

LE BRUIT À L'ÉCOLE : UNE DOUBLE PEINE POUR LES ENFANTS

Dr Axelle Calcus - ULB

Dr Maxime Niesen - Service d'ORL – Hôpital Erasme



Contacts :

Pr Axelle Calcus

ULB - Faculté des sciences psychologiques et de l'éducation

axelle.calcus@ulb.be

Dr Maxime Niesen - ORL

HUB – Hôpital Erasme &

Clinique de neurophysiologie auditive

maxime.niesen@hubruxelles.be

02/555.46.32 (secrétariat)

PARTIE 1

Toxicité du bruit
Aspects « mécaniques »

Le bruit

« Ensemble des sons produits par des vibrations plus ou moins irrégulières ; tout phénomène perceptible par l'ouïe » Larousse

"Physically, there is no difference between sound and noise. Sound is a sensory perception and noise corresponds to undesired sound." OMS

Un son, généralement indésirable ou gênant, que ce soit en volume, en tonalité, ou en timing.

Pollution sonore

La pollution sonore, quant à elle, fait référence à une exposition prolongée ou excessive à des niveaux de bruit élevés qui peuvent avoir des effets nuisibles sur la santé et le bien-être.



Le décibel (dB)

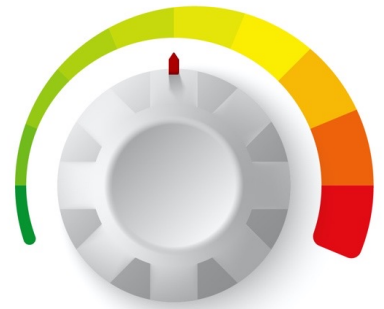
Unité utilisée pour mesurer l'intensité sonore ou le niveau de pression acoustique.

$$X_{\text{dB}} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_1}{P_0} \right)$$

Logarithmique → croissance exponentielle

- Si on ↑ de 10 dB = intensité perçue 2x plus fort (*sensation*)
- Si on additionne deux sons à 50dB = ~53dB au total (*énergie*)
- Si on additionne un son à 50dB et à 70dB = 70dB au total (*masque*)

dB(A) = pondération en rapport à l'oreille humaine





12% population mondiale est exposée au bruit (+/- 900 M)
1/3 des surdités acquises seraient liées à l'exposition



Organisation
mondiale de la Santé

Préoccupations...

Risque de perte auditive pour 1.1 milliard de jeunes due à des habitudes d'écoute dangereuses

> 43 millions des 12-35 souffrent d'une perte auditive

Parmi les 12-35:

- 50% écoutent à des niveaux dangereux
- >40% sont exposés à des niveaux sonores traumatisants dans boîtes de nuit/bars/concerts



En Corée du Sud



532 sujets (12 – 19 ans), en 2012

- Audiométrie tonale
- Evaluation subjective
- Usage des écouteurs
- Exposition aux bruits

Adolescents qui utilisent les écouteurs dans des endroits bruyants (bus, métro)

→ 22.6% de perte auditive (16% de plaintes subjectives)

Risque 4.5x (et 8.4x)

Si utilisation > 80min / jour

→ 22.3% de perte auditive (16.8% de plaintes subjectives)

Risque 4.7x





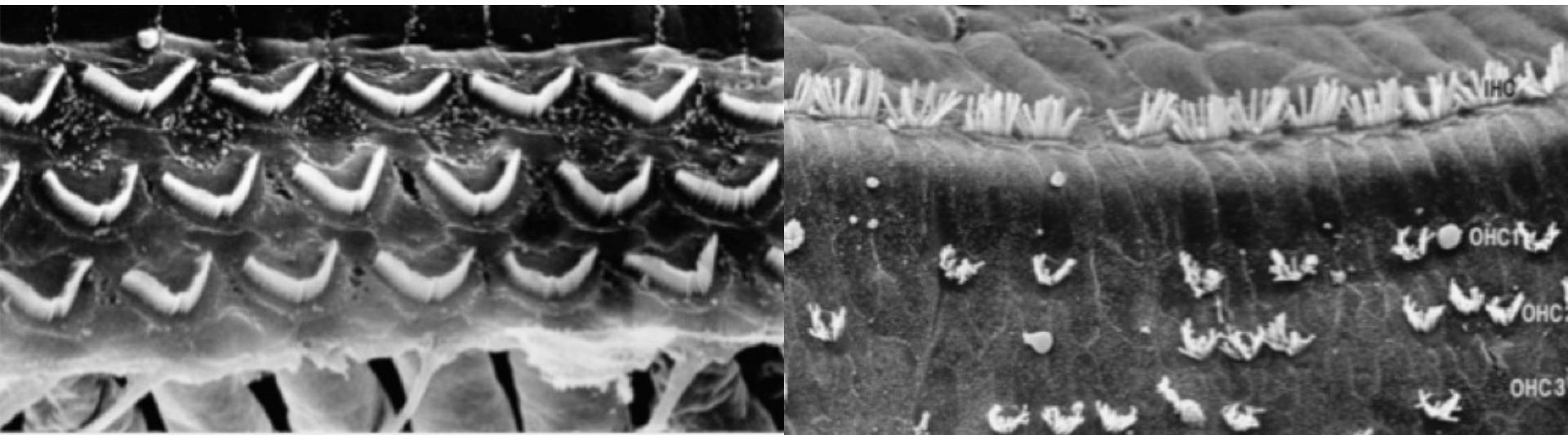
- Augmentation croissante de l'utilisation de smartphone

92% des adolescents ont un smartphone (statbel)

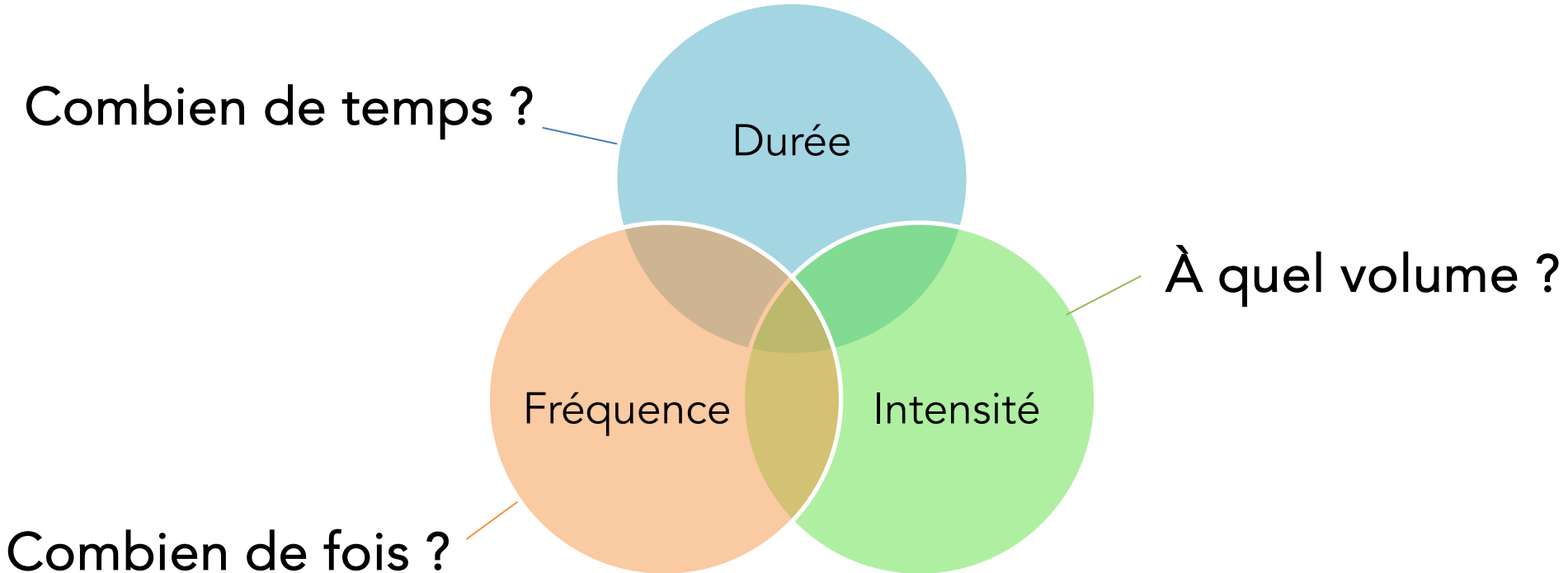
- Augmentation croissante de l'écoute de musiques avec écouteurs

On naît avec 15-20.000 cellules ciliées par cochlée

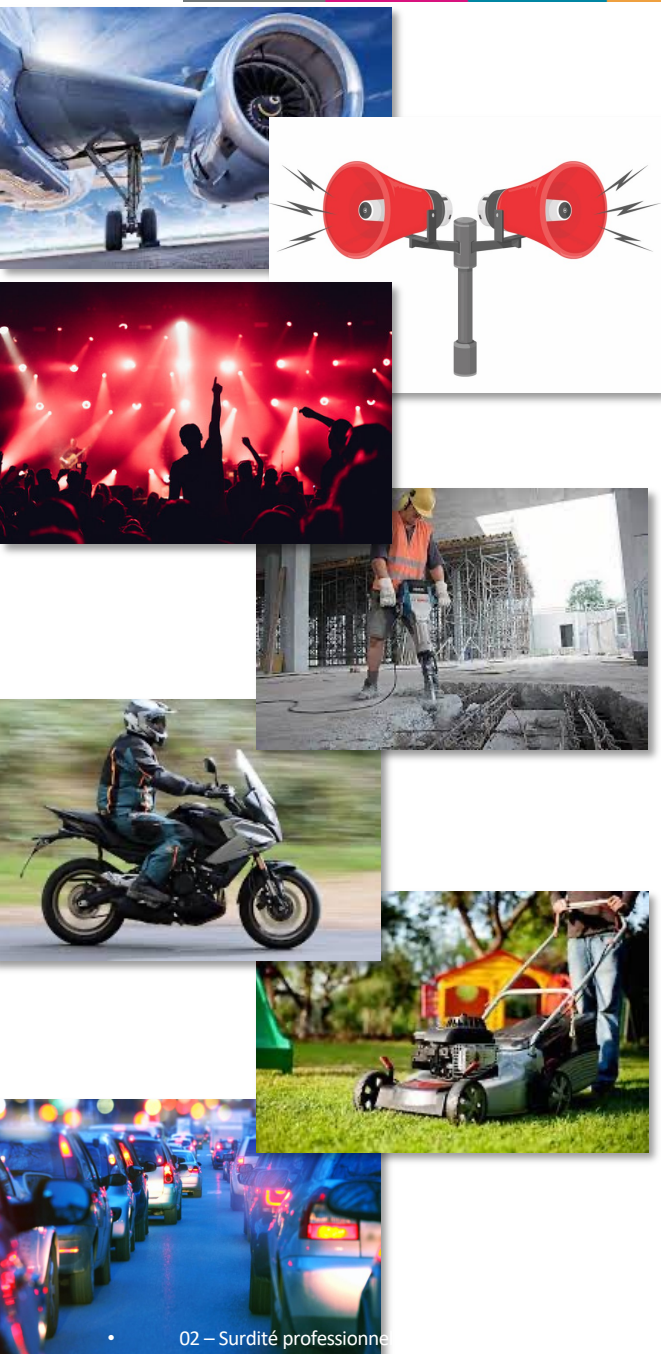
Elles ne se régénèrent pas



3 notions importantes



Limite : Intensité max de 85dB sur une durée de 8h



données médicales

Durée limite d'exposition (sans protection) avant dommages

de 120 à 140 dB

Quelques secondes suffisent à provoquer des dégâts irréversibles.

