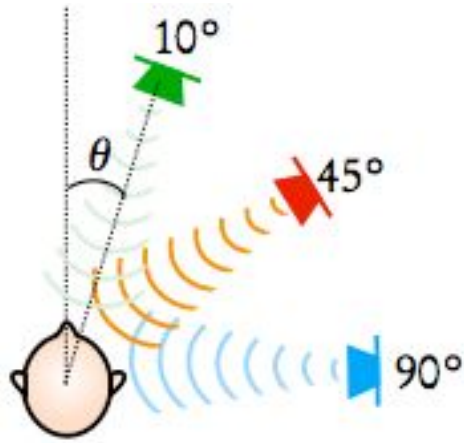


# Projet d'audio :

## Localisation de source audio

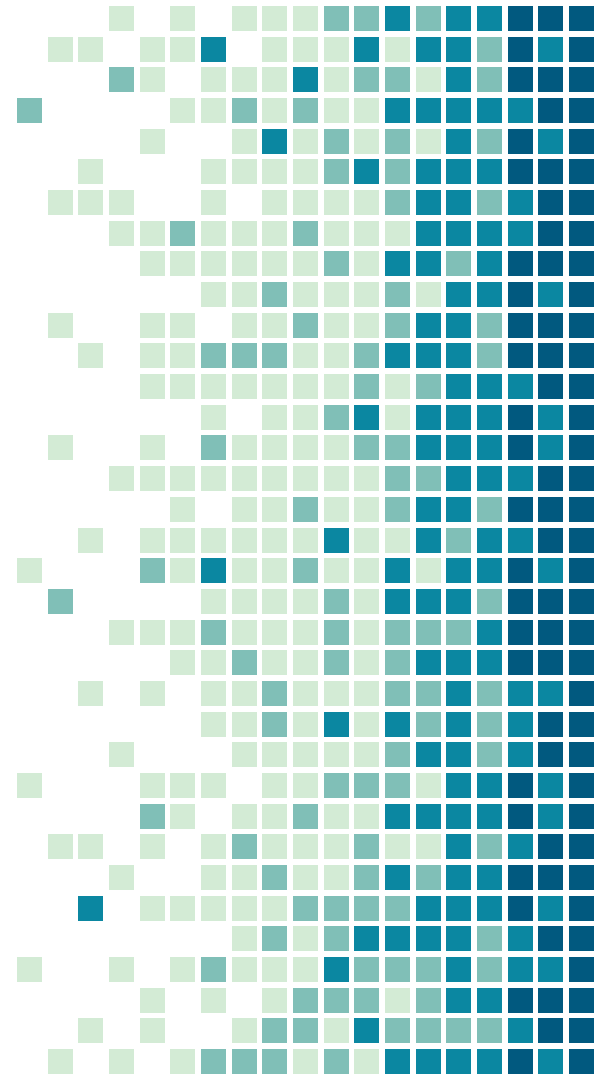
Nicolas Pécheux - Clément Burtscher





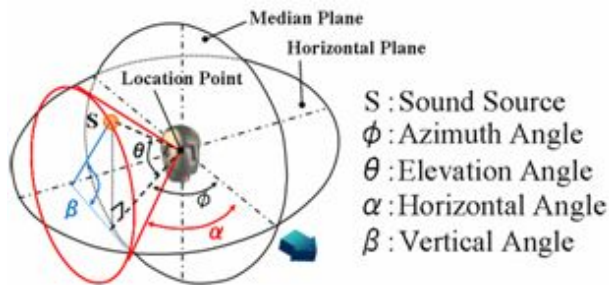
# 1. Methode binaurale

Localisation de l'azimut d'une source binaurale



# Principe

- Méthode **biomimétique**
- Reproduction du système auditif humain = **2 oreilles**, gauche et droite



