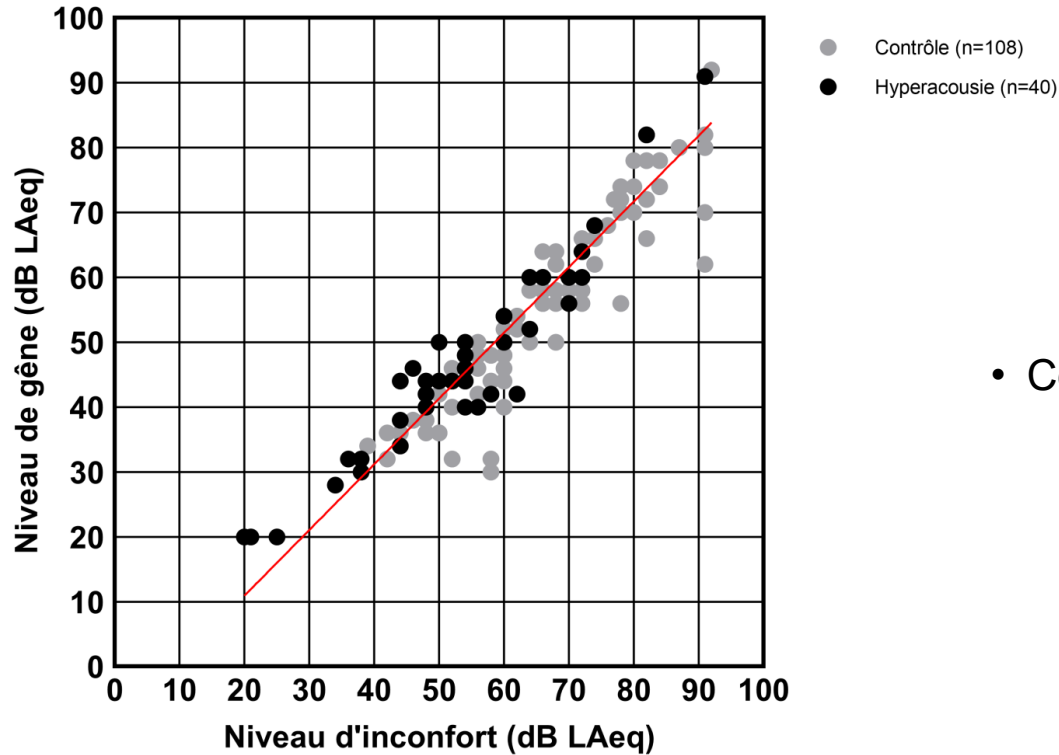
$$F(1, 1) = 7.302, p = .011$$

- Triple interaction :