110 dB 5 minutes par jour

105 dB 15 minutes par jour

100 dB 30 minutes par jour

95 dB 1 heure par jour

90 dB 2 heures par jour

85 dB 8 heures par jour

législation Européenne

Limitations légales des niveaux sonores

105 dB

Législation sur les discothèques et les bars musicaux

100 dB

Législation sur les baladeurs

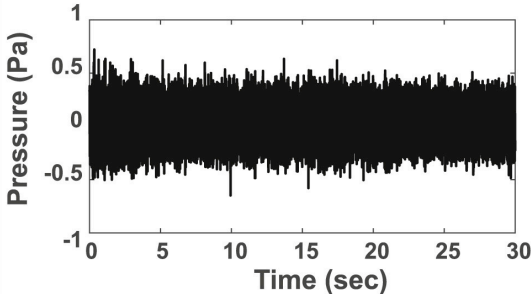
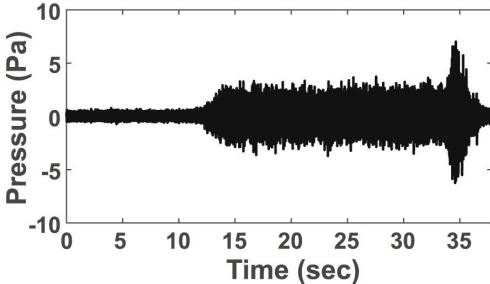
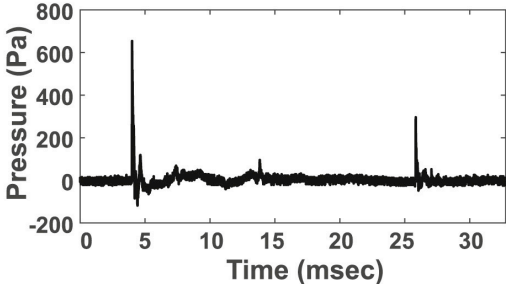
85-90 dB

Législation du travail

- dommages irréversibles – sons exceptionnels
- danger – sons nocifs
- limite de nocivité
- pas de risque

niveau sonore en dB

Types de bruit

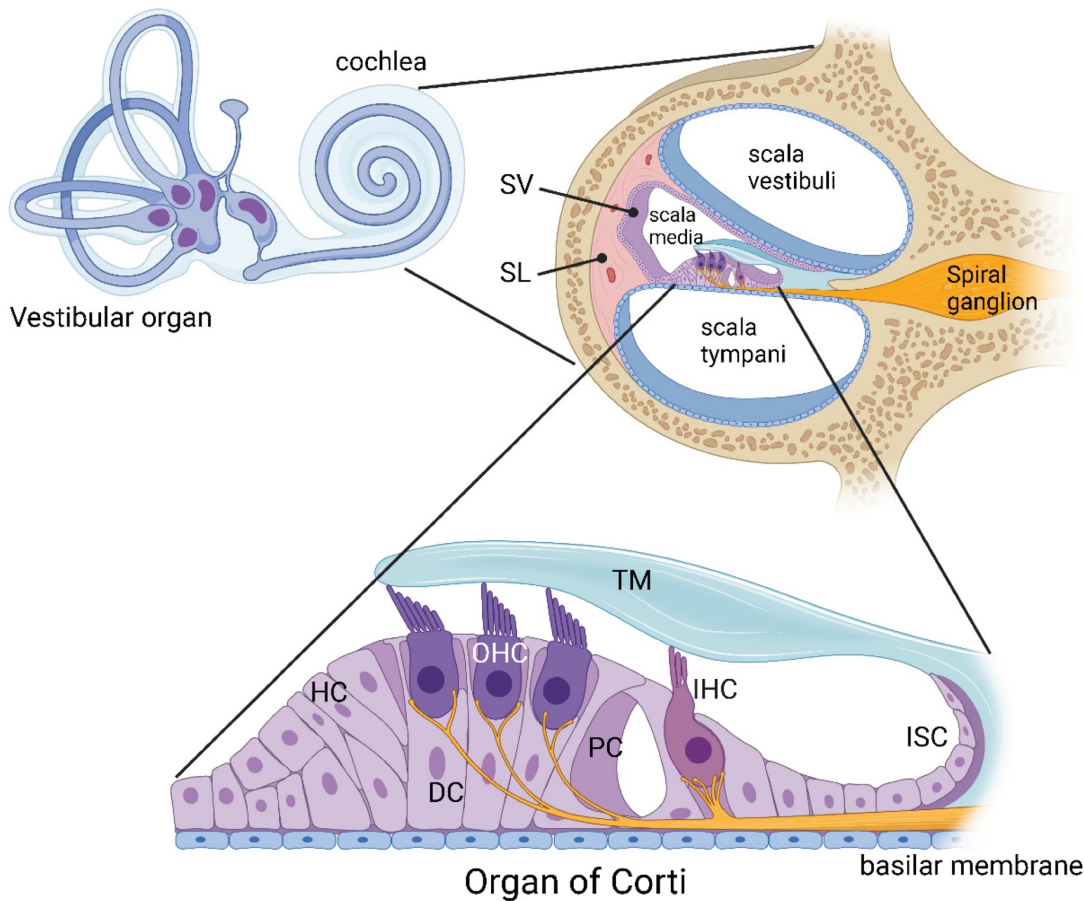
Noise Classifications		
Continuous Negligibly small fluctuations in noise level over sustained period	Intermittent Low background interrupted by high noise intervals	Impulsive Sharp rise and rapid decay, lasting less than 1 sec
Examples		
Continuous engine or machine noise 	Jet engine launch, equipment movement 	Weapons fire, blasts, catapult launch 

TTS vs PTS

- TTS = **temporary** threshold shift
 - fatigue auditive
 - temps limité après la fin de l'exposition sonore
 - élévation de certains seuils (1500, 2000 Hz)
 - peut s'accompagner de dégénérescence des terminaisons nerveuses afférentes et du nerf cochléaire
- PTS = **permanent** threshold shift
 - lésions auditives irréversibles

→ Variabilité inter-individuelle (terrain génétique, etc...)

Atteinte cochléaire



- Découplage Membrane tectoriale et CCE
- Excitotoxicité glutamatergique
-> synaptopathie
- Perte des CCE
- Disruption de la membrane basilaire
- Stress oxydatif, radicaux libres, troubles ioniques calciques

Audiométrie tonale

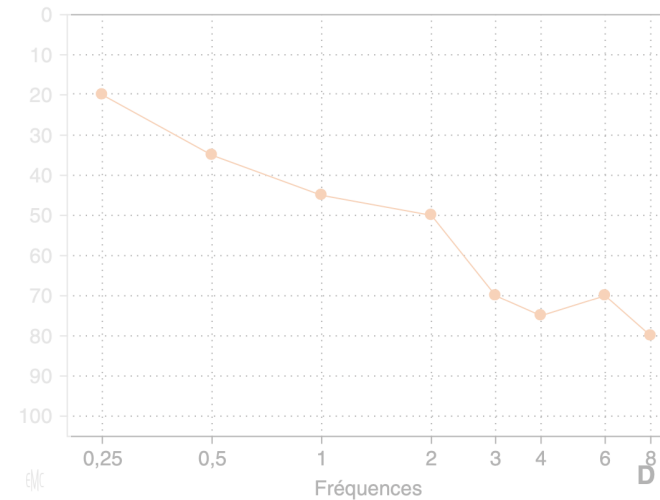
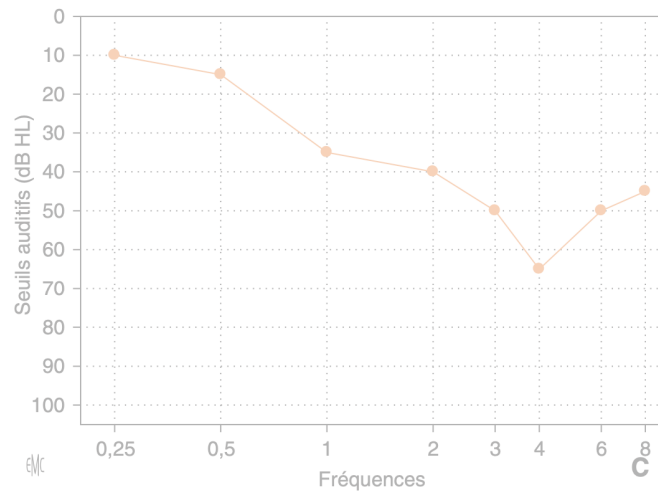
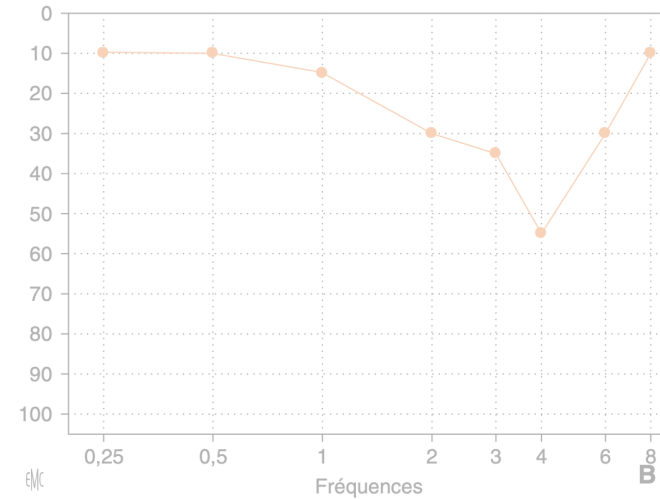
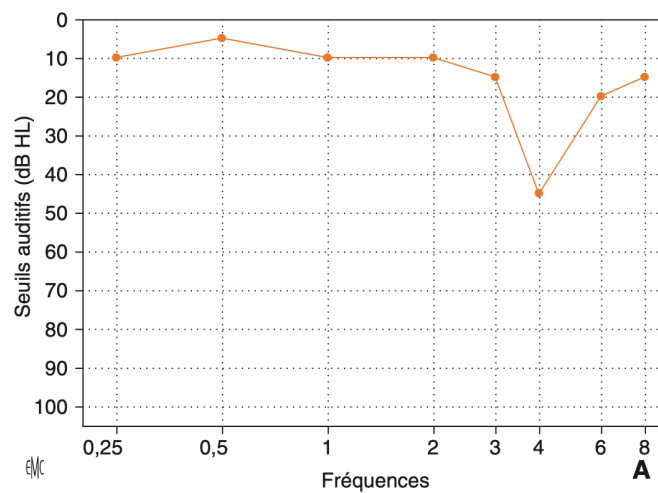


Figure 1. Évolution d'une surdité professionnelle selon quatre stades de gravité croissante.