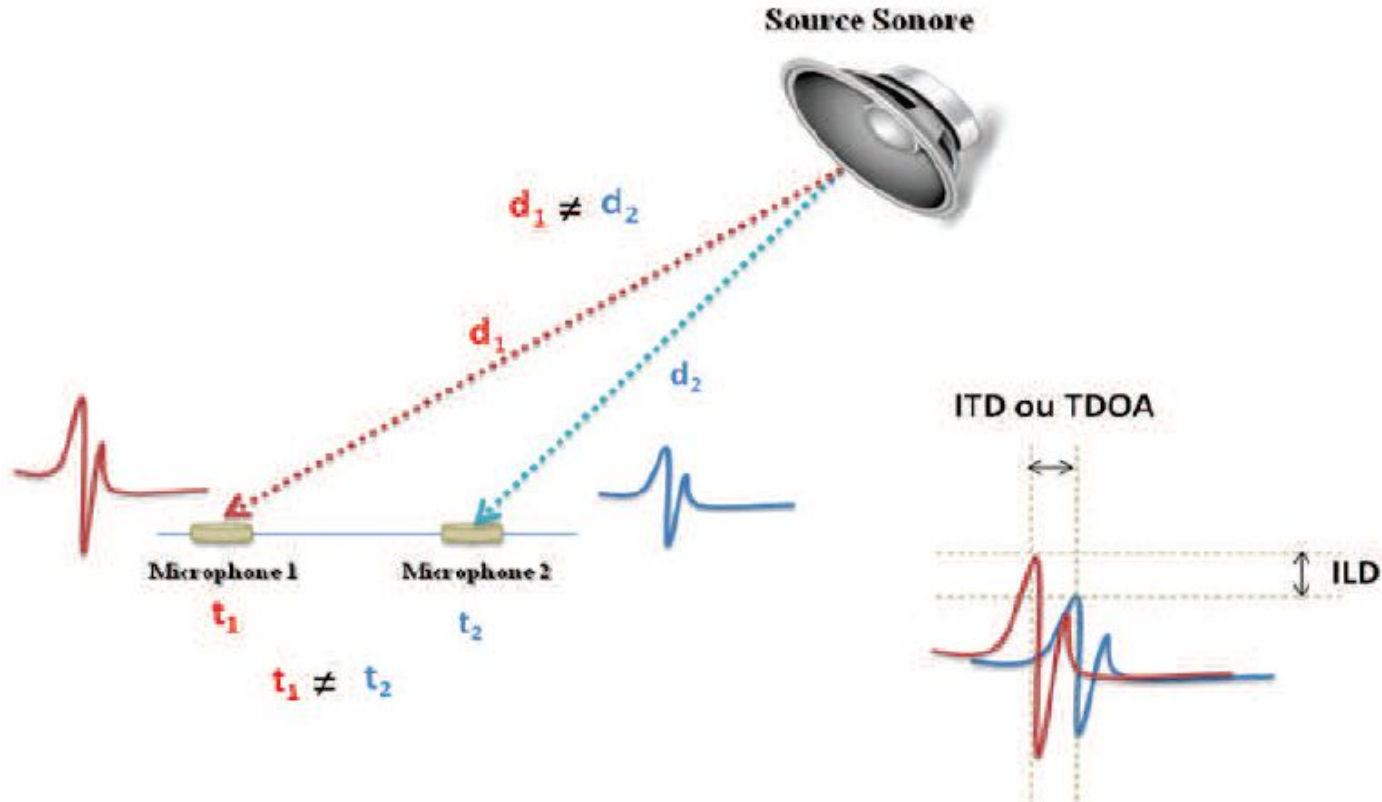
→ On se restreint ici à la localisation **horizontale** (élévation =  $0^\circ$ )