$$F(1, 3) = 3.793, p = .013$$



Corrélation NG-NI

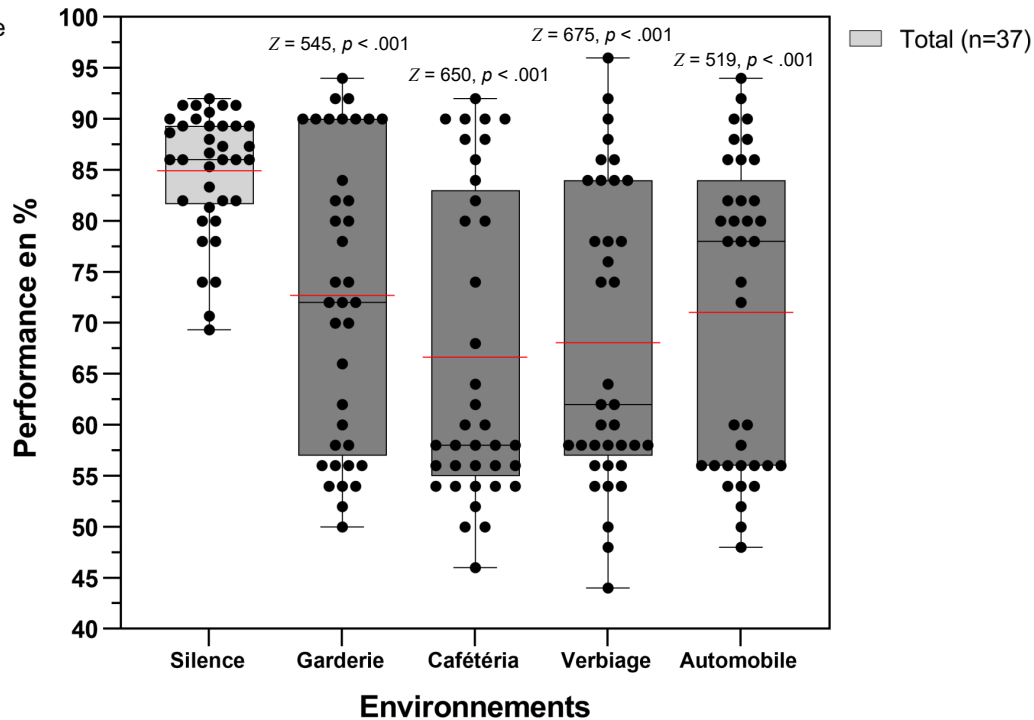
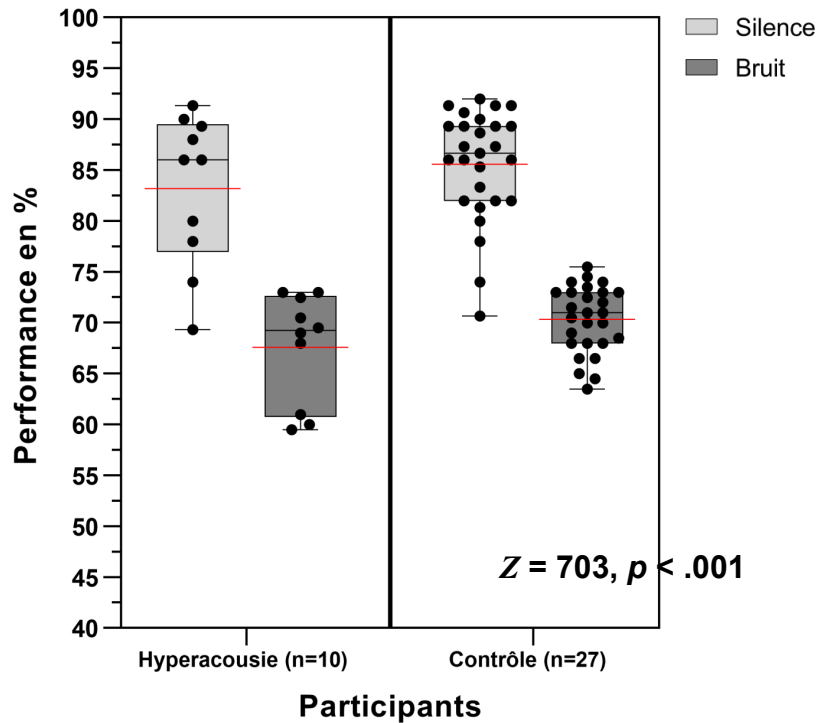


- Corrélation significative :

$$\rho = .943, p < .001$$



Mesure de la performance : Silence vs Bruit





Conclusions

- Les hyperacousiques sont gênés par des environnements sonores immersifs représentatifs de la vie quotidienne à des niveaux beaucoup plus bas que pour des contrôles.
 - **En moyenne 8 dB de différence**
- Les performances cognitives de tous les participants sont affectées par le bruit de manière similaire, et à des niveaux sonores plus bas pour les participants hyperacousiques
 - **En moyenne, 15% de réduction de performance**
- **Les niveaux de gêne sont de forts prédicteurs des niveaux d'inconfort**
 - Possible utilité clinique ou en réadaptation
- Les niveaux de gêne et d'inconfort peuvent varier grandement d'un environnement à l'autre



