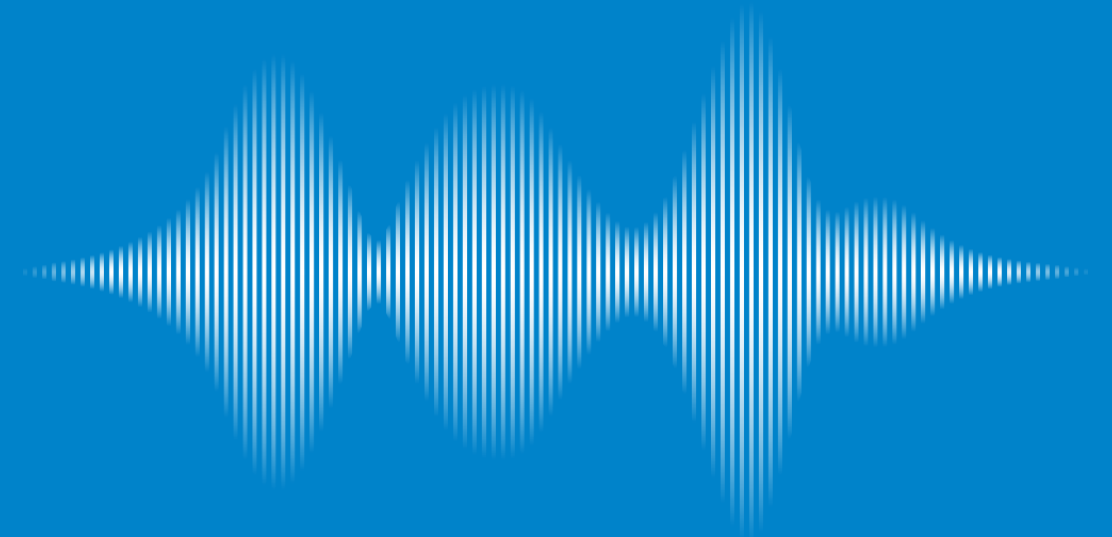


Applications de l'auralisation dans l'évaluation des appareils auditifs

Simon Canales & Hannes Wüthrich, Sonova AG



01

Introduction

02

Enregistrements d'appareils auditives

03

Base de données «HOA SSR»

04

Méthodes d'évaluation

05

Conclusion

À propos de Sonova

- Leader mondial en matière de solutions auditives
- Établie à Stäfa, ZH
- Plus de 18'100 employés à travers le monde