# Indices binauraux (1)

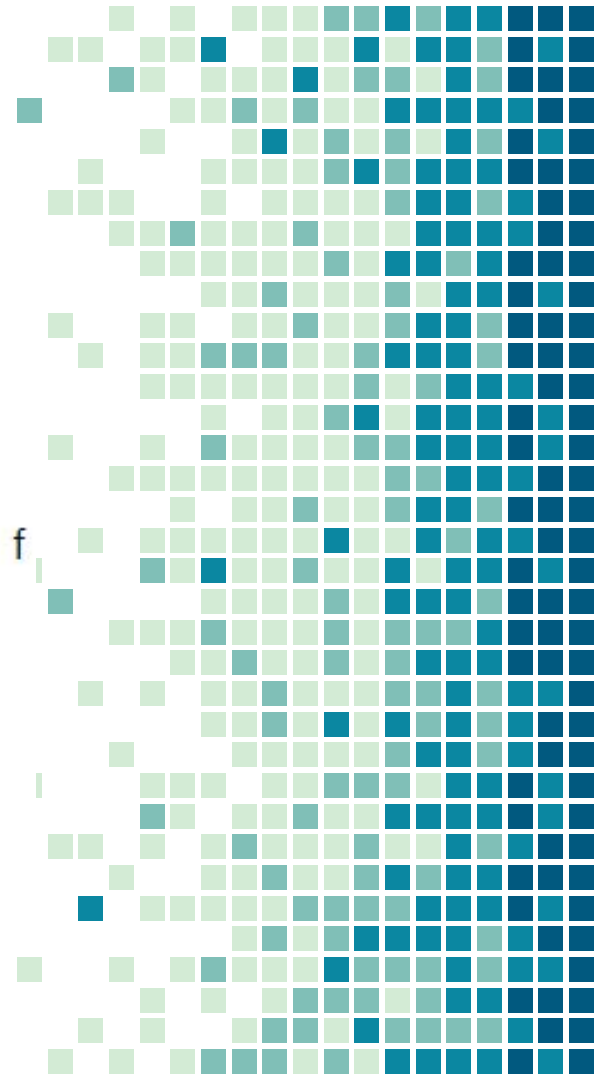
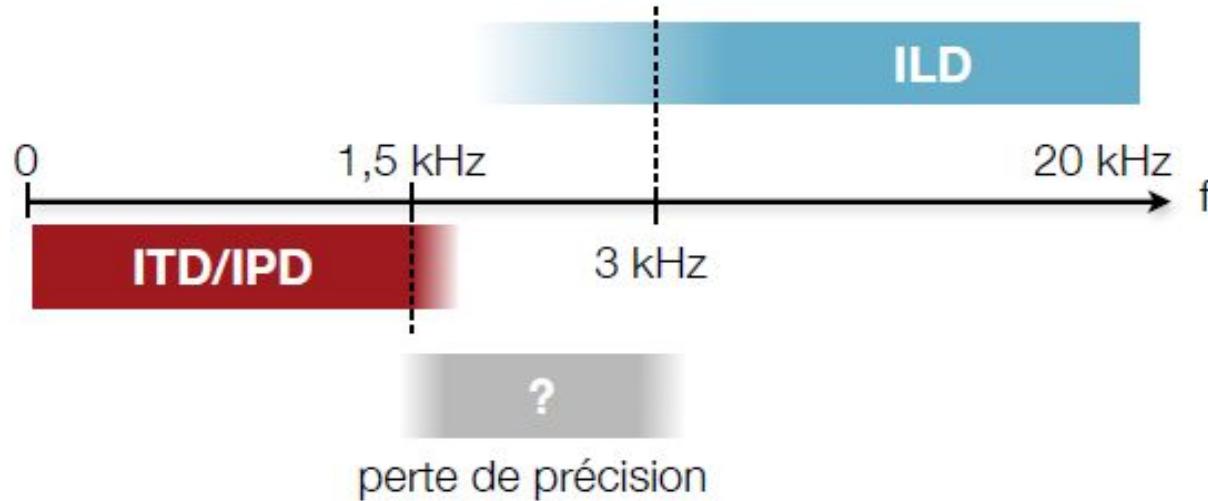
- Quantifier le décalage entre signaux gauche et droit
  - **ITD** (Interaural Time Difference) :  
différence en temps
  - **ILD** (Interaural Level Difference) :  
différence en amplitude



# Indices binauraux (2)



# Indices binauraux (3)



# Méthodologie

- Génération avec Audacity d'une **sinusoïde  $s(t)$**  d'une seconde à  $f = 440, 8000$  Hz
- **Polarisation** du signal selon  $\theta$  avec les **HRTF** de la base Kemar
- Calcul de l'**ITD** et de l'**ILD**
- Estimation de l'azimut et comparaison avec  $\theta$



# Base KEMAR (1)

- **HRIR** (temporel)  $\leftrightarrow$  **HRTF** (fréquentiel)
- Ensemble des **réponses impulsionnelles** (HRIR) gauche et droite
- Mesures réalisées sur un **KEMAR**
  - élévation =  $[-40^\circ ; 90^\circ]$
  - azimuth =  $[0^\circ ; 360^\circ]$