Références

- Adams, B., Sereda, M., Casey, A., Byrom, P., Stockdale, D., & Hoare, D. J. (2021). A Delphi survey to determine a definition and description of hyperacusis by clinician consensus. *International journal of audiology*, 60(8), 607-613.
- Baguley, D. M., & Hoare, D. J. (2018). Hyperacusis: major research questions. *Hno*, 66(5), 358.
- Enzler, F., Fournier, P., & Norena, A. J. (2021). A psychoacoustic test for diagnosing hyperacusis based on ratings of natural sounds. *Hearing research*, 400, 108124.
- Fackrell, K., Sereda, M., Smith, S., Sheldrake, J., & Hoare, D. J. (2022). What Should Be Considered When Assessing Hyperacusis? A Qualitative Analysis of Problems Reported by Hyperacusis Patients. *Brain Sciences*, 12(12), 1615.
- Ménard C, Sitbon A. Situation au travail des personnes touchées par des acouphènes et/ou de l'hyperacousie [Internet]. Institut de recherche et sécurité; 2016 Sep p. 41–50. (Références en Santé au Travail). Report No.: 147. Available from: <https://www.inrs.fr/media.html?reflNRS=TF%20239>
- Weinstein, N. D. (1978). Individual differences in reactions to noise: a longitudinal study in a college dormitory. *Journal of applied psychology*, 63(4), 458.
- Zaugg, T. L., Thielman, E. J., Griest, S., & Henry, J. A. (2016). Subjective reports of trouble tolerating sound in daily life versus loudness discomfort levels. *American Journal of Audiology*, 25(4), 359-363.