- A.** Stade I ou surdité latente.
- B.** Stade II ou surdité débutante.
- C.** Stade III ou surdité confirmée.
- D.** Stade IV ou surdité sévère.

Autres explorations ?

- Audiométrie hautes fréquences
 - Indicateur précoce de surdité
 - Normes ?
- Audiométrie vocale
 - Dans le silence ou dans le bruit
- Oto-émissions et produits de distorsions
 - Dépistage surdité infra-clinique
 - Intérêt dans le suivi
- Seuils du réflexe stapédien
- PEA, ASSR,...



Troubles liés au bruit



- Surdité et acouphènes
- mais aussi...
- Réduction de la qualité de travail,
 - Réduction de la QoL,
 - Insomnie, Perte de vigilance,
 - Atteinte du système cardio-vasculaire (augmentation TA),
 - Stress,
 - Diminution de l'attention,
 - Une certaine irritabilité et des affections psychosomatiques,
 - Augmentation du niveau de stress.
 - Atteinte vestibulaire ?

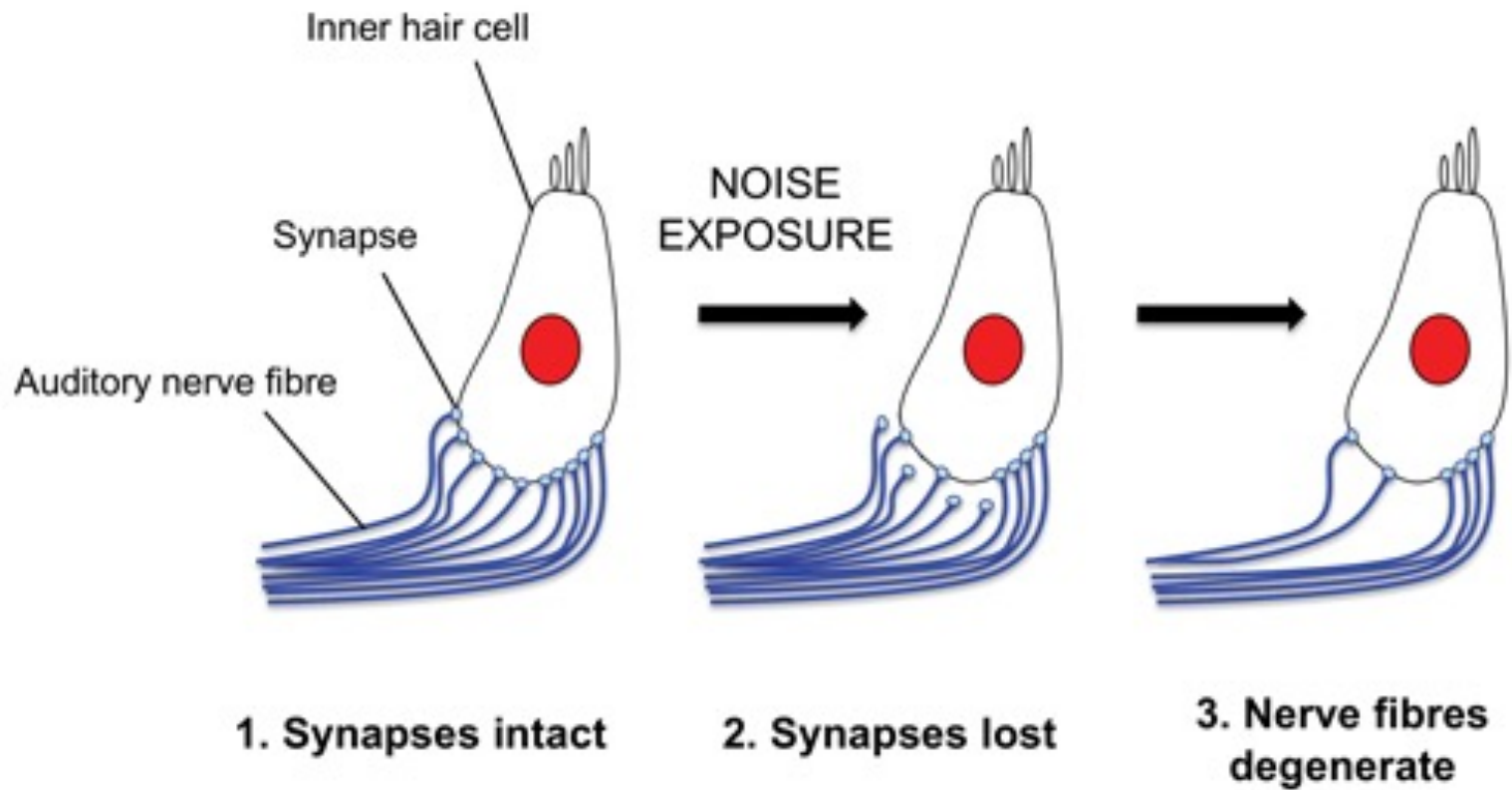


SURDITÉ CACHÉE

(Hidden Hearing Loss)

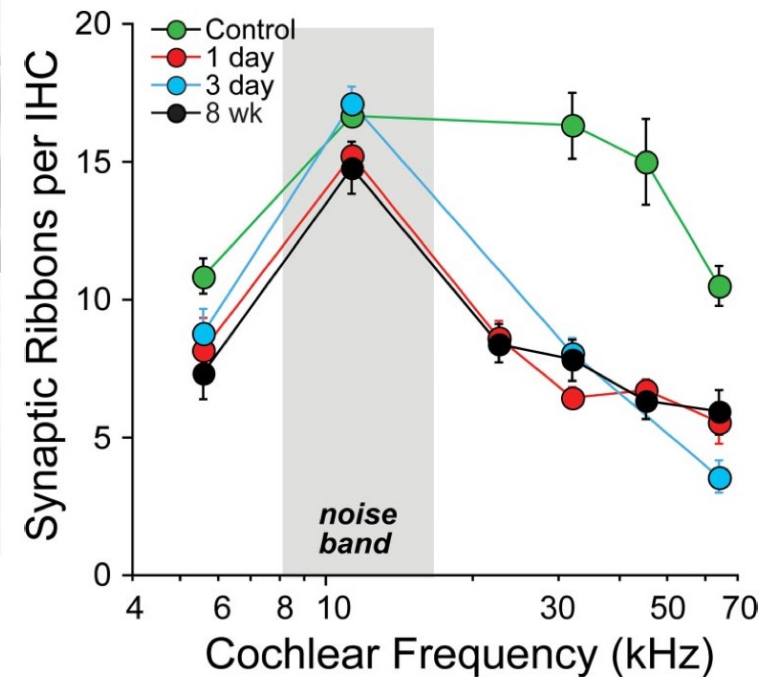
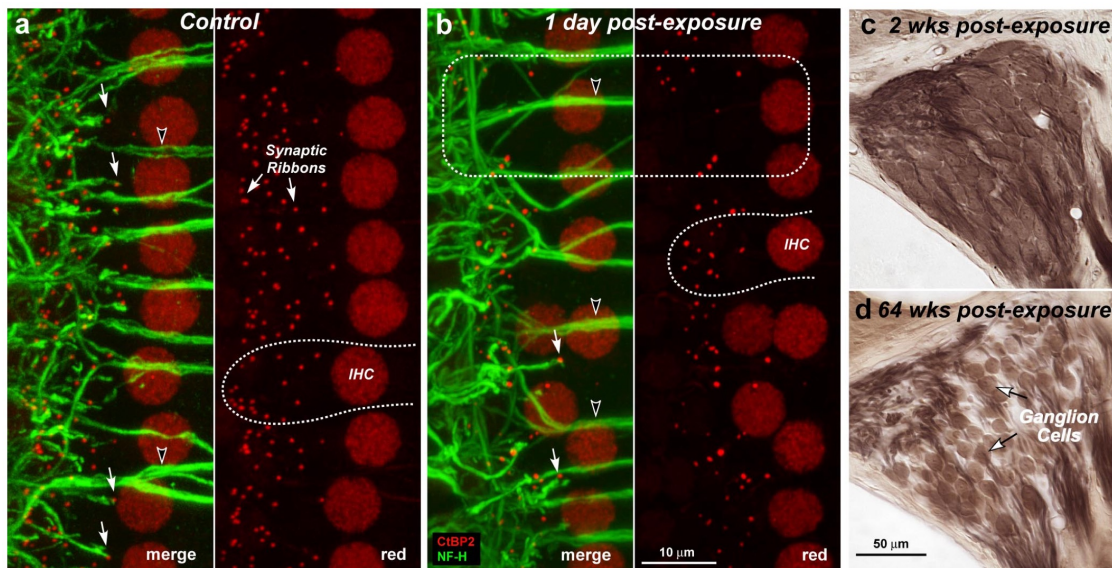
Audition périphérique
« normale » mais difficultés de
compréhension dans le bruit