PHONAK
life is on

unitron

 **SENNHEISER**

AudioNova 

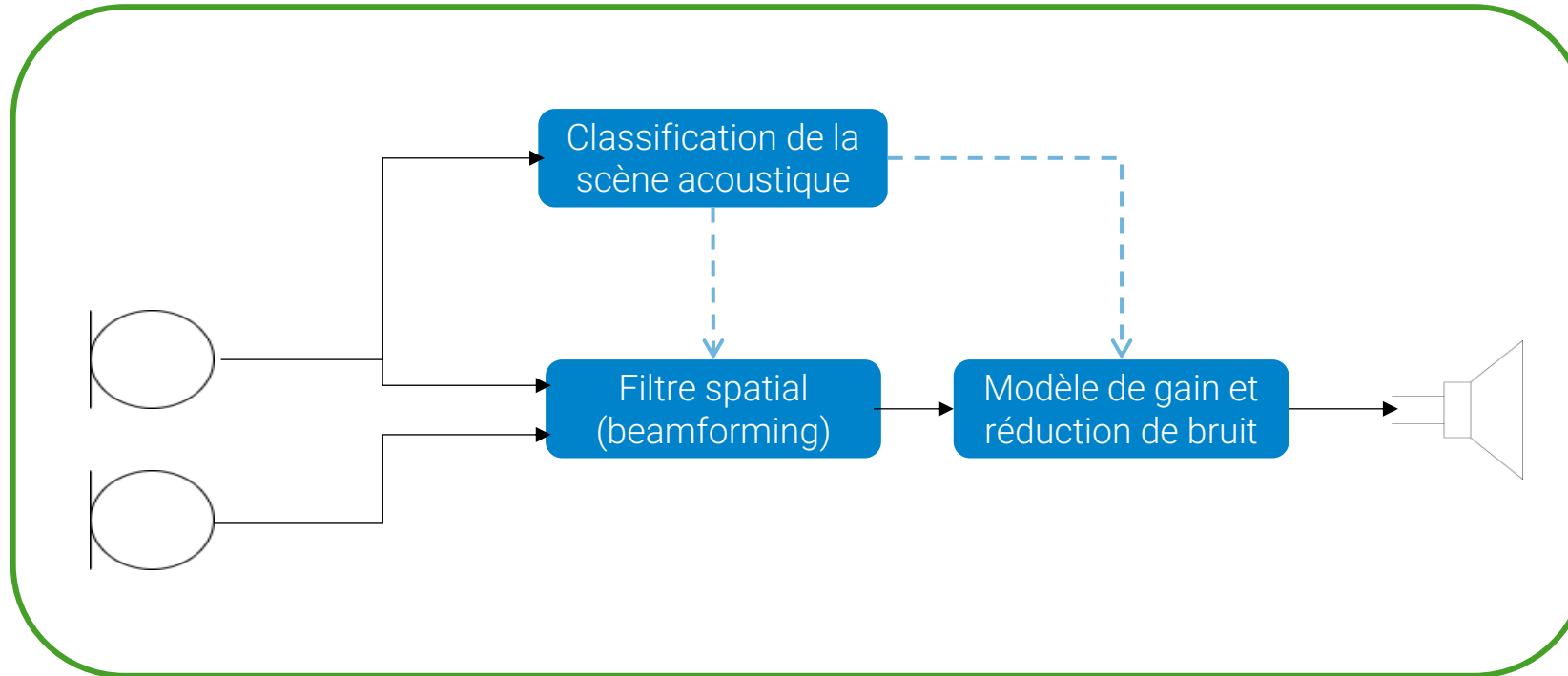
 **ADVANCED
BIONICS**
POWERFUL CONNECTIONS

1

Introduction

Aperçu

Appareil auditif – vue d'ensemble



Aperçu

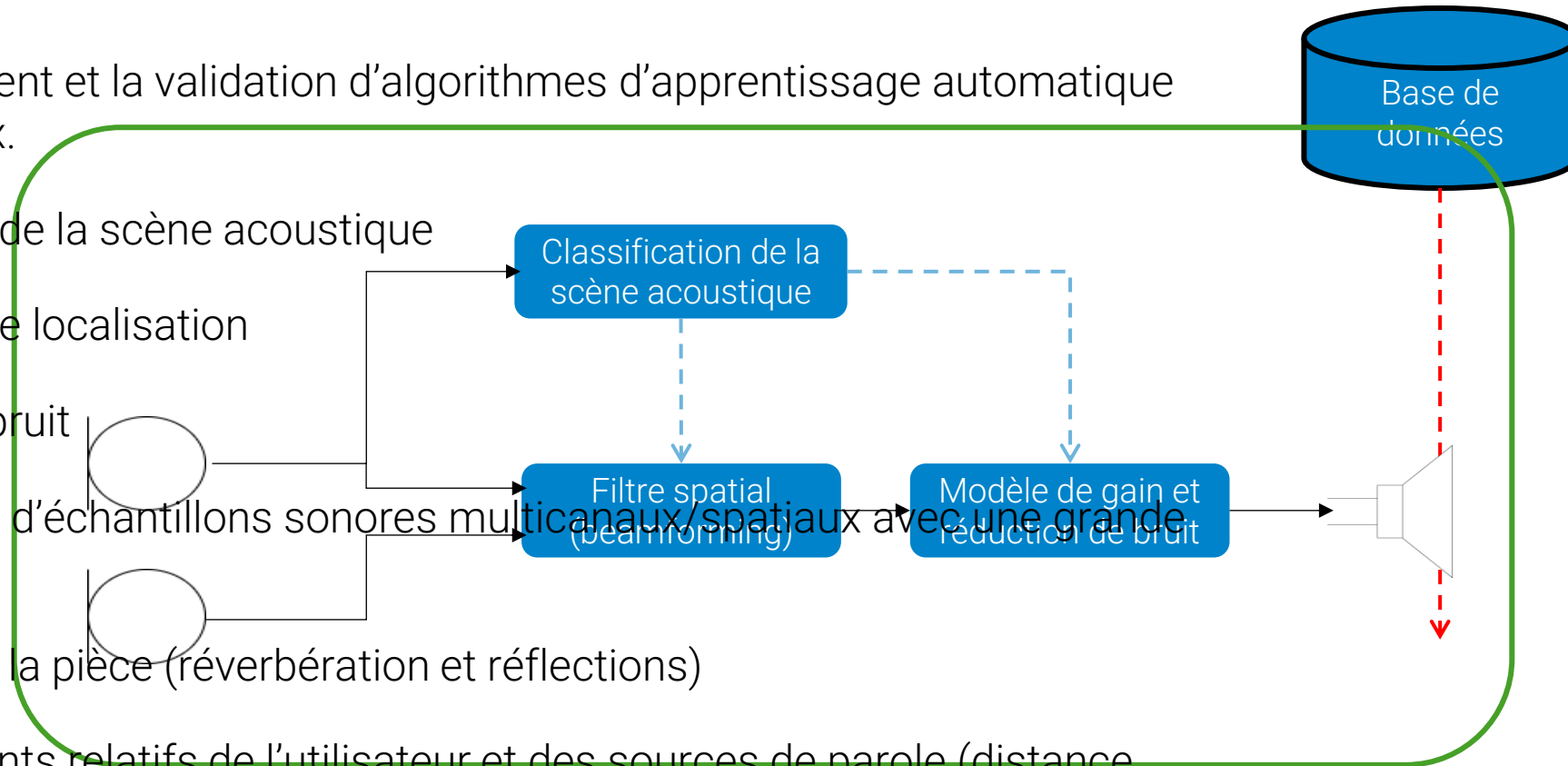
Pourquoi a-t-on besoin de données ?

Pour l'entraînement et la validation d'algorithmes d'apprentissage automatique embarqués, p. ex.

- classification de la scène acoustique
- algorithmes de localisation
- réduction de bruit

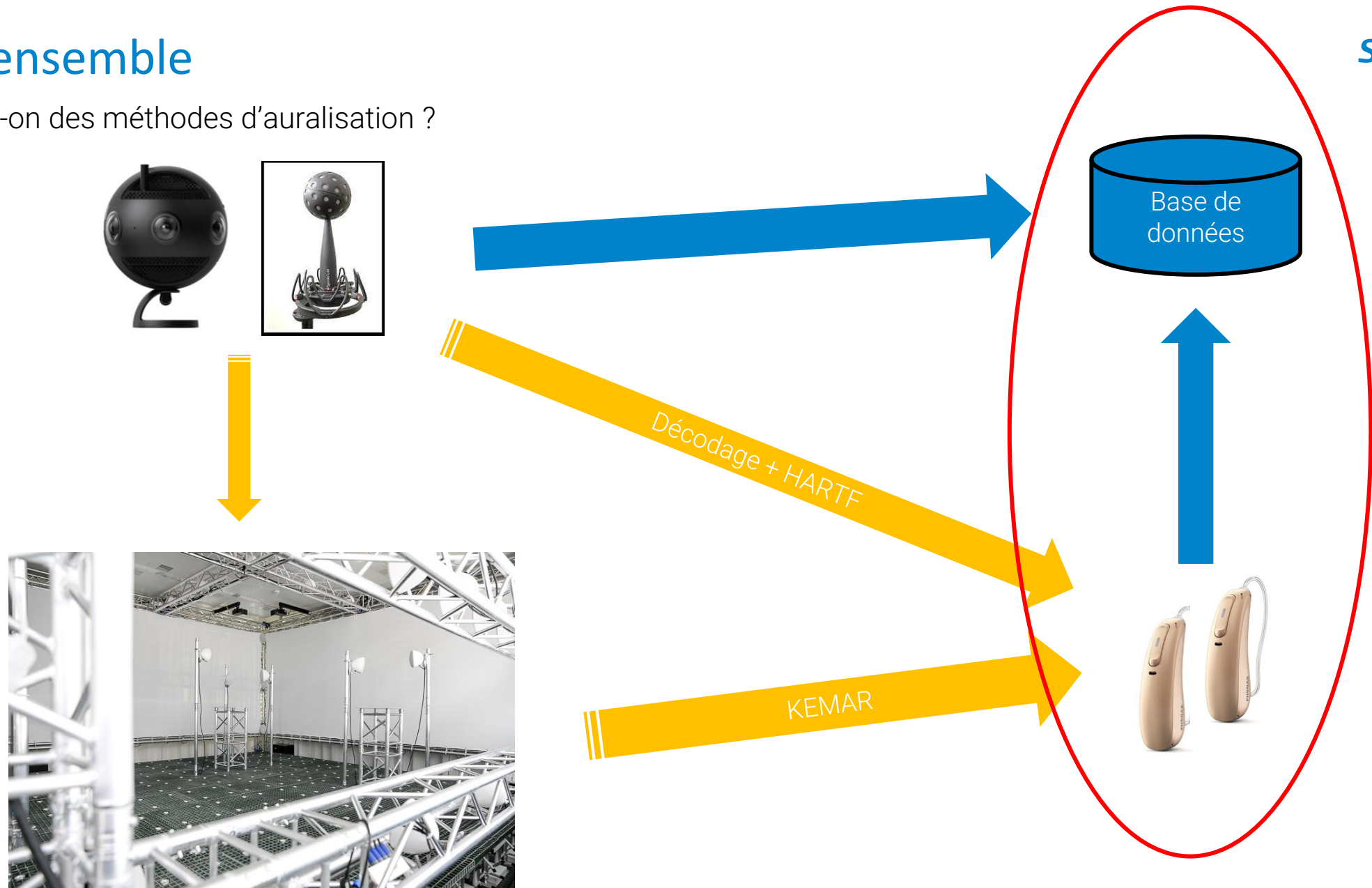
... il y a un besoin d'échantillons sonores multicanaux/spatiaux avec une grande variété de

- propriétés de la pièce (réverbération et réflexions)
- positionnements relatifs de l'utilisateur et des sources de parole (distance, angle, SNR, DRR, ILDs/ITDs, etc.)
- Type de fonds sonores réalistes (babillage, rue, musique, etc.)



Vue d'ensemble

Où utilise-t-on des méthodes d'auralisation ?



2

Enregistrements d'appareils auditifs

De la vraie vie à l'automatisation des enregistrements de RIR

Media Database

Base de données dans laquelle sont stockés des enregistrements audio annotés :

- Des centaines d'heures d'enregistrements d'appareils auditifs
- Métadonnées relatives au type d'appareils, à la personne qui les porte, au matériel audio/vidéo supplémentaire...
- Possibilité d'automatisation de la recherche ou du téléchargement d'échantillons grâce à une API Python

The screenshot displays the Sonova Media Database interface. At the top, the Sonova logo and tagline 'HEAR THE WORLD' are visible. The interface is divided into a left sidebar and a main content area. The sidebar contains a search bar, a 'Filters' section with '1 selected' items, and a 'Technical labels' dropdown. The main content area shows a list of audio packages, each with a thumbnail, title, owner, status, creation and modification dates, duration, and progress indicators for extracts. The packages listed are:

Package ID	Owner	Status	Created	Modified	Duration	Extracts	Progress
MediaDB1 Package 528	11scanales	LABELLED	Feb 8, 2022	Sep 21, 2023	00:09:20	3 Extracts	9.29%
MediaDB1 Package 662	11scanales	IN LABELING	Feb 8, 2022	Sep 21, 2023	00:21:45	1 Extract	0.54%
MediaDB1 Package 713	11scanales	IN LABELING	Feb 8, 2022	Sep 21, 2023	00:03:19	1 Extract	4.02%

Enregistrements d'appareils auditifs

Approches

Mesures sur le terrain avec des appareils auditifs

- La méthode la plus réaliste et qui offre la meilleure qualité, mais...
 - demande beaucoup de temps si l'on veut beaucoup de positions relatives de l'utilisateur et des sources
 - pas de séparation possible de la parole cible et du fond sonore
 - pas de contrôle direct sur le rapport signal/bruit (SNR), la position des sources de parole, etc.