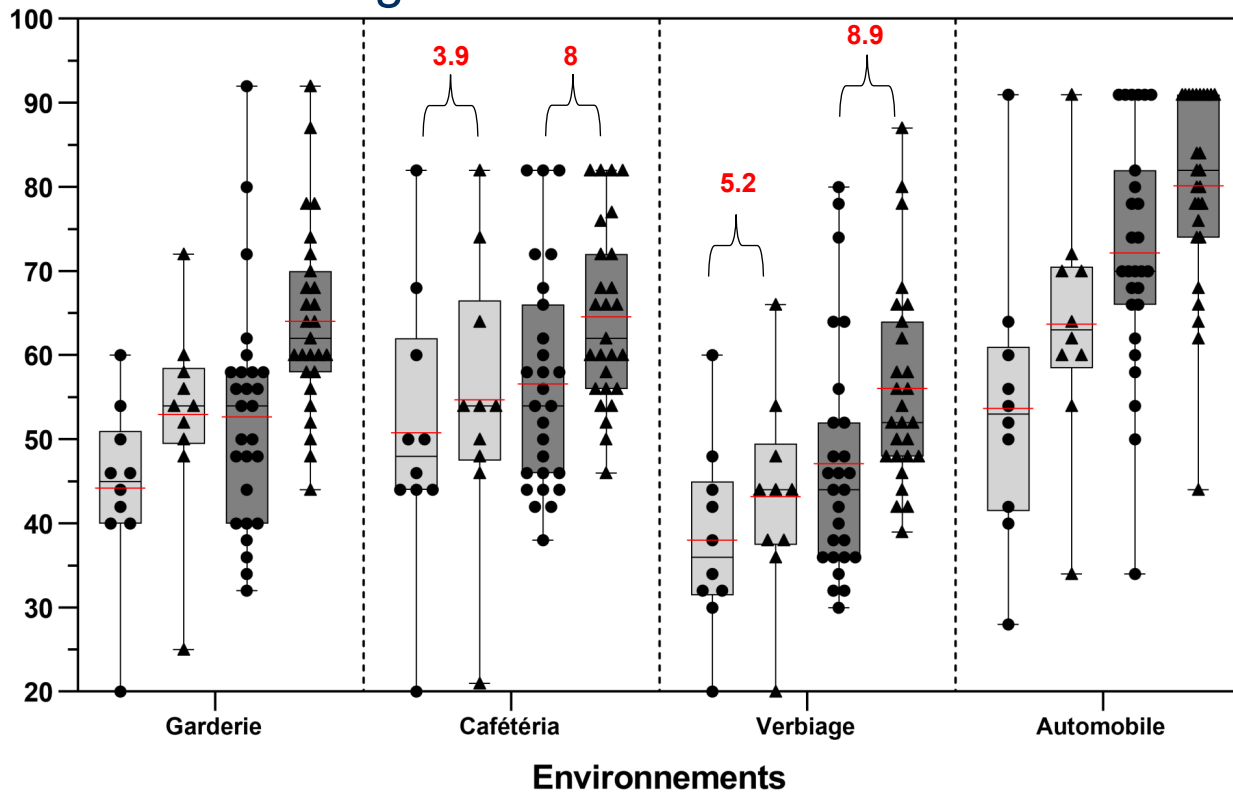


Perspectives

- Impact des environnements sur les performances cognitives
 - Différentes populations : TDAH, TSA, pertes auditives divers
 - Avec et sans : appareils auditifs, implants cochléaires, réduction de bruit et autres protecteurs auditifs...
- Quels environnements ont un plus fort impact
 - Analyse spectrale : quels éléments impactent la performance ?
 - Présence de parole ou non, contextuelle ou non-contextuelle
- Réadaptation
 - Définir les environnements spécifiques problématiques
 - Entraînement cognitif dans le bruit : peut-on supprimer l'impact sur les performances ?
 - Aménagements de postes de travail...



Niveaux de gêne et d'inconfort en fonction de l'environnement



Hyperacousie (n=10)

Contrôle (n=27)

● Gêne

▲ Inconfort

- Effets principaux :

- Environnements :

$$F(1, 3) = 58.022, p < .001$$

- Mesure NG-NI :

$$F(1, 1) = 118.652, p < .001$$

- Participants :