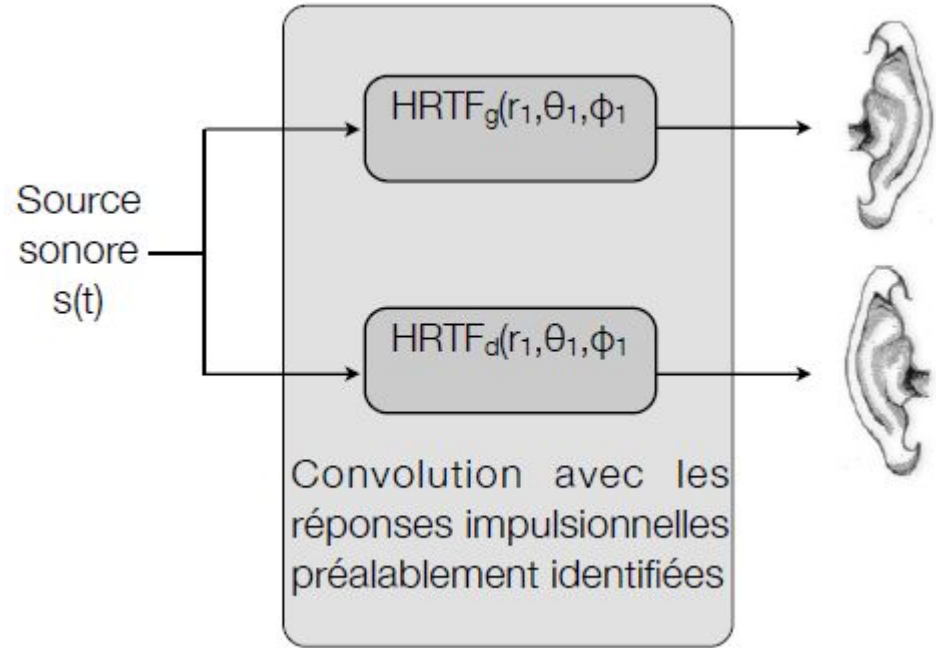
*HRTF : Head Related Transfer Function*





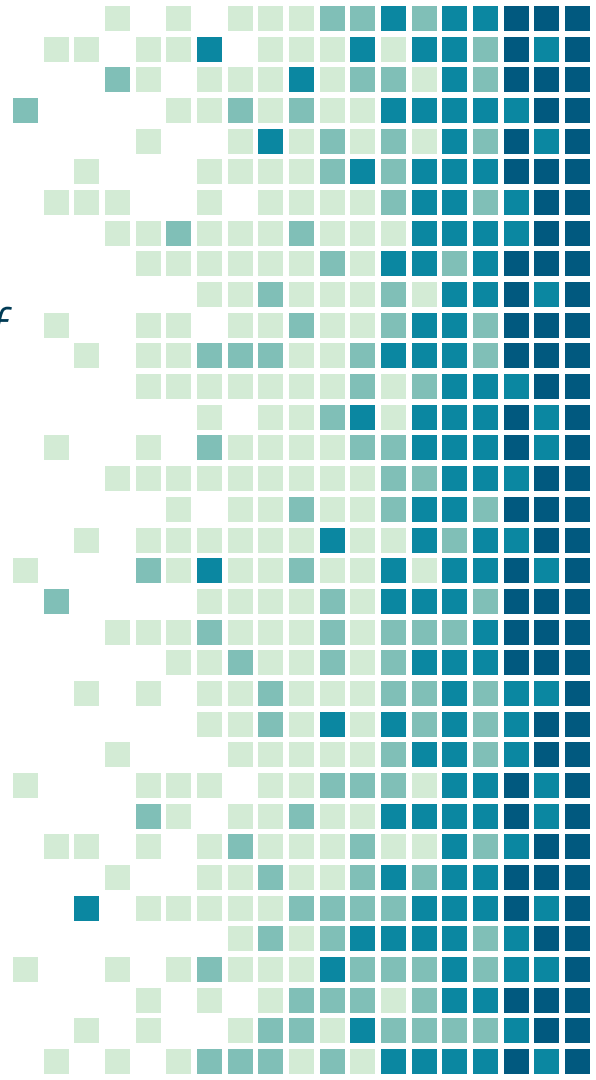
# Base KEMAR (2)

- **Spatialisation** du son en convoluant  $s(t)$  par les HRIR gauche et droite  
= **polarisation** de  $s(t)$  selon un angle  $\theta$  donné



# Base KEMAR (3)

- To select a pair of HRTF responses, we recommend using **symmetrical responses** obtained from one of the KEMAR ears.
  - For instance, for the HRTF responses for a source **45 degrees** to the right of the head at 0 degrees elevation, use "LOe**045**a.dat" for the **left** ear and "LOe**315**a.dat" for the **right** ear, or use "ROe315a.dat" for the left ear and "ROe045a.dat" for the right ear.
  - Note that this approach **eliminates binaural localization cues in the median plane.**
- **315 - 45 = 270°**