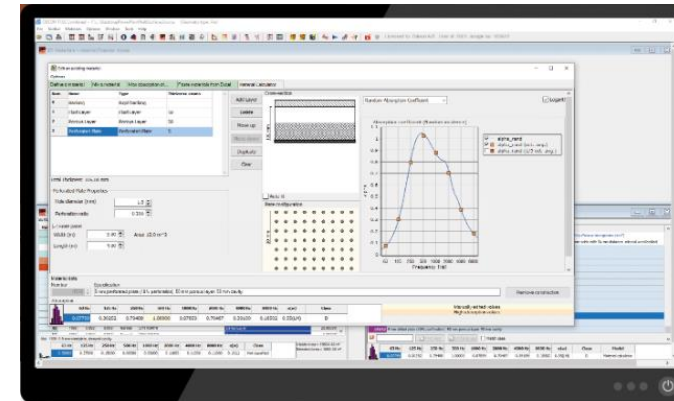
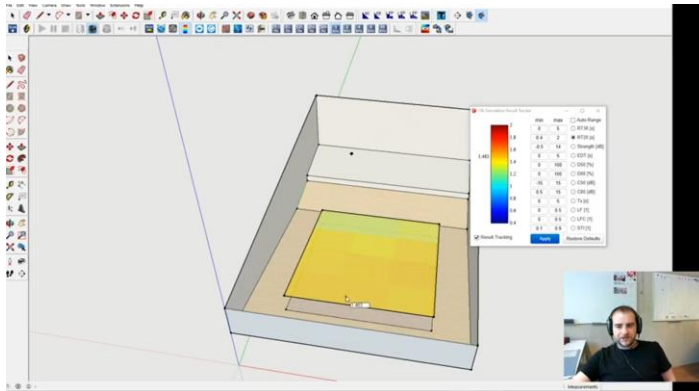
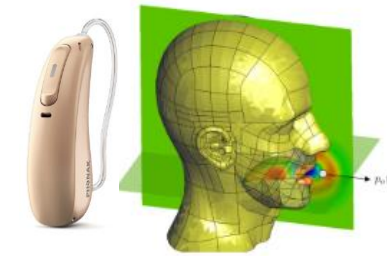


Enregistrements d'appareils auditifs

Approches

Simulation d'environnements acoustiques dans un logiciel de simulation d'espaces acoustiques

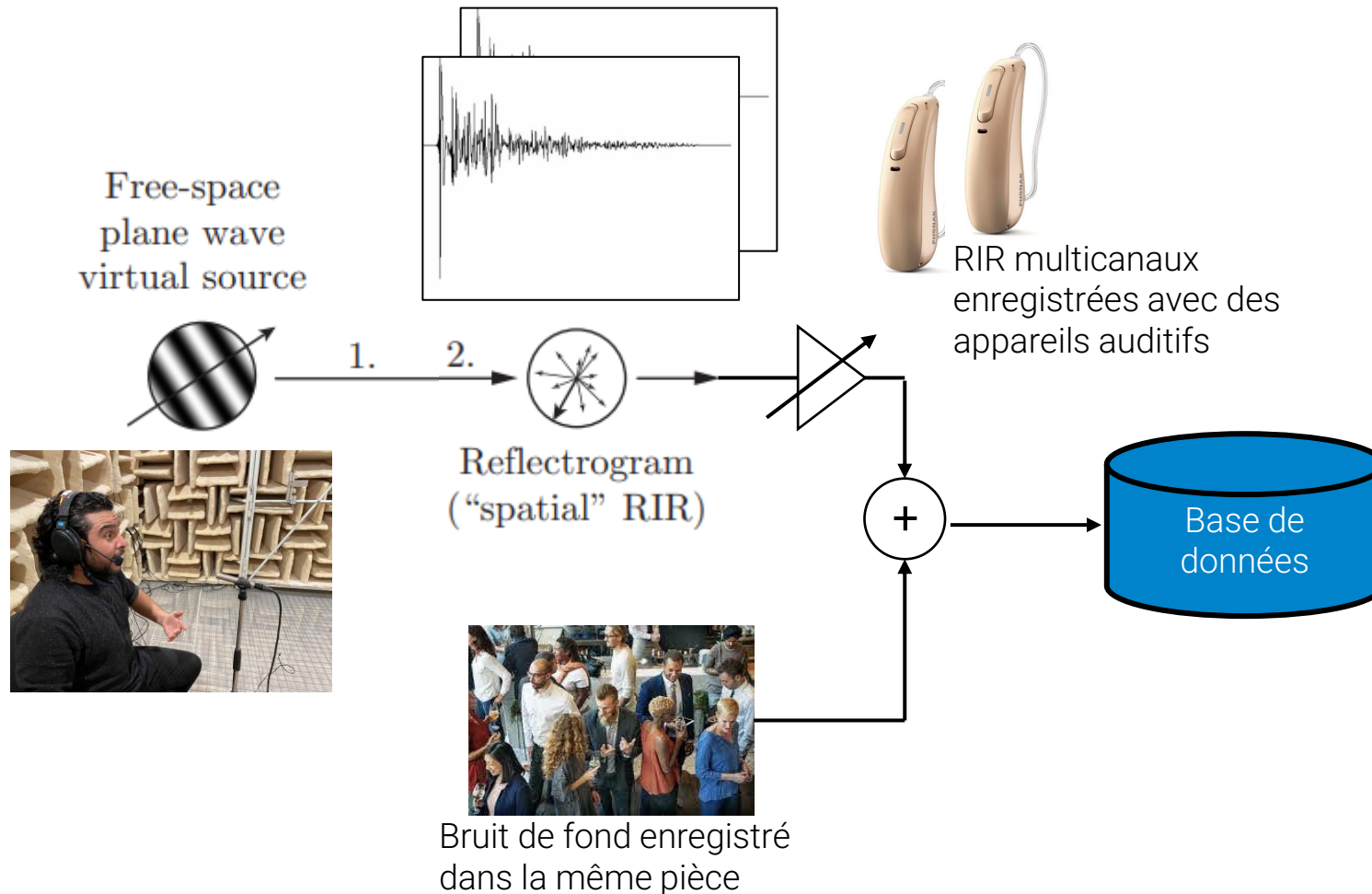
- p. ex. Raven, Odeon, Comsol
- Un meilleur contrôle des propriétés et une meilleure reproductibilité, mais...
 - Est-ce réaliste ?
 - En particulier, l'acoustique de la tête peut être insuffisamment précise
 - Impossibilité d'enregistrer du vrai bruit de fond → il faut ajouter des sources de bruit de fond 'artificielles'