Surdité cachée



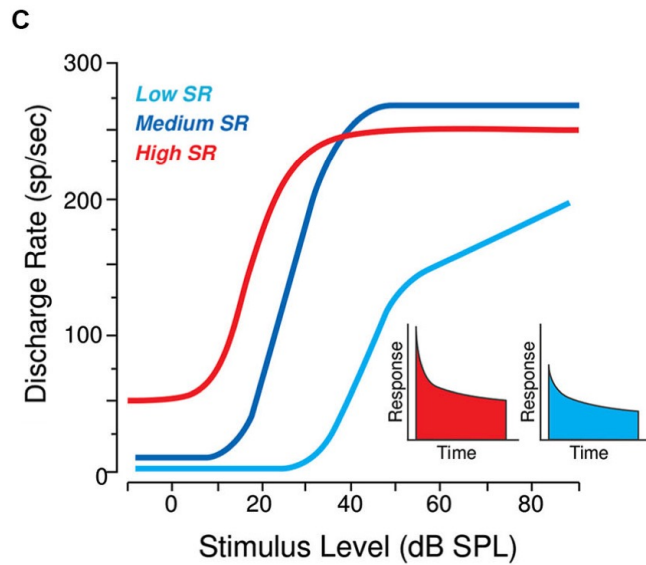
Surdité cachée

- Synaptopathie et dégénérescence nerveuse

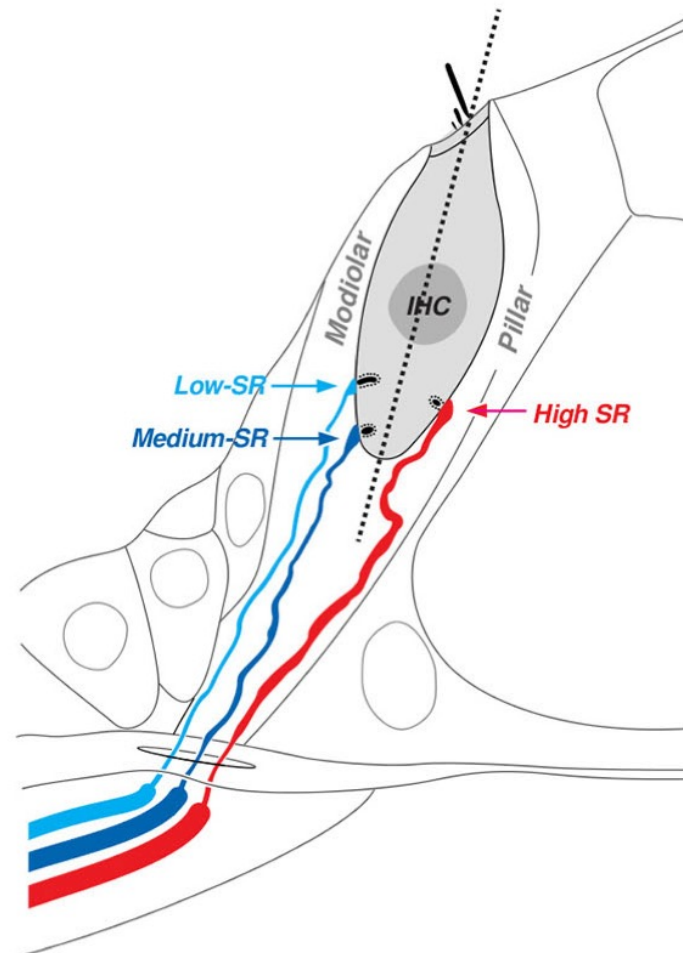


Surdité cachée

- Démyélinisation
- Atteinte des fibres LSR/HSR
- ...



A



Diagnostic ?

Complicqué...

- Audiométrie tonale normale
- Audiométrie vocale normale (silence)
- Audiométrie vocale dans le bruit altérée
- OEA présentes
- PEA
 - Amplitude de l'onde I
 - Ratio onde V/onde I
 - ...



En Flandres

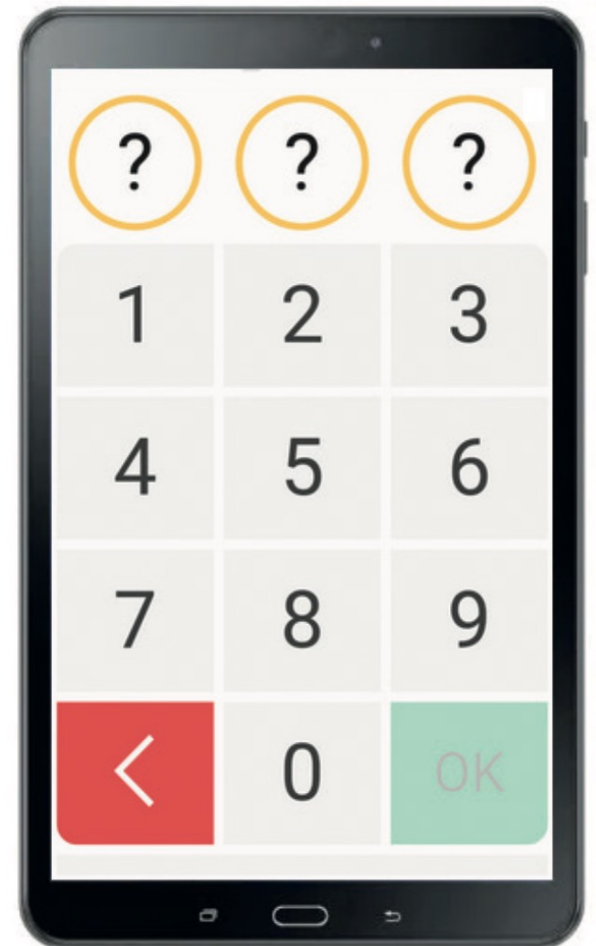
Dépistage → Digit Triple Test

6^{ème} primaire et 3^{ème} secondaire

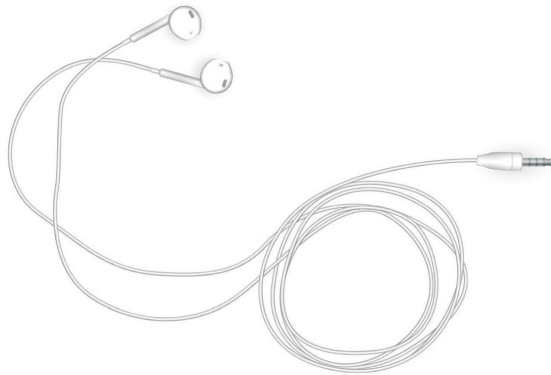
Test dans le bruit

Plus sensible aux pertes neurosensorielles

Calcul du SRT – Normes

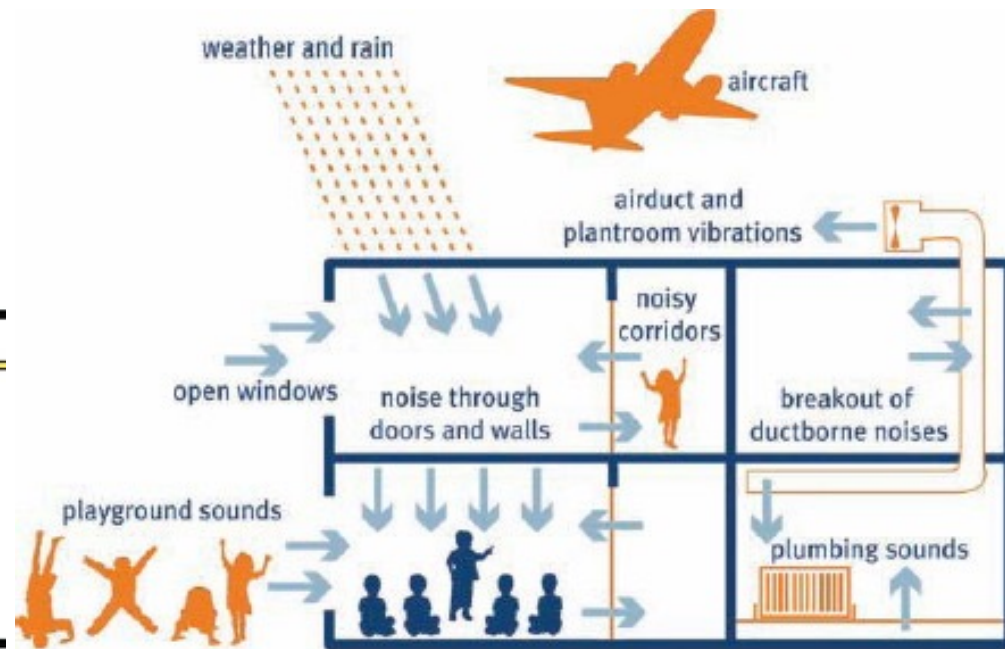
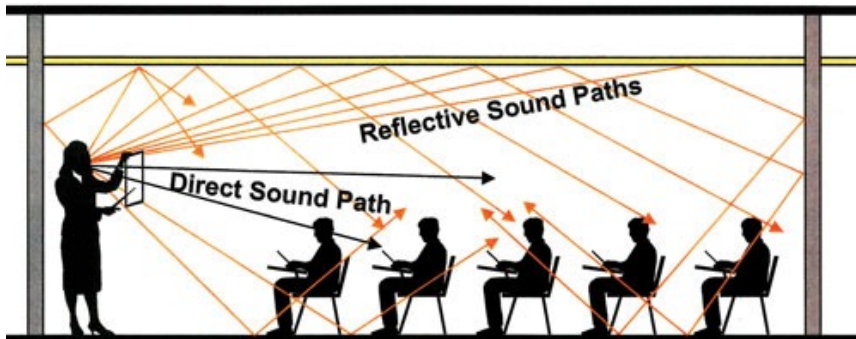


Types d'écouteurs/casques



Pistes de prévention

- Améliorer l'acoustique des classes/écoles
- Sensibiliser les enfants/adolescents
 - Bruit
 - Conséquence
- Dépistage auditif (+ dans le bruit ?)
- Être attentif aux plaintes



Pistes de prévention

- Protections auditives (concerts,...)
 - Sur mesure
 - Budget 50-70€
 - Ex : remboursement Partenamut 30€/ 5 ans



« Just as you teach your children to wear sunscreen, a seatbelt, and a bicycle helmet, you can teach them how and when to wear hearing protectors. »

Pistes de prévention

Alarming, hearing loss in midlife represents the single largest modifiable risk factor for a later dementia diagnosis (Livingston, Lancet 2020)



Troubles auditifs centraux (TAC)