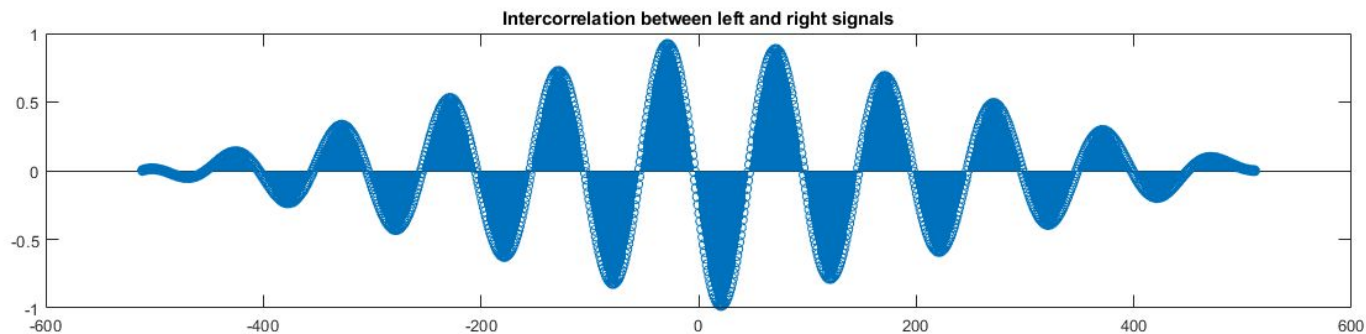
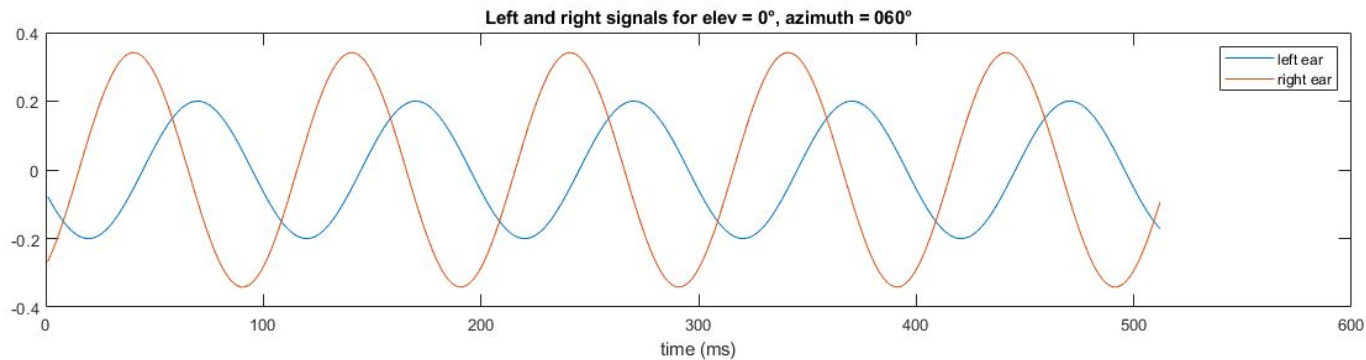
# Calcul de l'ITD (1)

- **Inter-corrélation** entre les 2 signaux convolués = degré de similitude
- Le **maximum** de la courbe d'intercorrélacion se trouve à  $t = \textbf{délai}$  entre les 2 signaux

⚠ *Il faut diviser les abscisses par  $F_e$  pour estimer le bon délai*



# Calcul de l'ITD (2)

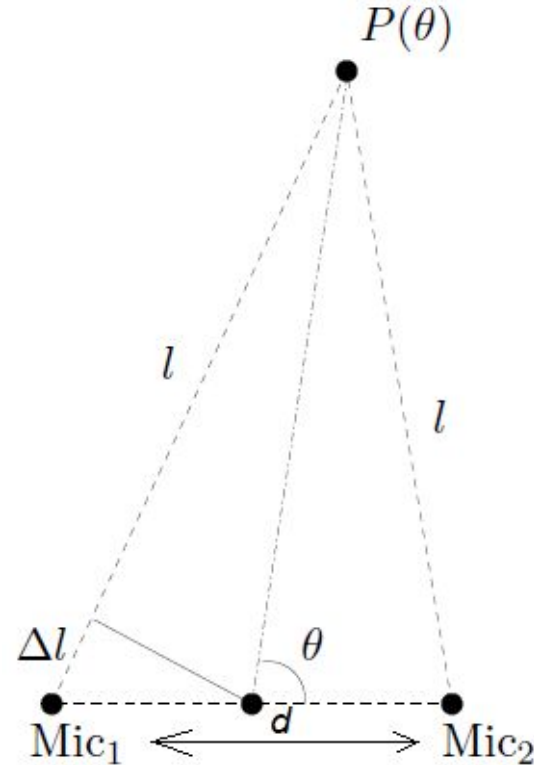


# Calcul de l'ITD (3)

- Géométrie épipolaire auditive (AEG)