Enregistrements d'appareils auditifs

Approches

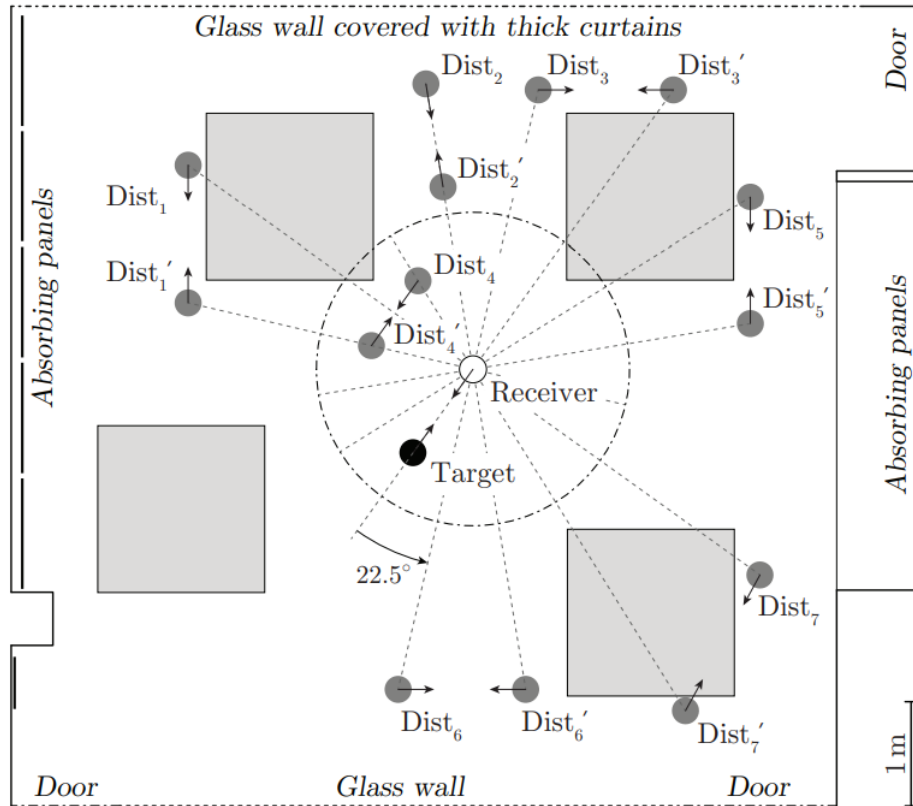
Juste milieu: utilisation de réponses impulsionnelles de la salle (RIR) + bruit de fond enregistré



Possibilité de mixage, différents SNR, positions relatives de l'utilisateur et des sources de parole, du nombre d'intervenants, etc.

Enregistrements d'appareils auditifs

Approches



Oreinos, 2015, Virtual Acoustic Environments for the Evaluation of Hearing Devices, thèse de doctorat

Enregistrements d'appareils auditifs

Matériel

Carte son RME M-1610 Pro

- Jusqu'à 16 canaux d'entrée: 2 paires d'appareils d'auditifs (p.ex. ITE + BTE)
- MADl stream (possibilité d'ajouter un microphone Eigenmike HOA)



Mannequin G.R.A.S. KEMAR 45 BC: simulateur d'oreille et de bouche



Boîte de raccordement

- Pour amplifier les signaux audio des aides auditives



Synchronisation via "Lockit" - Timecode- et Syncgenerator





Institut für Elektrotechnik IET
Studiengang Elektrotechnik
und Informationstechnologie

Path Planner – distance fixe

The screenshot displays the Sonova RIR - DAGA Path Planner software interface. The main window shows a 2D map with a robot icon and a curved path of 13 situations. The 'Fixed Distance' property panel is open on the right, showing settings for IR Direction, Master Robot, Distance (1500 mm), Intermediate Angle (15 degrees), Amount (15), and heading for two robots. The status bar at the bottom shows 'Ready'.

Path Planner

Manually Fixed Distance

Matrix Spline

Fixed Distance 1

- Situation 1
- Situation 2
- Situation 3
- Situation 4
- Situation 5
- Situation 6
- Situation 7
- Situation 8
- Situation 9
- Situation 10
- Situation 11
- Situation 12
- Situation 13

Situations 15
Estimated time 00:05:00

Robot 1

X 3.691 [mm]
Y -716 [mm]
φ 300 [deg]

Properties

Fixed Distance

IR Direction Robot 1 → Robot 2

Master Robot

Visible

Distance 1500 mm

Intermediate Angle 15 °

Amount 15

Heading Robot 1

Facing

Offset Angle 0

Heading Robot 2

Facing

Offset Angle 0

Project Explorer Properties

Ready

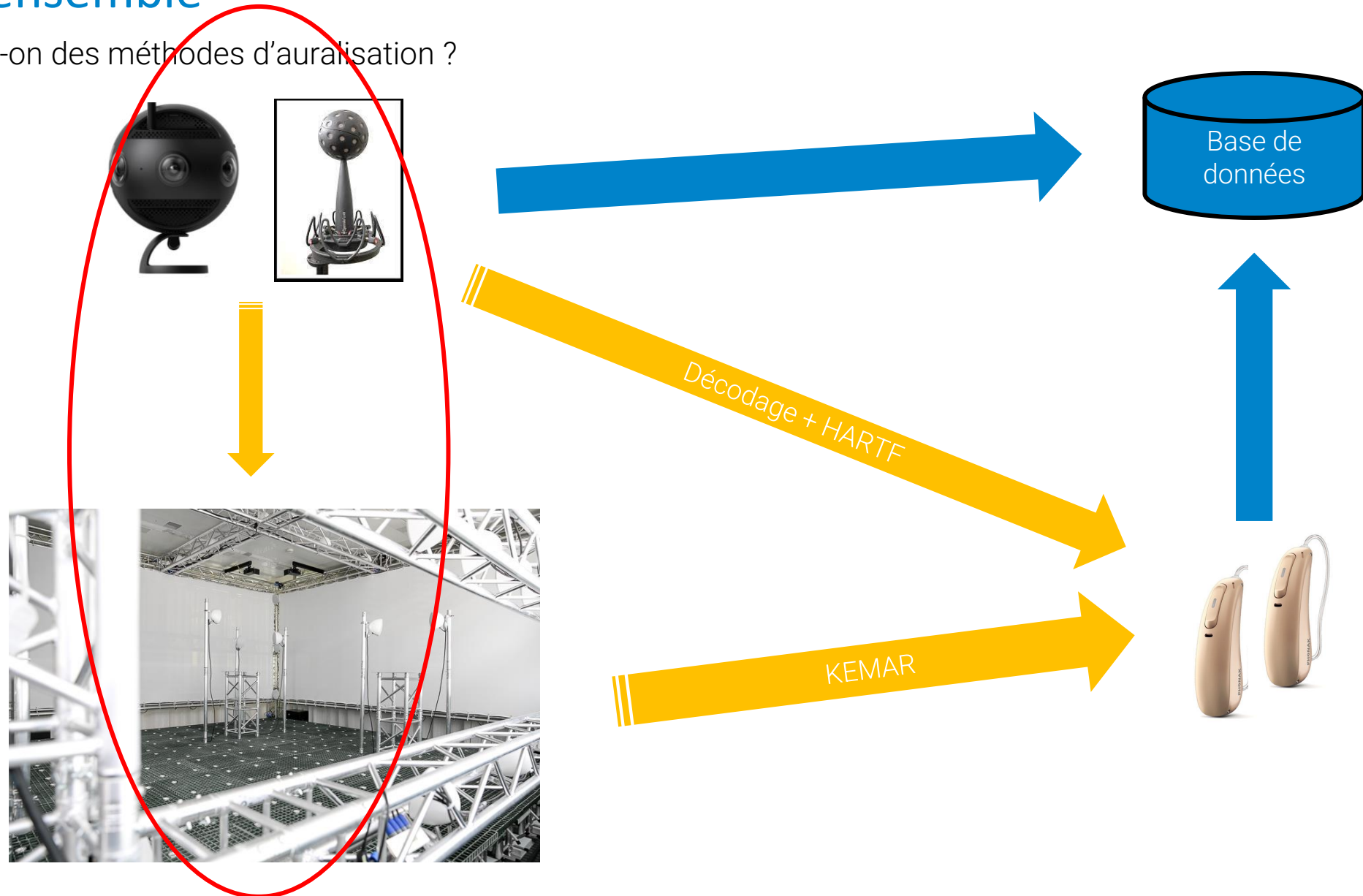
3

Base de données «HOA SSR»

Recréer des situations réelles en laboratoire

Vue d'ensemble

Où utilise-t-on des méthodes d'auralisation ?



sonova
HEAR THE WORLD

Office_Medium-Meeting_C-04
HOA

NEW APPROVE CONTENT

AV Camera

Metadata

- Description -
- Owner: 11scanales
- Created: Mar 4, 2025
- Modified by: 11scanales
- Modified: Mar 4, 2025
- Location: Zurich
- Duration: 00:01:00
- Audio Sampling Rate -
- DRR: 0.911
- Date: Mar 4, 2025