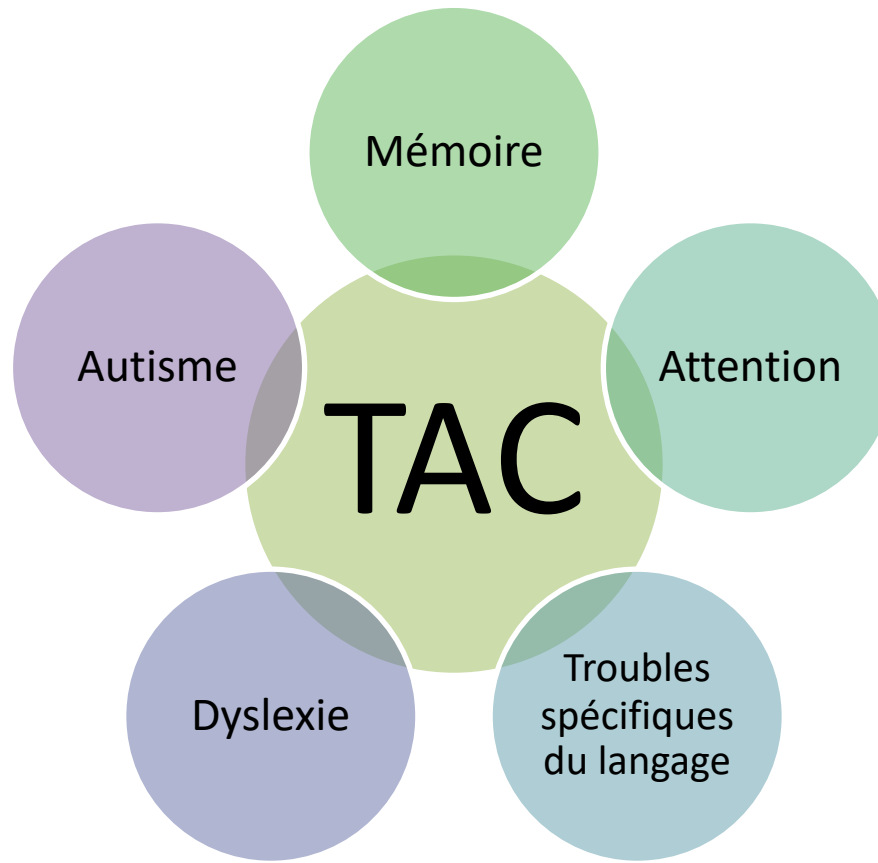
ou

CAPD = central auditory processing disorders

A specific deficit in the processing of auditory information along the central auditory nervous system including bottom-up and top-down neural connectivity.

Les TAC « isolés » sont rares. Cause multimodale ?

- TAC + Dyslexie : +/- 50%
- TAC + TSL : +/- 25%



Manifestations cliniques

- Difficultés pour suivre la parole dans des environnements bruyants
 - Être facilement distraits
 - Difficulté pour répéter ou se rappeler de mots entendus
 - Difficulté à localiser les sons
 - Difficultés à séparer des sons (quand ils sont mélangés)
 - Hyperacousie
 - Besoin de l'aide visuelle pour améliorer la compréhension
 - Répond de manière inadéquate
 - Difficultés scolaires
 - Acquisition du langage plus lente ou déficitaire
-
- Difficultés à apprendre de nouvelles langues
 - Problème d'écriture
 - (ré)apparition de difficultés pour des capacités déjà acquises
-
- Ecoute passive → **isolation sociale**
 - Dégradation avec l'âge
 - Plaintes de la compagne/compagnon
 - Difficultés importantes dans les environnements bruyants ou si présence de distracteurs



PARTIE 2

Toxicité du bruit

Aspects cognitifs, académiques



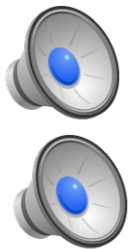
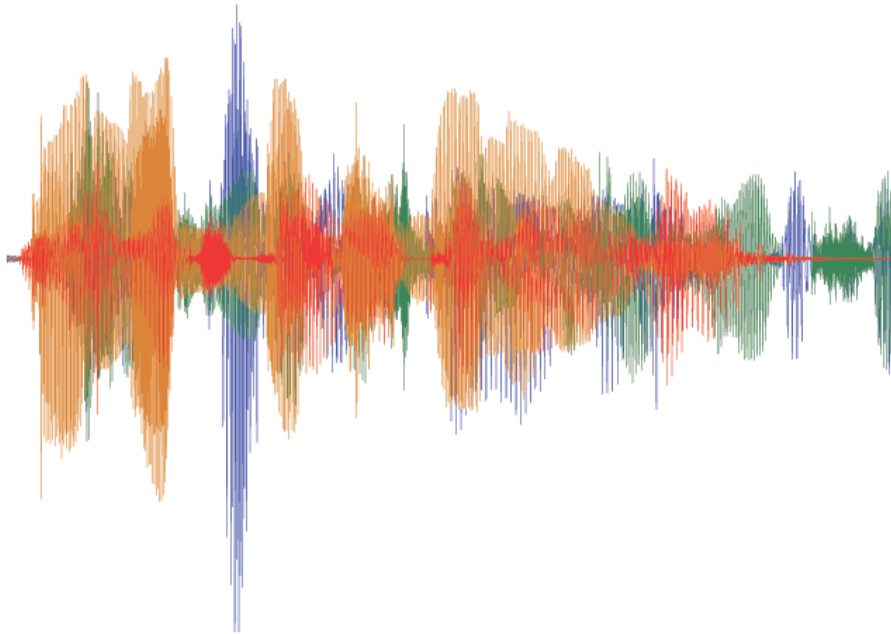
Does noise affect learning? A short review on noise effects on cognitive performance in children

Maria Klatte *, Kirstin Bergström and Thomas Lachmann

Center for Cognitive Science, Cognitive and Developmental Psychology Laboratory, University of Kaiserslautern, Kaiserslautern, Germany

EFFECTS OF ACUTE NOISE ON CHILDREN'S PERFORMANCE IN AUDITORY TASKS

Perception de la parole dans le bruit

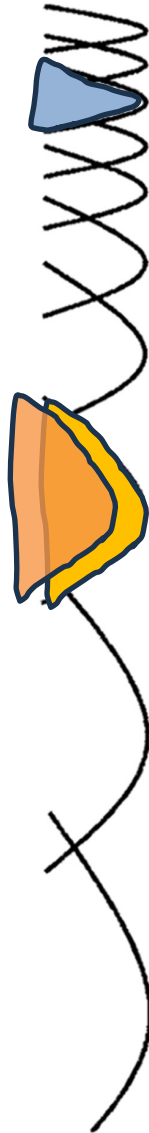


From McDermott, 2009
(from Breakfast at Tiffany's)



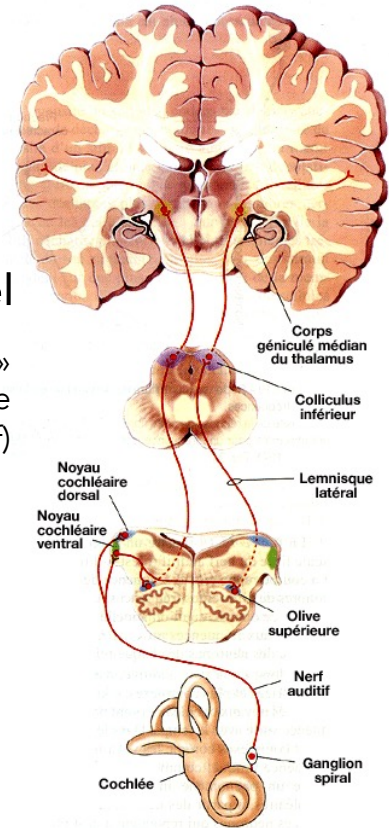
Masquage énergétique

Typiquement: un masqueur dont l'énergie interfère avec celle du signal

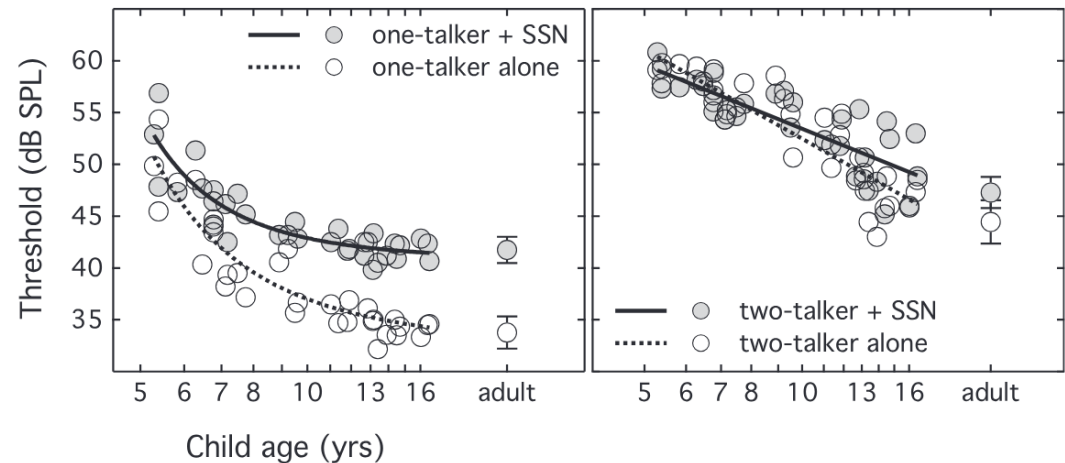
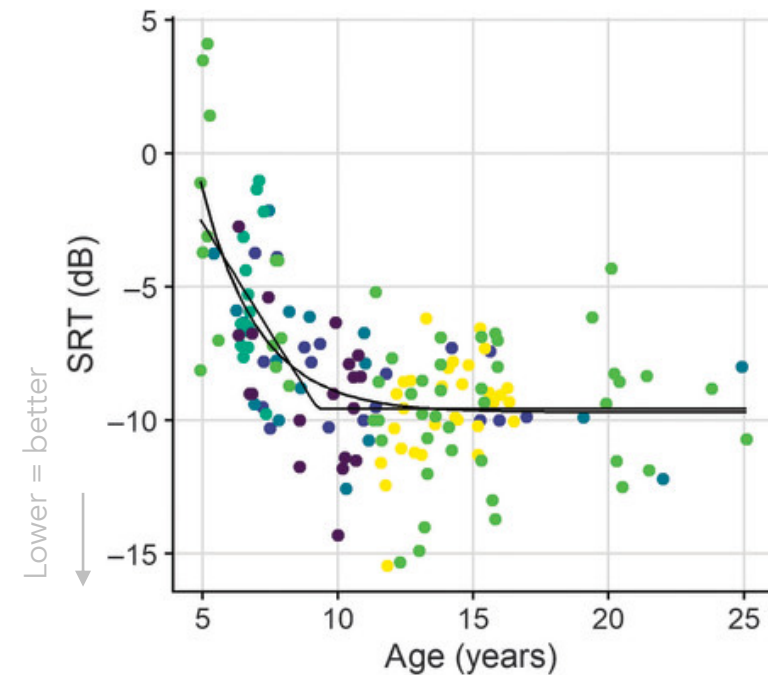


Masquage informationnel

Typiquement: des paradigmes « de labo » (sons purs), ou de la parole interférente (parce que le langage est informatif)



Développement de la perception de la parole dans le bruit



Développement plus lent de la résistance au masquage informationnel qu'énergétique