$$\Delta\tau_{AEG} = \frac{d}{c} \cos \theta$$

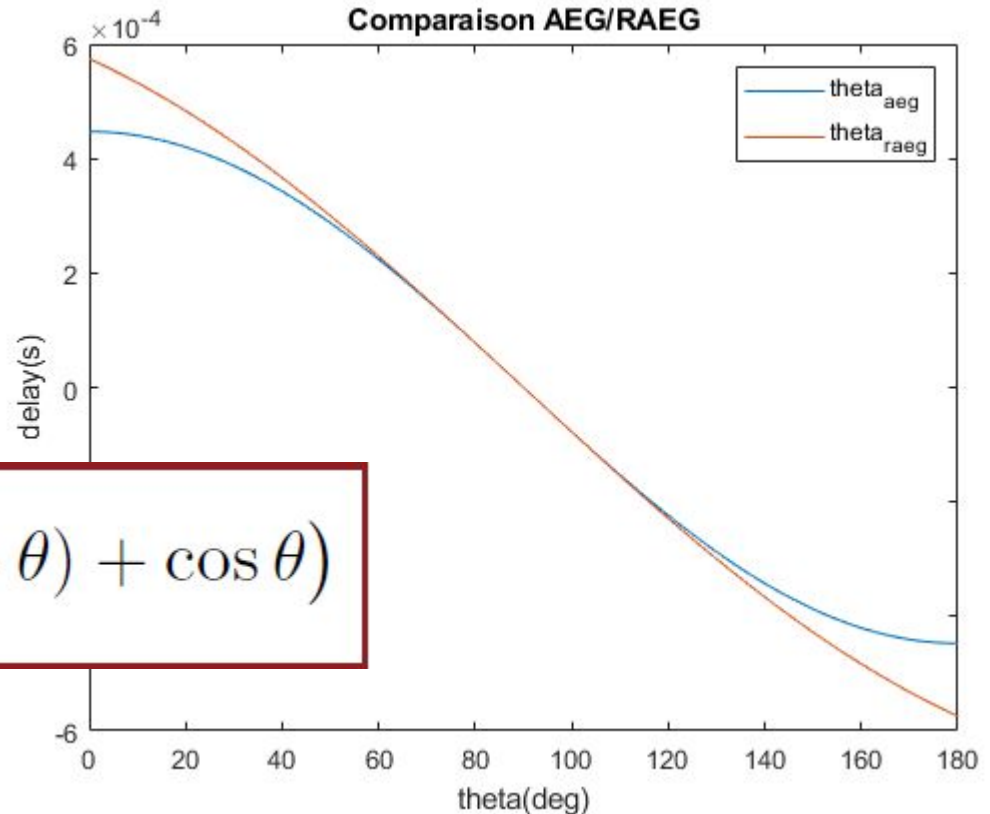
$$\hat{\theta} = \arccos \left( \frac{c \Delta\tau_{AEG}}{d} \right)$$



# Calcul de l'ITD (4)

- Géométrie épipolaire auditive révisée (RAEG)

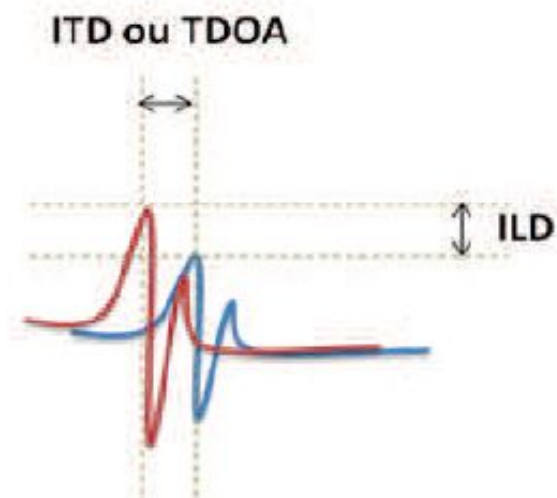
$$\Delta\tau_{RAEG} = \frac{d}{2c} \left( \left( \frac{\pi}{2} - \theta \right) + \cos \theta \right)$$



# Calcul de l'ILD

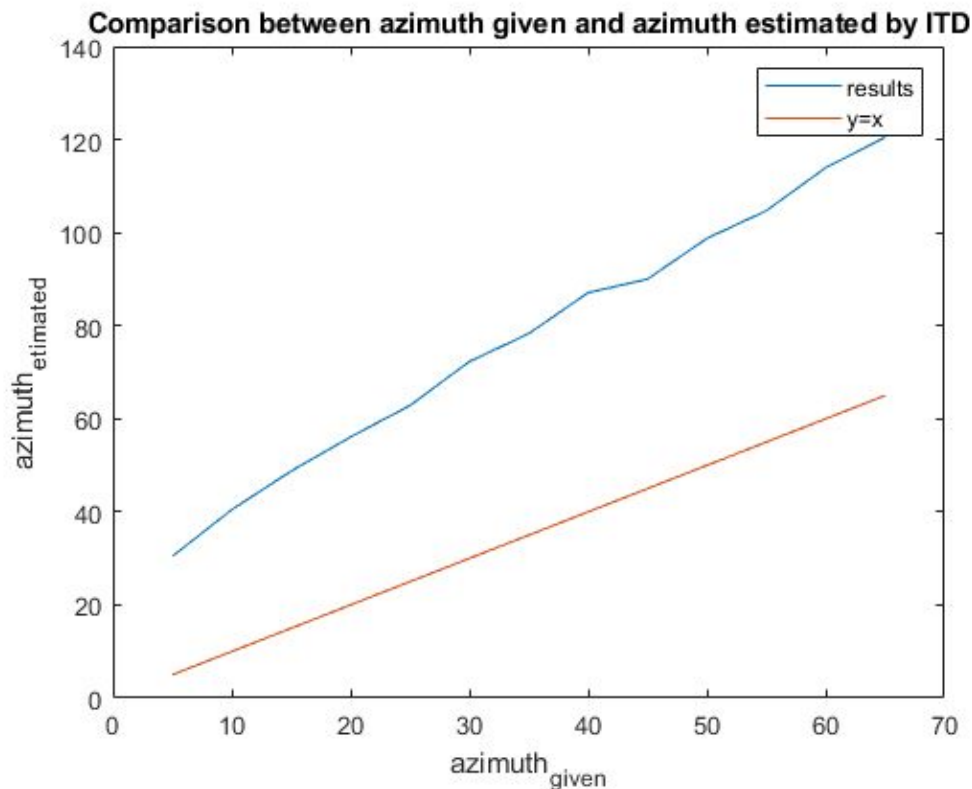
- L'ILD est fonction de la fréquence et de l'azimut