Info

0:04 / 1:00

Information

Serial number -

DEVICES TECHNICAL FILES ACCESS

- Additional Sources
 - Eigenmike EM32
 - 25_Audio_Channel: Office_Medium-Meeting_C-04_EM32...
 - AV Camera
 - AV Channel: Office_Medium-Meeting_C-04_TV-2D.mp4

Le projet «HOA SSR»

Développement collaboratif d'archives de contenu audio-visuel (Sound Scene Repository (SSR))

- Base de données comprenant un grand nombre de scènes diverses (~100) et qui sont souvent vécues par les utilisateurs d'appareils auditifs, d'écouteurs, de casques ou de tout autre type d'appareils audio
- La base de données a pour but d'être utilisée pour le développement et l'évaluation de nouvelles technologies de traitement du son
- Partenaires
 - Huawei
 - WSAudiology/Widex)
 - GNAudio/JABRA
 - Sonova/Phonak
 - GNHearing
 - Demant/Oticon
 - Sennheiser Communication
 - Bang& Olufssen
 - FORCE Technology – SenseLab

Le projet «HOA SSR»

Matériel

- Capture audio Higher Order Ambisonics (HOA) avec un microphone MH Acoustics (Eigenmike EM32)
- Enregistrement vidéo monoscopique 8k 360°
- Enregistrements calibrés pour l'audio et la vidéo



Caméra 360°



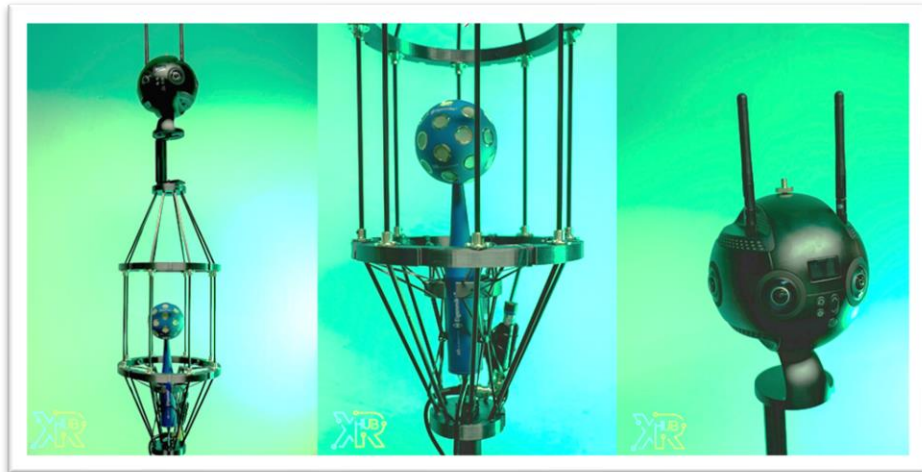
Eigenmike

Le projet «HOA SSR»

Contenu

Base de données d'enregistrements audiovisuels de scènes réelles (avec d'autres entreprises de l'industrie audio)

→ ~100 environnements (560 extraits)

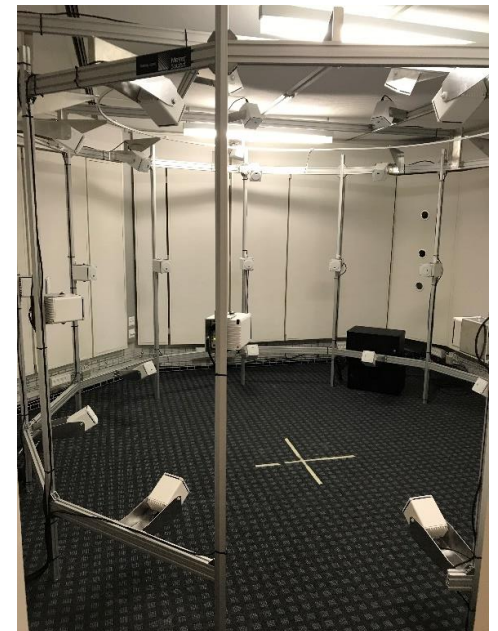


Le projet «HOA SSR»

Projet "RAAMBO": Realistic Audiovisual Assessment Methods and Behavioral Observation

Objectif: créer des conditions en laboratoire plus réalistes pour tester des appareils auditifs → contrôlable et reproductible

- Enregistrements Higher Order Ambisonics (HOA) → Reproduction sur un système d'enceintes
- Vidéos haute résolution 360°



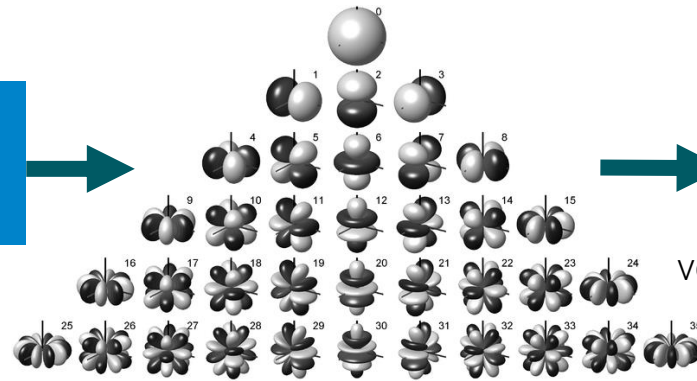
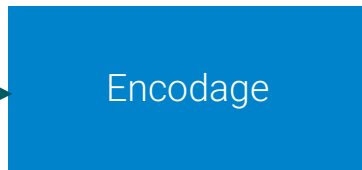
Dispositif de reproduction audio

Higher Order Ambisonics

Principe



Micro HOA, (p.ex. EM32, 32 canaux, 4OA)