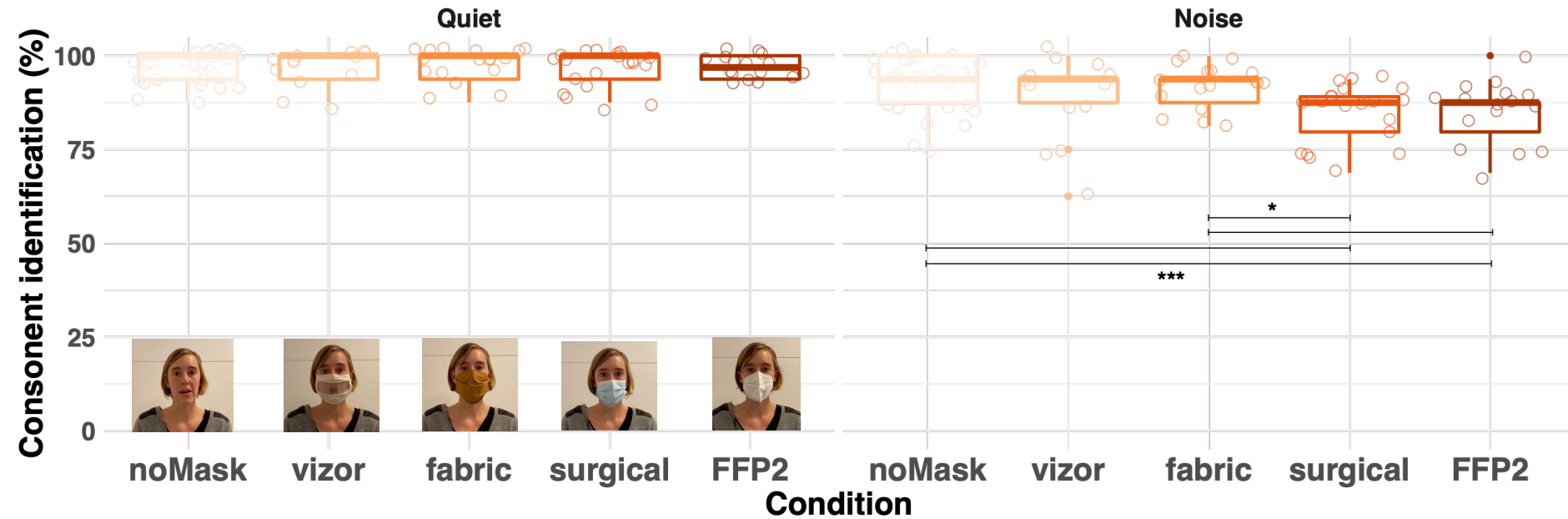
Développement de la perception de la parole dans le bruit

Les indices suivants aident les adultes à mieux percevoir la parole dans le bruit:

- Intégration audio-visuelle
- Latéralisation spatiale
- Genre des locuteurs simultanés
- Distance de la F0

Les enfants (< 12 ans) ne bénéficient pas (autant) de ces indices dans le bruit

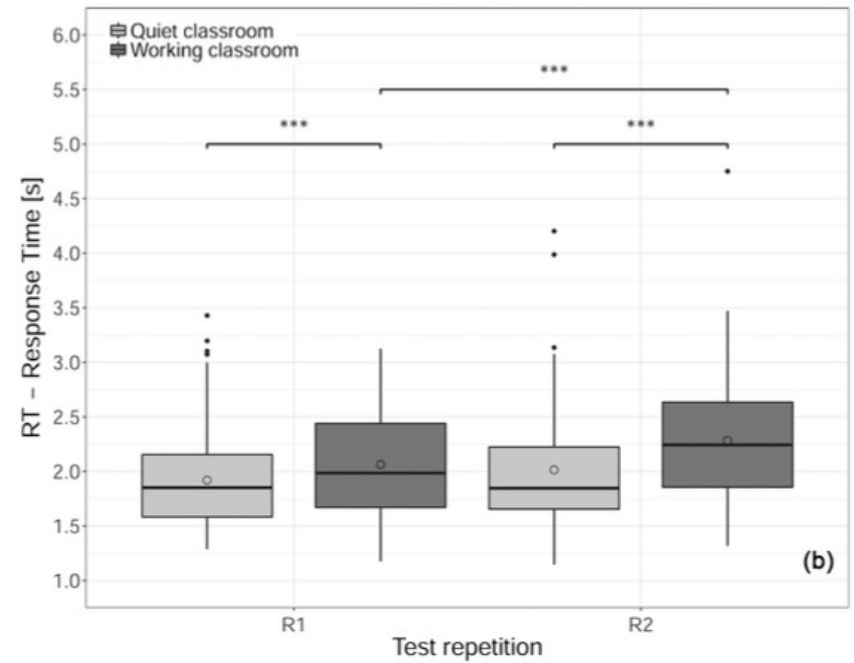
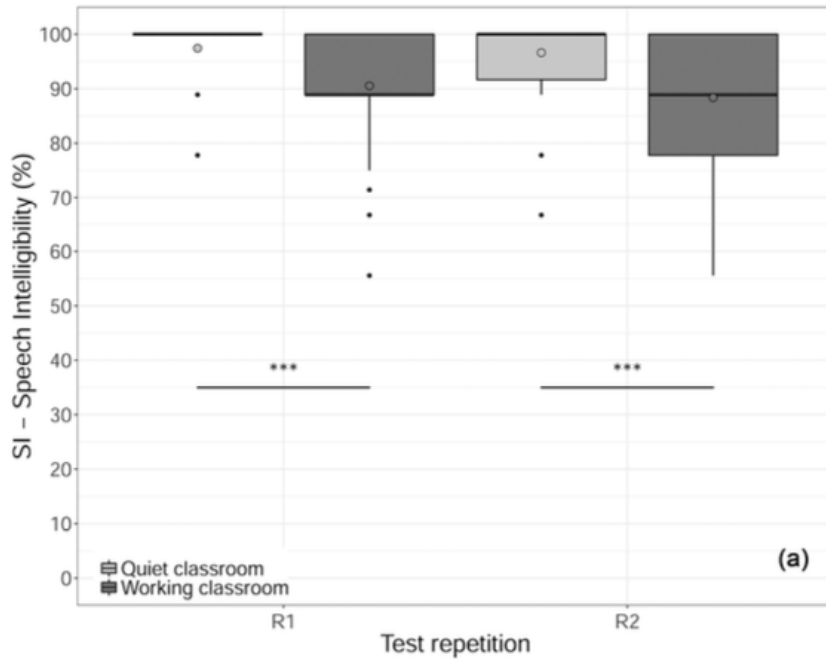
Le port du masque chez les enfants:



In noise, children's intelligibility is significantly poorer if speakers' wear surgical or FFP2 masks than no mask or fabric mask.

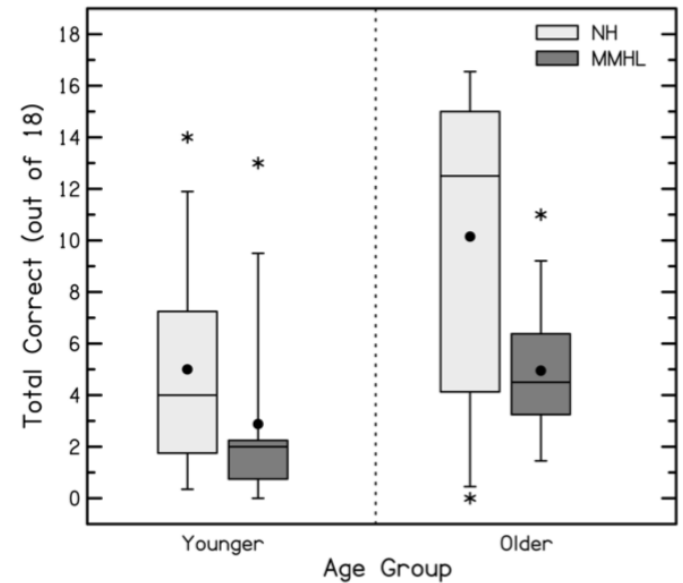
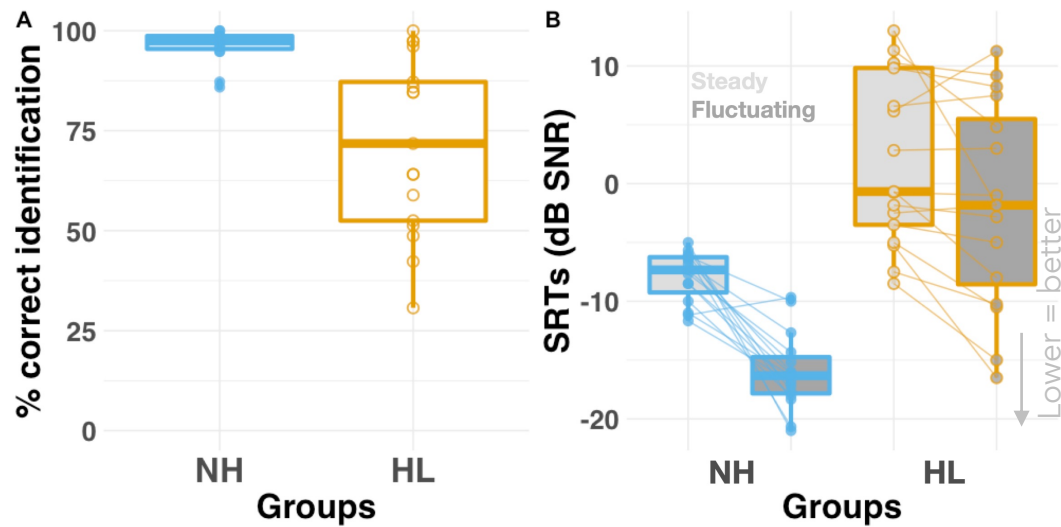
There was no significant difference in quiet.