$$IID = 1.0 + (f/1000)^{0.8} \times \sin \theta$$



# Résultats

- Offset quasi constant entre  $\theta$  donné et  $\theta$  estimé





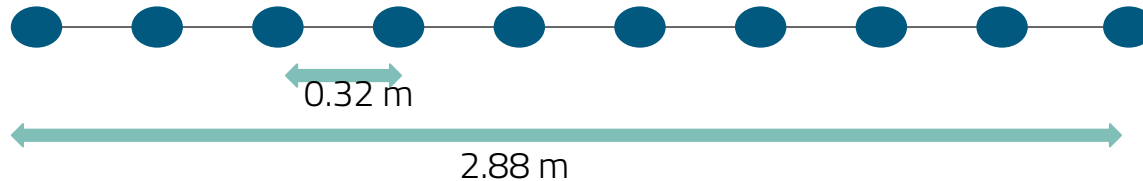
## 2. Formation de voie

Localisation de l'azimut d'une source  
par antennerie

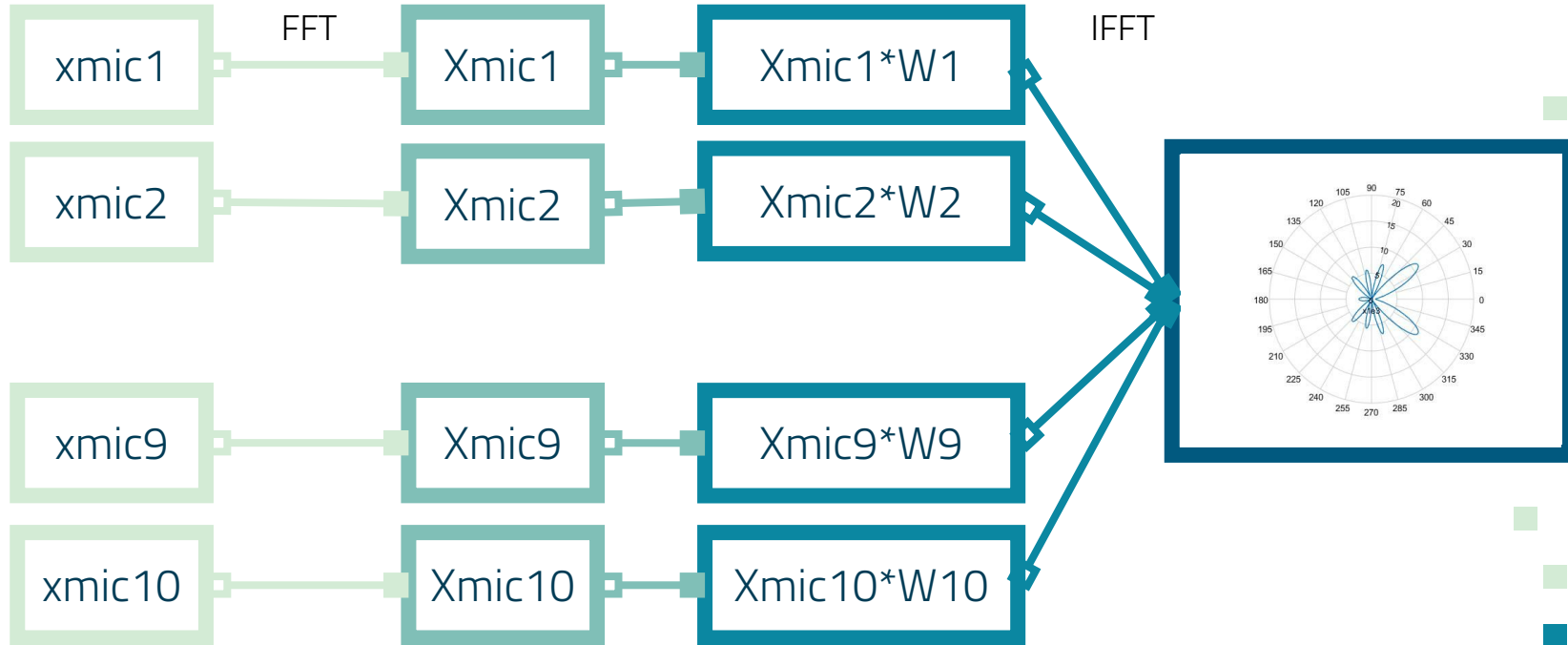


# Situation :

- Antenne de 10 microphones
- Source sonore à une position inconnu

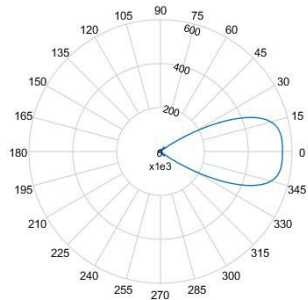


# Procédé

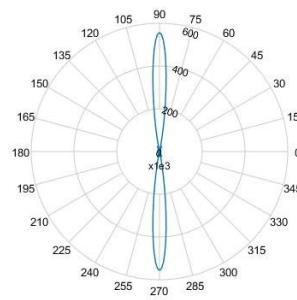


$$W_n(k) = e^{jkz_n \cos \theta_0}$$

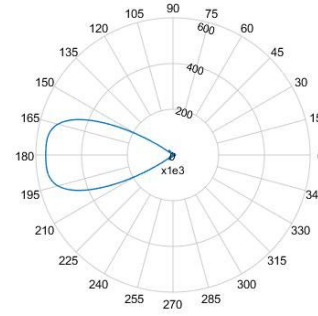
# Resultat : sine 440 : energie



Sine440\_angle1



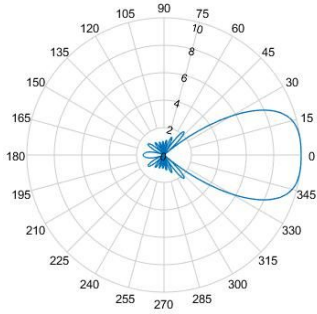
Sine440\_angle2