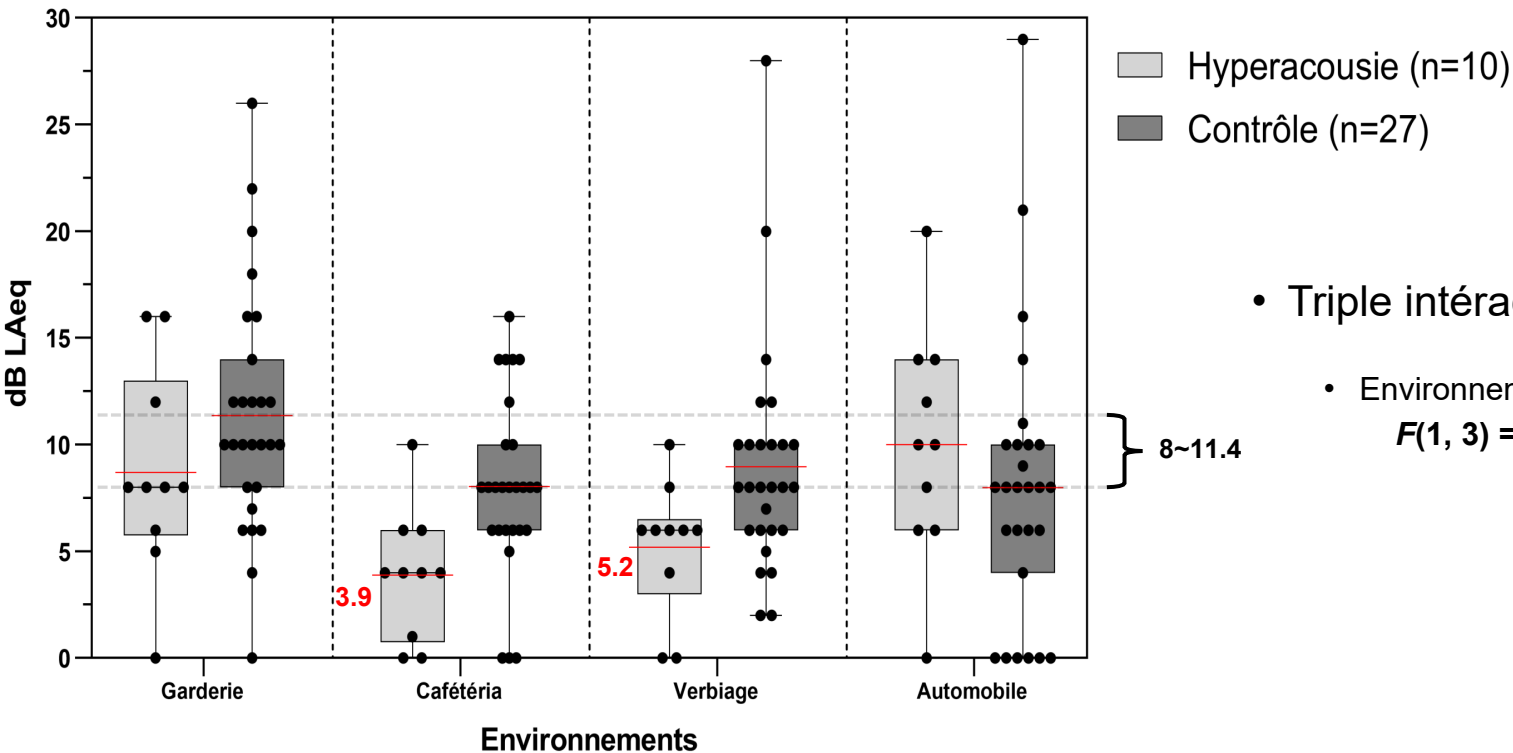
$$F(1, 1) = 7.302, p = .011$$

- Triple interaction :

$$F(1, 3) = 3.793, p = .013$$



Différence : niveau d'inconfort – niveau de gêne





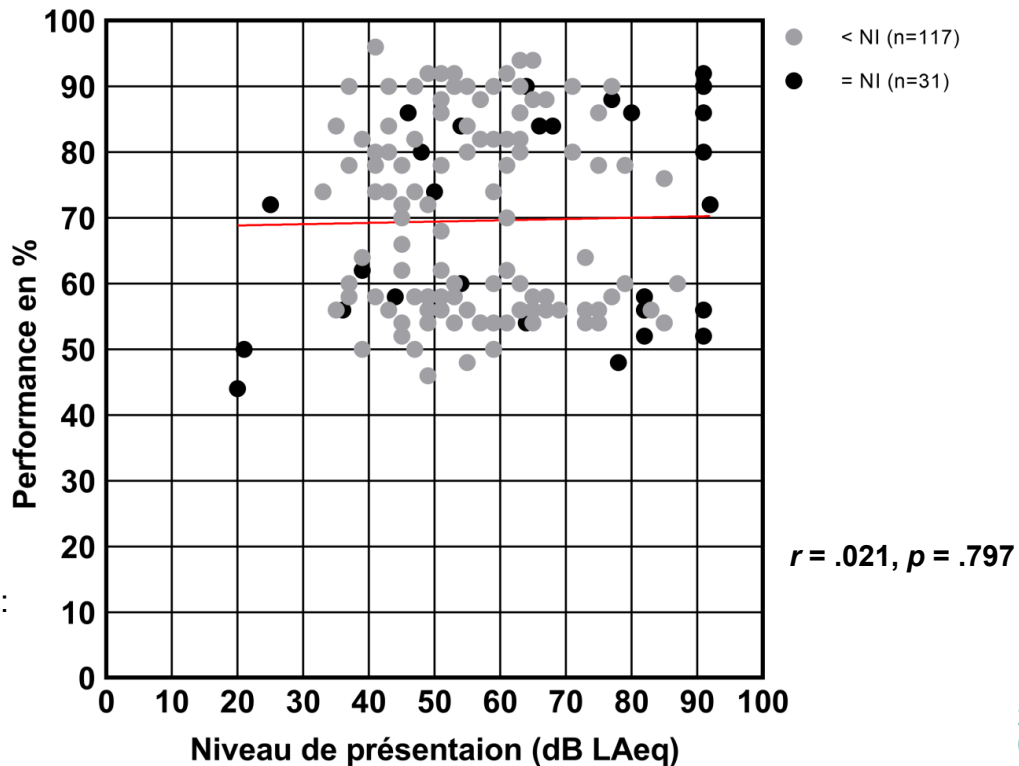
Mesure de la performance : =NI vs <NI

Nombre d'essais où la tâche cognitive a été faite au NI

	Garderie	Cafétéria	Verbiage	Auto	Total
Hyperac	2	7	3	1	13
Contrôles	2	4	5	7	18
Total	4	11	8	8	31