HOA, harmoniques sphériques



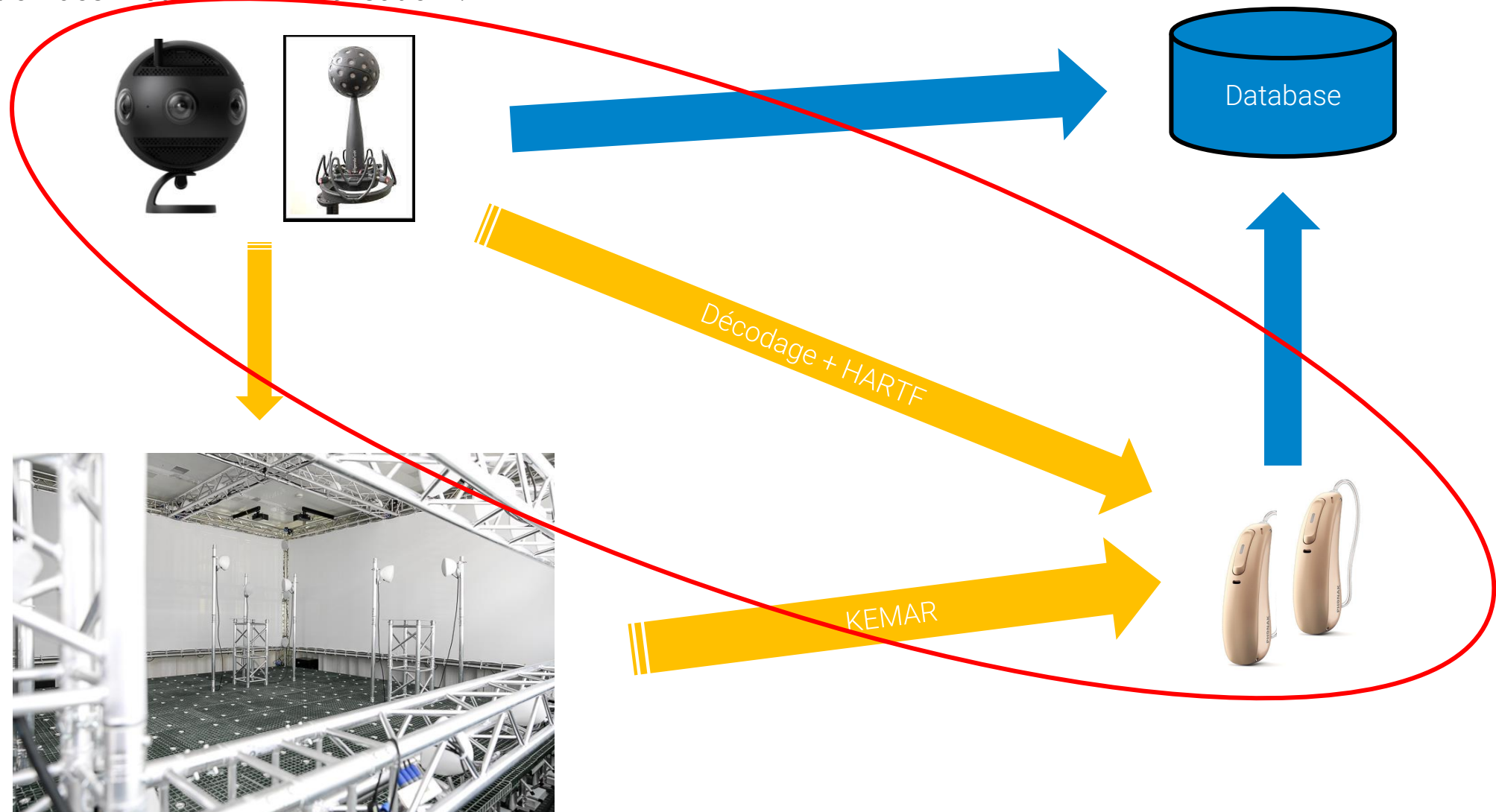
vers le système d'enceintes



Système d'enceintes
Le nombre de haut-parleurs maximum dépend du degré de l'ordre ambisonique (ici 32 haut-parleurs)

Vue d'ensemble

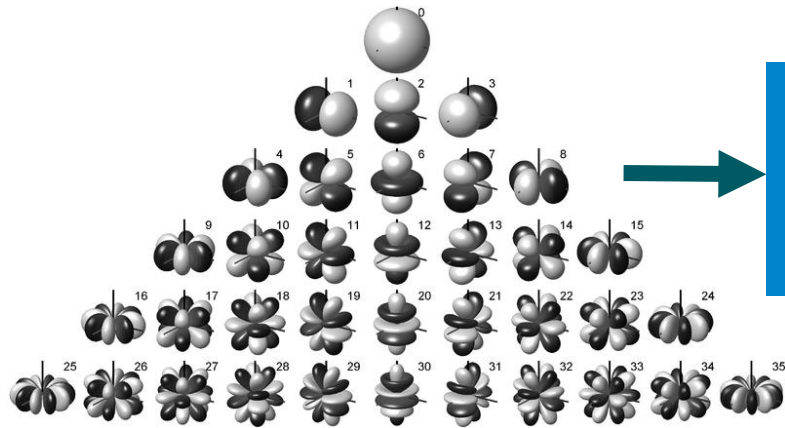
Où utilise-t-on des méthodes d'auralisation ?



Higher Order Ambisonics

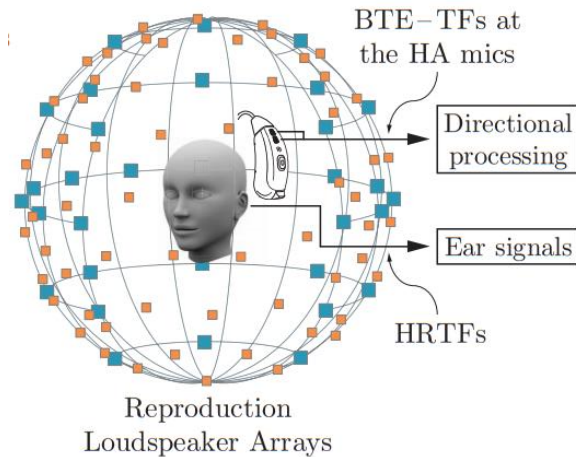
Convertir en signal d'entrée d'appareils auditifs

Décodeur HOA



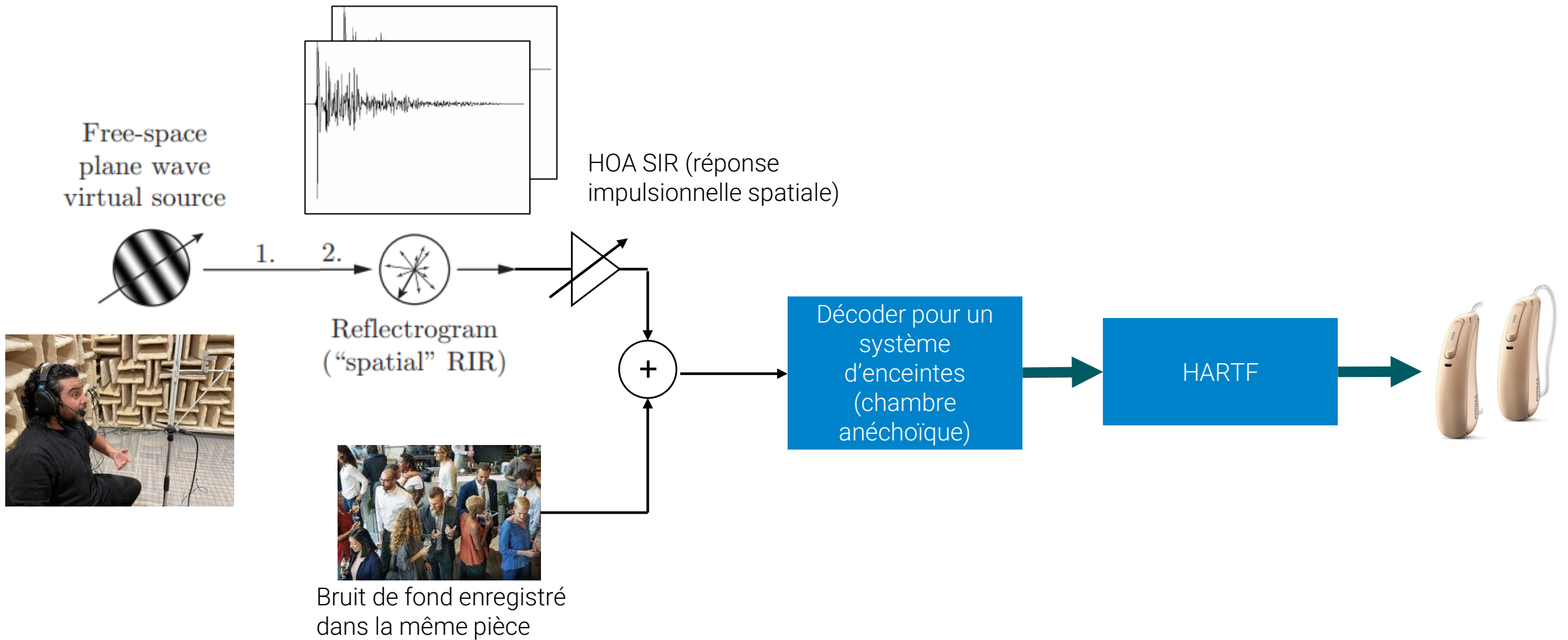
Décoder pour un système d'enceintes (chambre anéchoïque)