Effort d'écoute à 6-7 ans

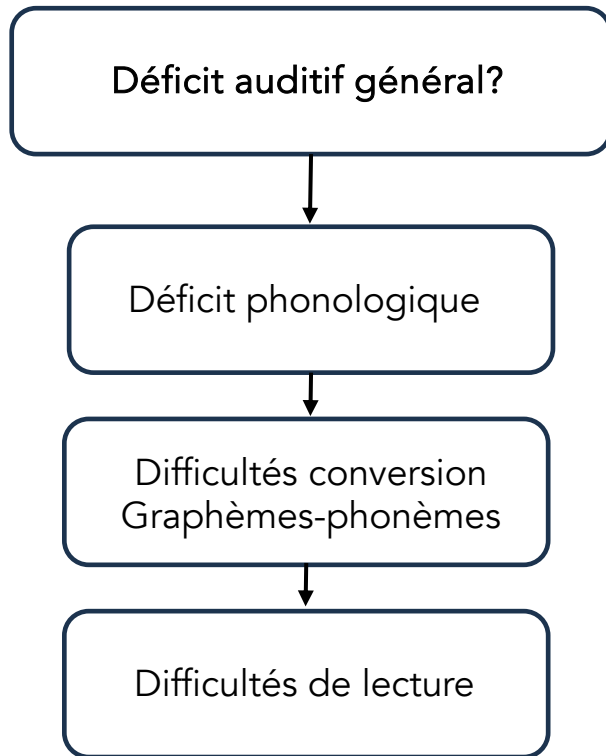


L'effort d'écoute augmente en présence de bruit de fond

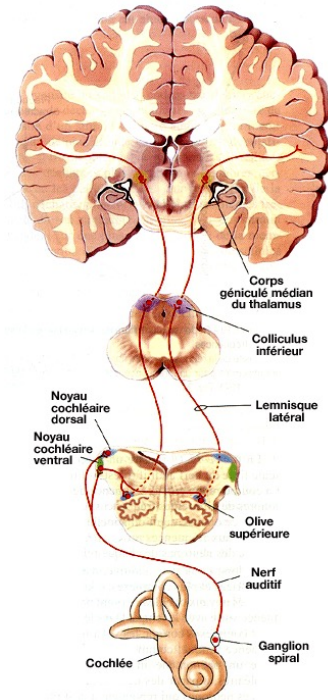
Perte auditive & perception de la parole dans le bruit



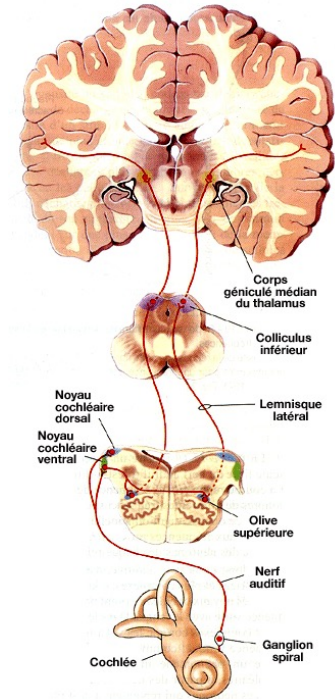
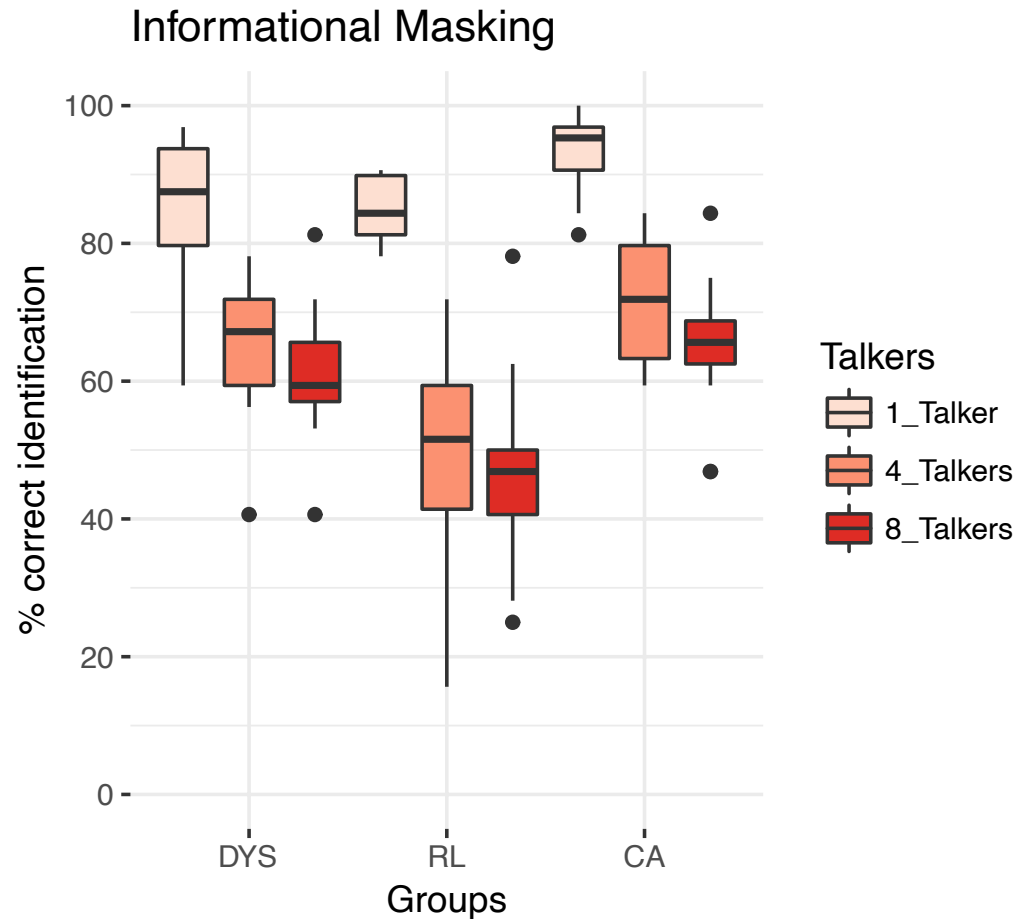
Dyslexie & perception de la parole dans le bruit



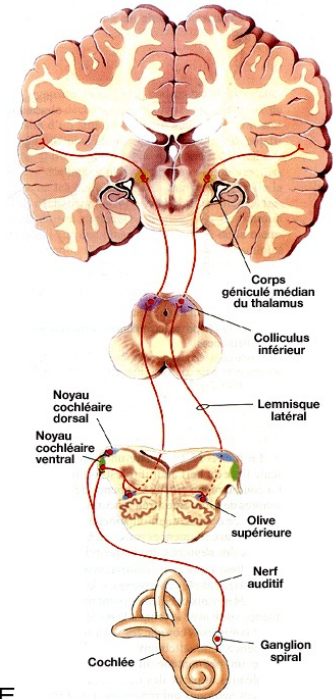
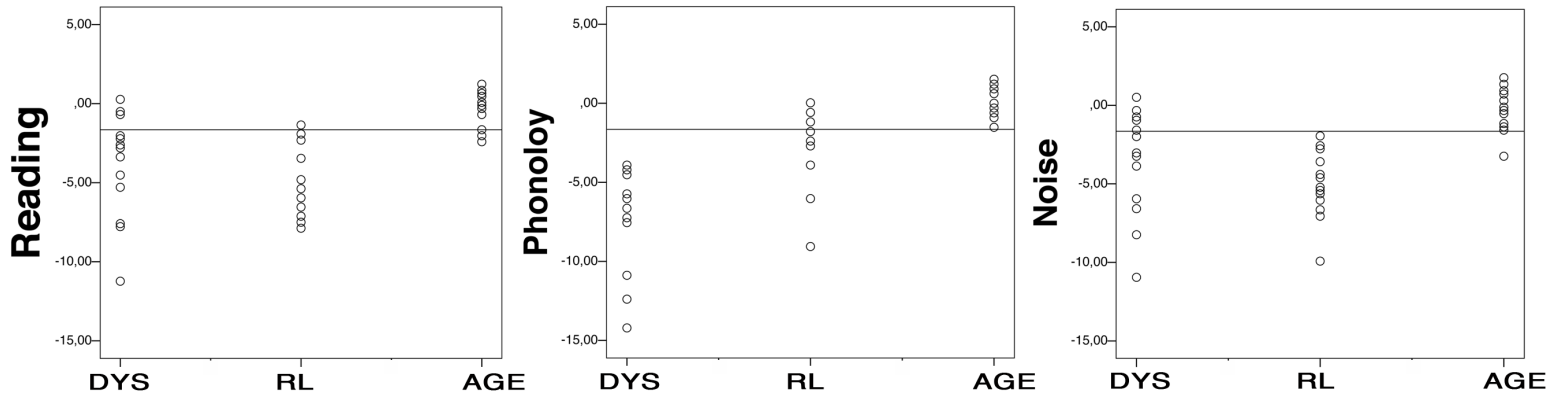
- Performance anormalement faible dans une série de tâches auditives
- **MAIS:**
 - 30% dyslexie; 30% contrôles
 - Faible corrélation entre déficits auditifs et habiletés de lecture



Dyslexie & perception de la parole dans le bruit



Dyslexie & perception de la parole dans le bruit





Does noise affect learning? A short review on noise effects on cognitive performance in children

Maria Klatte *, Kirstin Bergström and Thomas Lachmann

Center for Cognitive Science, Cognitive and Developmental Psychology Laboratory, University of Kaiserslautern, Kaiserslautern, Germany