Pas de différence de performance entre les deux groupes :

- Mann-Whitney $W(146) = 1830.5, p = .938$





Méthode

Questionnaires :

- Démographique
- WNSS (Weinstein, 1978)
- HQ (Khalifa et al., 2002)

Mesures auditives :

- Screening auditif à 20 dB HL à toutes les fréquences de 0.25 à 8kHz
- Seuils d'inconforts conventionnels

Mesures psychoacoustiques :

- Tâche psychoacoustique de l'hyperacousie (Enzler et al., 2021)

Tâche cognitive :

Compléter une tâche attentionnelle dans le silence et dans 4 environnements présentés de manière aléatoire à **5 dB au dessus du niveau de gêne** obtenu pour chacun des environnements :

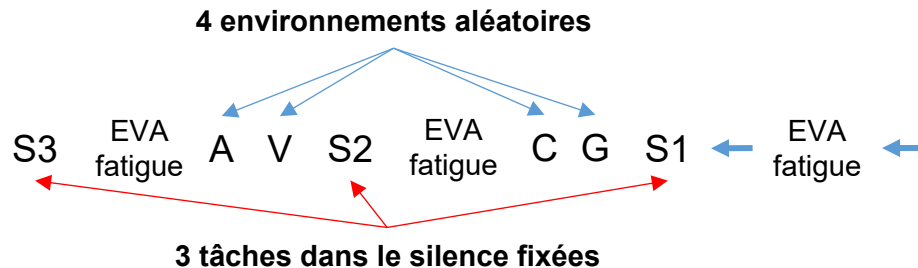
Tâche de lecture :

Lire l'extrait d'un livre dans 4 environnements présentés de manière aléatoire :
Garderie, Cafétéria, Verbiage, Automobile

Échelle Visuelle Analogique (EVA) de fatigue

Lire l'extrait et rapporter :

1. Quand le niveau sonore gêne la lecture (n'arrive plus à faire de sens de ce qu'il lit)
2. Quand le niveau sonore devient inconfortable (impossible à tolérer pendant plus de 5 min)



Acuitis 
Maison d'Optique et d'Audition

amplifon
Solutions auditives

 Audika

RÉSEAU
Audilab

audio 2000 

audio infos 365

(audio)
infos

AUDIOLOGIE
DEMAIN


AUDITION
CONSEIL

bernafon®
Your hearing • Our passion


Cochlear®
Hear now. And always

 dyapason RÉSEAU

entendre

 France
Acouphènes

GRANDAUDITION


Interacoustics

LABORATOIRE
/// AUDISTIMPHARMA

LABORATOIRE
LBN

MED⁹EL

natus.

SNORL  SFORL
ORLMag
ORGANISME OFFICIEL D'OPPRESSION DES MÉDECINS NÉPHROLOGES
DE COU ET DE LA CHIRURGIE CERVICO-FACIALE

oticon
life-changing technology

PHONAK

ReSound GN

REXTON


signia


Starkey

WIDEX

 annuaire
de l'audition
audition TV 

CidB
Centre d'information
sur le Bruit


GEORRIC

The
pmfa
Journal

SFORL SOCIÉTÉ FRANÇAISE
D'ORL ET DE CHIRURGIE
DE LA FACE ET DU COU

SNORL
SYNDICAT NATIONAL DES MÉDECINS
SPÉCIALISÉS EN ORL
ET CHIRURGIE CERVICO-FACIALE

unsaf 
SYNDICAT NATIONAL DES AUDIOPROTHÉSISTES