HARTF



Higher Order Ambisonics

Génération de bases de données à partir de vrais enregistrements et des RIRs

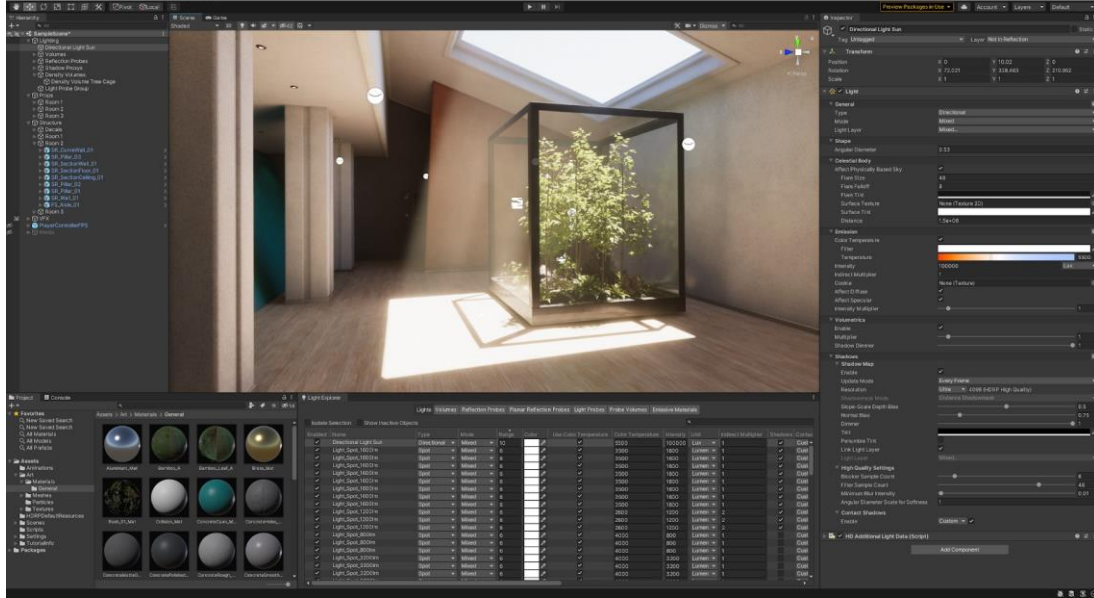


4

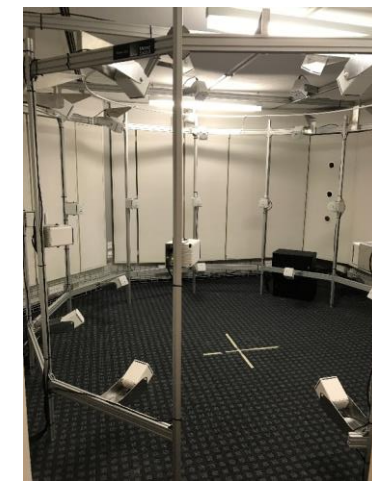
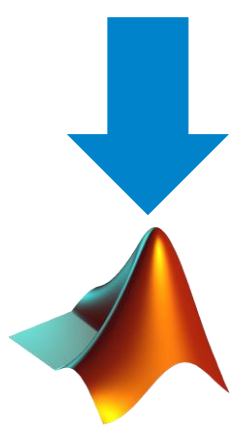
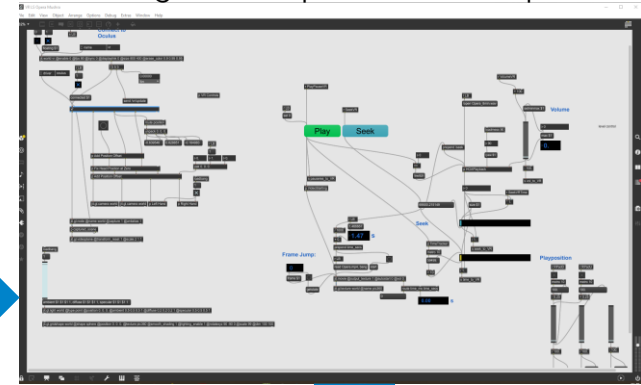
Méthodes d'évaluation

Test d'écoute MUSHRA en réalité virtuelle

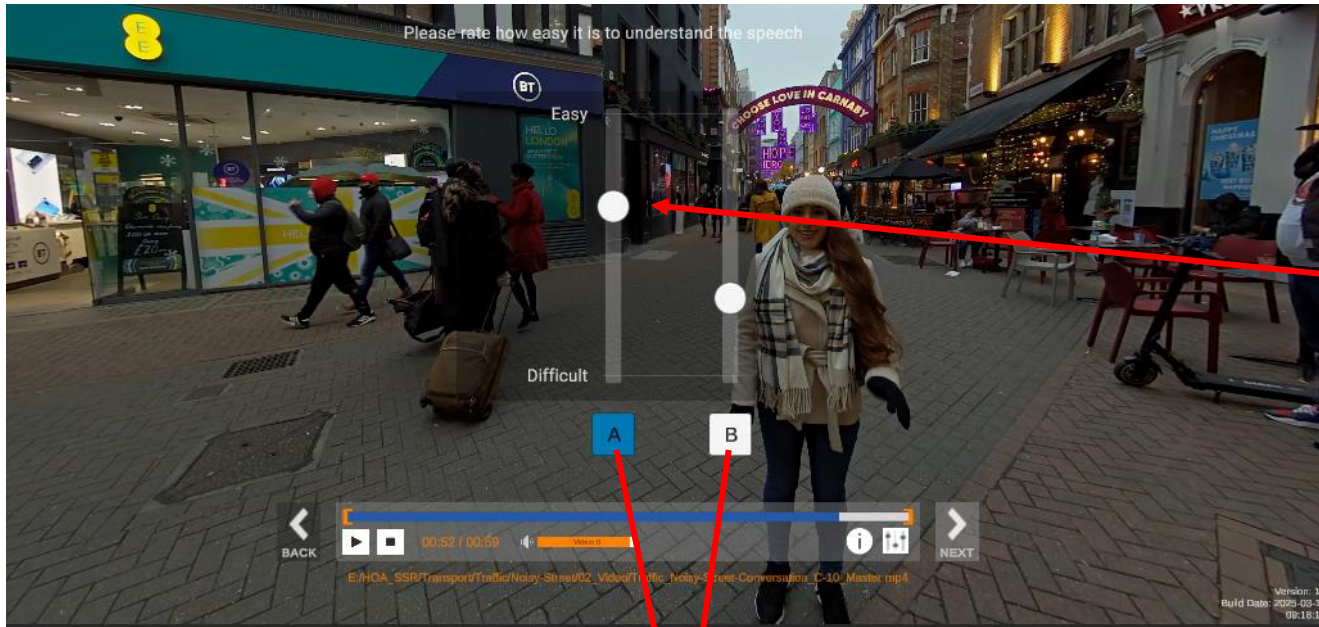
Unity pour les commandes vidéo 360 et audio