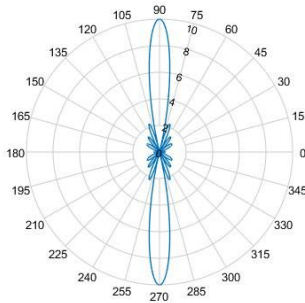
Sine440\_angle3

Signal	sine440_angle1	sine440_angle2	sine440_angle3
Angle détecté	0°	90°	180°

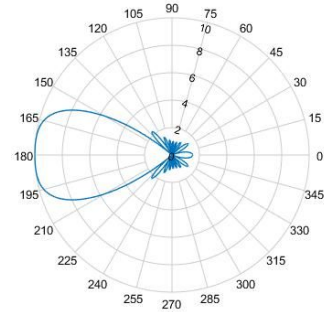
# Resultat : sine 440 polarisation



Sine440\_angle1



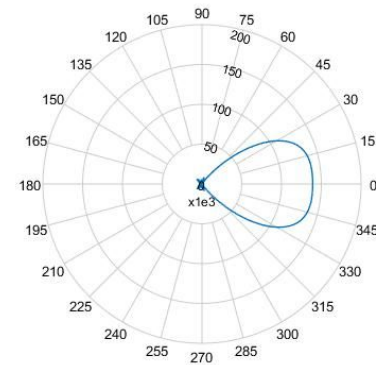
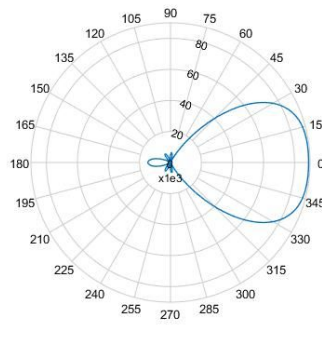
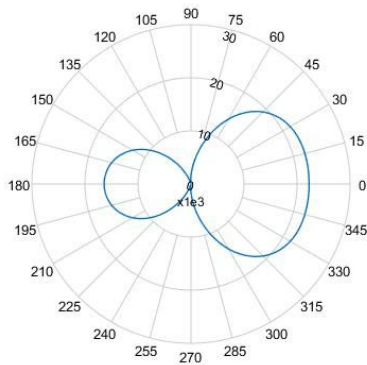
Sine440\_angle2



Sine440\_angle3

# Changement dans le nombre de micro

- Essai avec 2, 4, 5 et 10 microphones



### 3. Conclusion



# Conclusion :

- Deux résultats satisfaisant
- Binaurale :
  - Plus précis
  - Besoin d'une base de donnée
- Antenne :
  - Plus simple
  - Dispositif important





Merci de votre  
écoute