**EFFECTS OF ACUTE NOISE ON CHILDREN'S PERFORMANCE
IN AUDITORY TASKS**

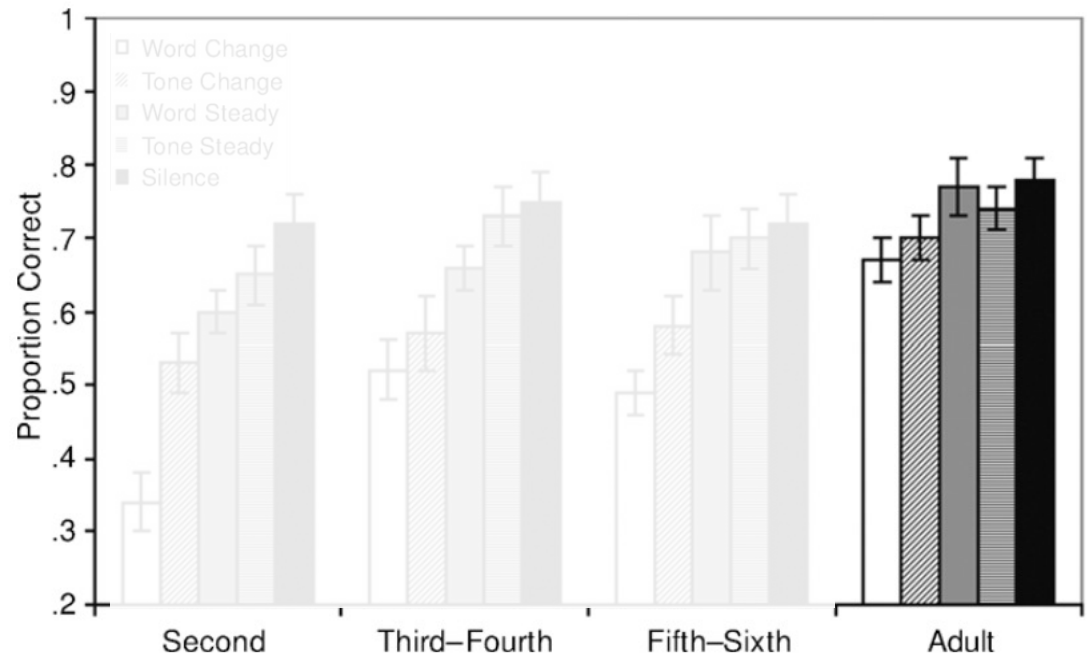
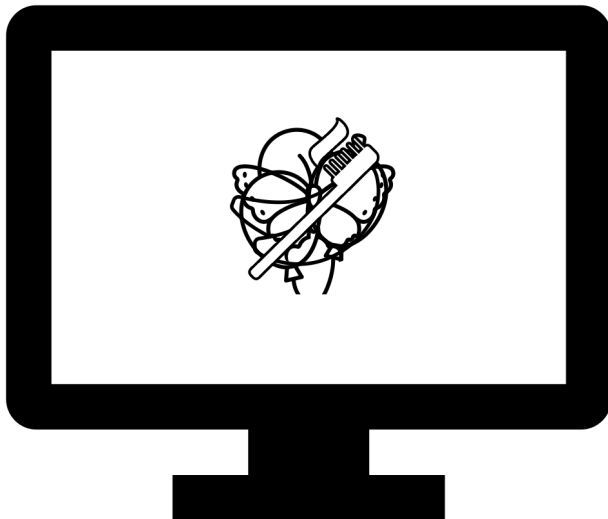
**EFFECTS OF ACUTE NOISE ON CHILDREN'S PERFORMANCE
IN NONAUDITORY TASKS**

**CHRONIC EFFECTS OF NOISE ON CHILDREN'S COGNITIVE
DEVELOPMENT**

Irrelevant sound effect



1-locuteur
Instruments de musique



La mémoire de travail est négativement affectée par la présence de bruit interférant

Interférence = accès automatique à MdT ou [capture attentionnelle](#)

Compréhension à la lecture

Bruit de fond (70 dB LAeq) dans les classes de secondaire:

- Rallentit la lecture
- Affecte la précision des informations retenues sur base de la lecture

C'est particulièrement vrai si le bruit interférant est de la parole, plutôt que du bruit.



Does noise affect learning? A short review on noise effects on cognitive performance in children

Maria Klatte *, Kirstin Bergström and Thomas Lachmann

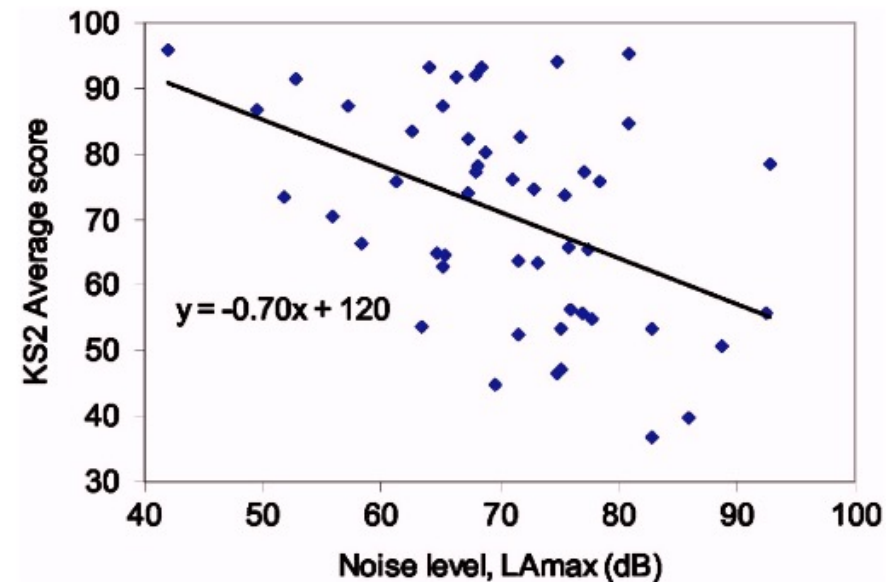
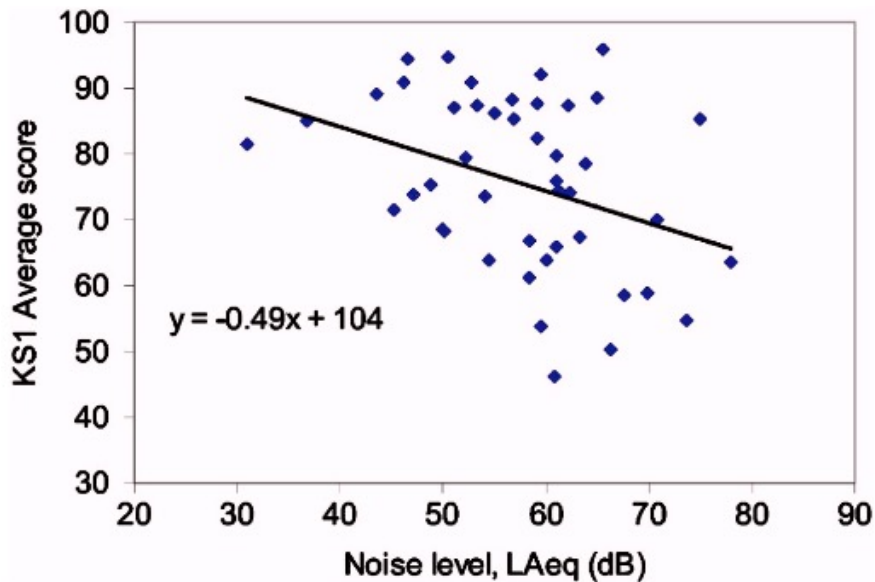
Center for Cognitive Science, Cognitive and Developmental Psychology Laboratory, University of Kaiserslautern, Kaiserslautern, Germany

**EFFECTS OF ACUTE NOISE ON CHILDREN'S PERFORMANCE
IN AUDITORY TASKS**

**EFFECTS OF ACUTE NOISE ON CHILDREN'S PERFORMANCE
IN NONAUDITORY TASKS**

**CHRONIC EFFECTS OF NOISE ON CHILDREN'S COGNITIVE
DEVELOPMENT**

Effet du bruit environnant



L'effet délétère du bruit environnant persiste même si on tient compte du niveau socio-économique des enfants



Longitudinal effects of aircraft noise exposure on children's health and cognition: A six-year follow-up of the UK RANCH cohort

Charlotte Clark^a  , Jenny Head^b , Stephen A. Stansfeld^a 

[Show more](#) 

 Add to Mendeley  Share  Cite

N = 2844

<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.03.002> 

[Get rights and content](#) 

Under a Creative Commons [license](#) 

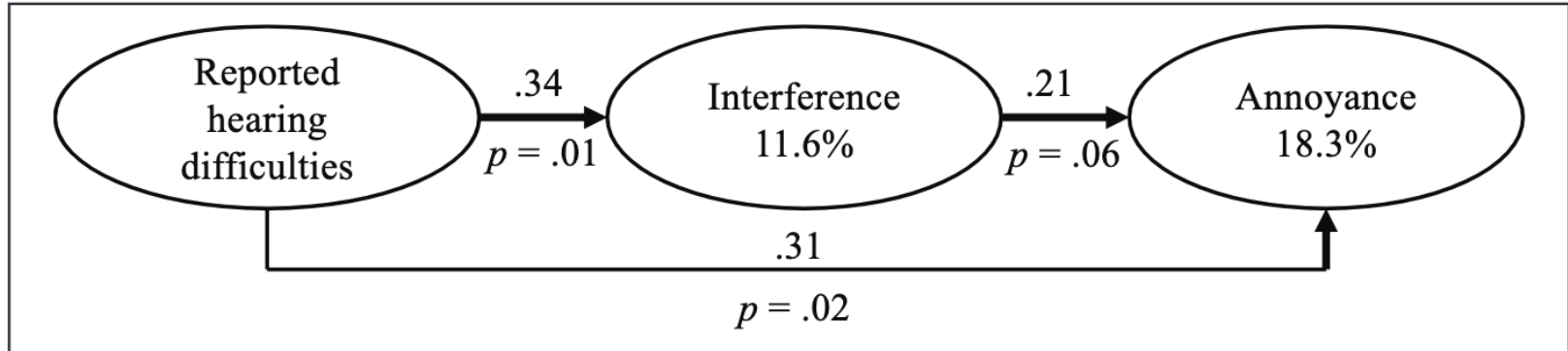
 open access

Highlights

- First longitudinal study of noise effects on children's health and cognition.
- 6-Year follow-up of children who attended primary schools around Heathrow airport.
- Aircraft noise at primary school increases noise annoyance at secondary school.
- Weaker longitudinal association between aircraft noise and poorer reading.
- No longitudinal association between aircraft noise and psychological health.

Qu'en pensent les enfants?

N = 112 enfants de 8 à 11 ans



Conclusion

- Les salles de classe sont plus bruyantes qu'elles ne devraient l'être ...
- ... mais les enfants (< 12 ans) sont plus sensibles au bruit de fond
 - Sur la perception de la parole dans le bruit
 - Sur les performances académiques
- Les données sur les effets du bruit "chronique" sont débatus
- Réduire le bruit en classe bénéficierait à tous les enfants, mais en particulier aux enfants à besoins spécifiques

Carta Academica: Réduire le bruit en classe pour améliorer les bulletins

Tous les samedis, « Le Soir » publie la chronique d'un ou plusieurs membres de Carta Academica. Cette semaine : Les salles de classe sont souvent trop bruyantes. Pourtant, les enfants perçoivent moins bien la parole dans le bruit que les adultes. Dans le cas d'enfants qui doivent composer avec des difficultés auditives ou cognitives, ces difficultés sont exacerbées. Réduire le bruit en classe serait bénéfique pour la scolarité de tous les enfants.



Chronique -
Par Carta Academica*



THE CONVERSATION

Academic rigour, journalistic flair

Q Search analysis, research, academics...

De décibel en décibel, comment le bruit gêne-t-il les enfants en classe ?

Published: June 7, 2021 9:58pm CEST • Updated: September 4, 2023 11:55am CEST



Author



Axelle Calcus
Assistant lecturer, Université Libre de Bruxelles (ULB)

Disclosure statement

Axelle Calcus does not work for, consult, own shares in or receive funding from any company or organisation that would benefit from this article, and has disclosed no relevant affiliations beyond their academic appointment.

Partners



✉ axelle.calcus@ulb.be



@axellecalcus