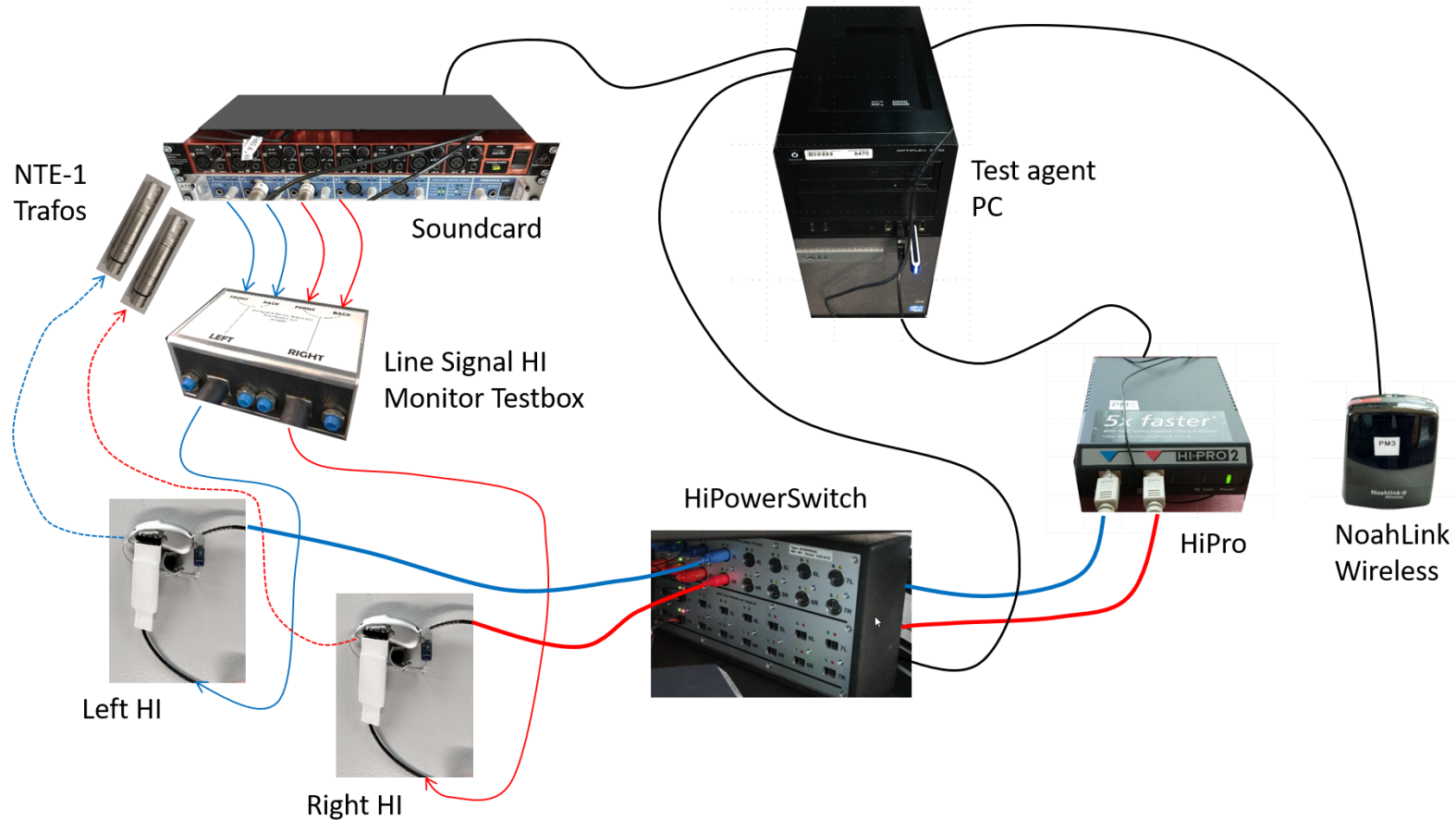
Max/MSP pour le décodage audio pour les haut-parleurs ou les écouteurs



Test d'écoute MUSHRA en réalité virtuelle

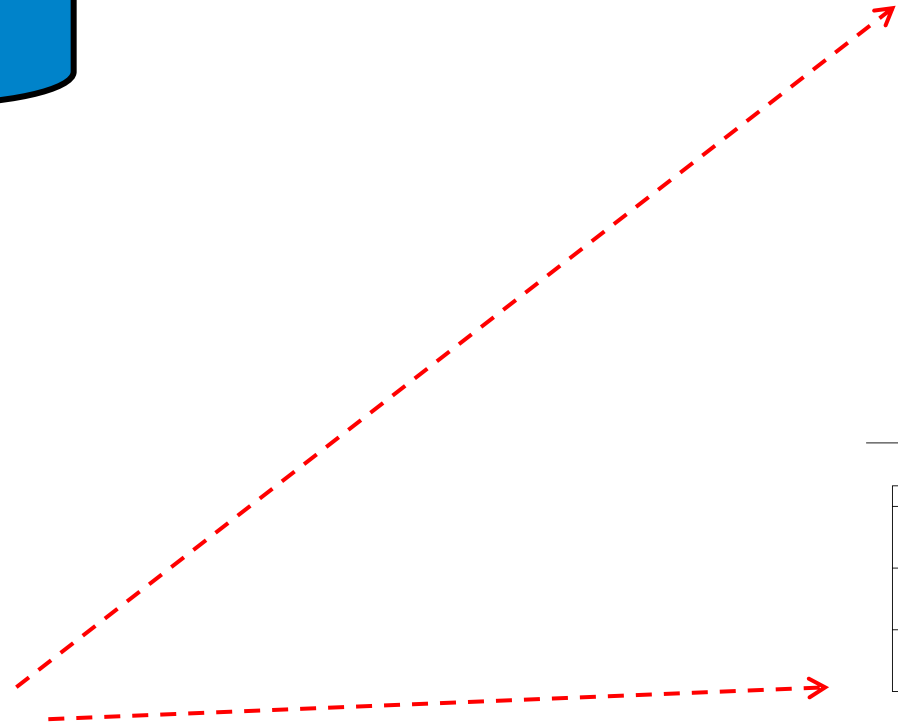
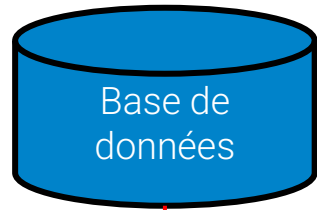


Satellites électriques pour la vérification de produit

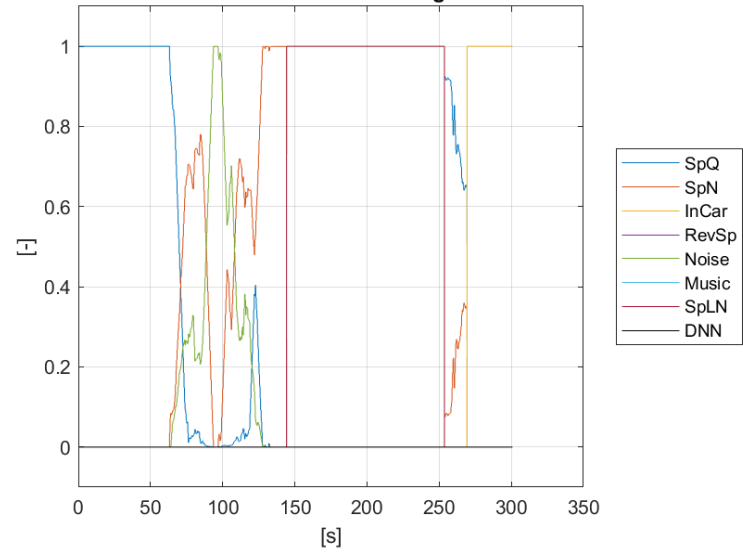


Satellites électriques pour la vérification de produit

Exemple de résultats



SpQ_N_SpLN_InCar_VeryFast proportionsFinal
14-Mar-2025 16:55:30 Right.



SsqtTestAutosense

GENERAL INFORMATIONS	
Git Path	git.sonova.com/PCSW-Infra/Verification.git
Test Git info:	git.sonova.com/PCSW-Infra/Verification.git
Common Git info:	git.sonova.com/PCSW-Infra/Common.git
Git Revision	8cf949ae2364551bd469b7504293140de7c380d1
Test Git info:	8cf949ae2364551bd469b7504293140de7c380d1
Common Git info:	fbce84dff4d466efd4dda38a7a78eebbe1296fa3
Tester:	sh53mate2
Execution date:	15-Mar-2025
PC Name:	CA03WW210187

	HI	
	LEFT	RIGHT
HI Family:	PrinceIte23	PrinceIte23
HI HW formfactor:	PrinceIte23 90 ITE R	PrinceIte23 90 ITE R
Image type and version:	068-1500;1.0.13.0	068-1500;1.0.13.0
Serial number(s):	W035HOKOW	W035H0JM7
Fitted receiver or tubing:	n/a	n/a

5

Conclusion

- Il y a un besoin d'échantillons sonores multicanaux/spatiaux variés et réalistes pour l'entraînement ou la validation d'algorithmes d'apprentissage automatique (machine learning)
- Ces échantillons sonores doivent correspondre aux signaux d'entrées de nos appareils auditifs, c'est-à-dire le signal capturé par les microphones des appareils auditifs en question
- L'auralisation nous permet de convertir et de combiner du bruit de fond enregistrés et des sources virtuelles afin de recréer des scénarios de la vie quotidienne dans nos laboratoires acoustiques ou dans nos agents de test
- Cette méthode présente toutefois quelques limites (artefacts d'aliasing sur les signaux beamformés), et certains enregistrements en situations réelles restent donc nécessaires dans certains cas

Merci !