

Expertise

Révision 2023



***Binaural
de synthèse
et
systemes de prise de son
avec mélange d'ILD et d'ITD ?***

Bernard Lagnel

Avril 2020

<https://fr-fr.sennheiser.com/ambeo-blueprints-downloads>

https://www.lesonbinaural.fr/EDIT/PDF/orbit_hrtf.PDF

Orbit Plug-in

L'AMBEO Orbit est un plugin de panoramique binaural Sennheiser conçu pour faciliter le mixage de contenu binaural immersif.

En associant la tête **Neumann KU 100** - la référence en matière de capture binaurale - avec le nouveau plugin AMBEO Orbit, vous obtenez une flexibilité et un contrôle complets de votre enregistrement binaural. Vous pouvez désormais positionner efficacement les sources mono ou stéréo supplémentaires dans le champ sonore 3D, en évitant les colorations indésirables. En fait, la commande brevetée de clarté vous permet de choisir l'ampleur de la coloration binaurale à appliquer. En outre, l'interface unique pour créer des réflexions de salle binaurales vous permet d'améliorer considérablement la précision spatiale par rapport à un plugin de réverbération. Le plugin AMBEO Orbit est disponible aux formats AAX, VST, VST3 et AU pour Mac et Windows.

SENNHEISER

GRATUIT

KU 100

AMBEO

Elevation 0°

Up

Down

Front

Back

Left

Right

Azimuth 0°

Reflections

Level

Size

Room

-15.0 dB

11.0 m

Drapes

Clarity

0%

Width

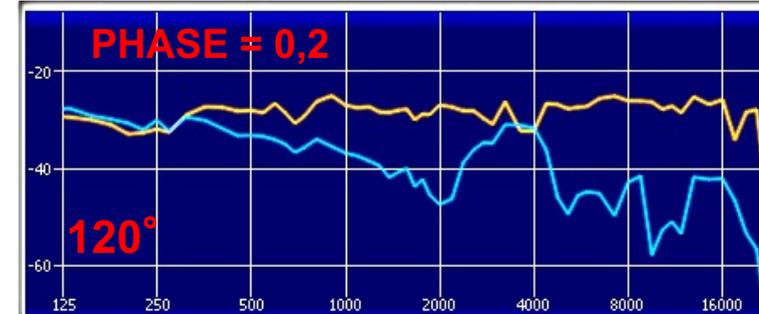
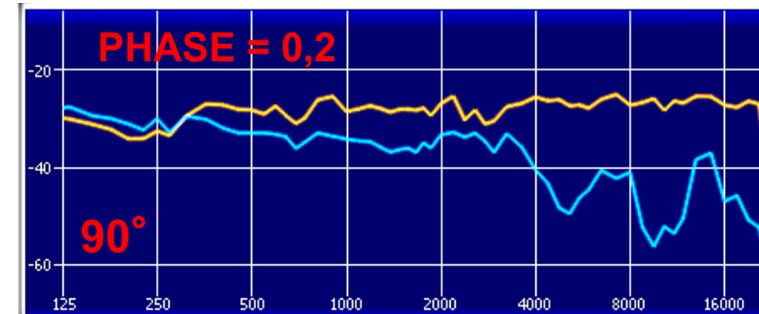
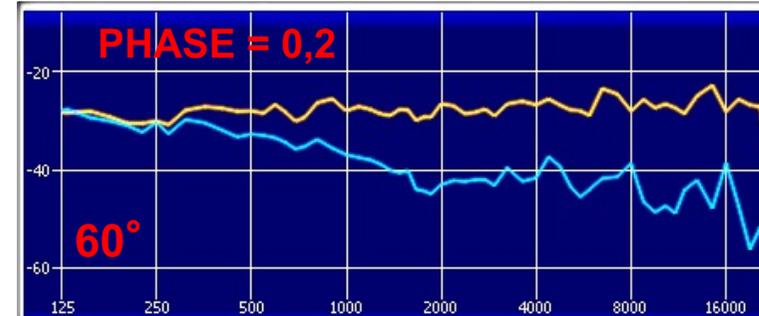
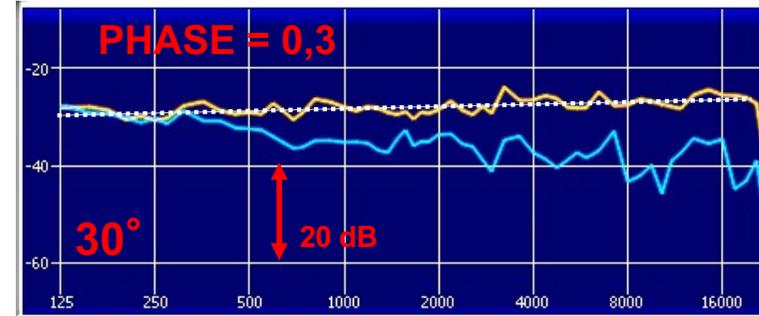
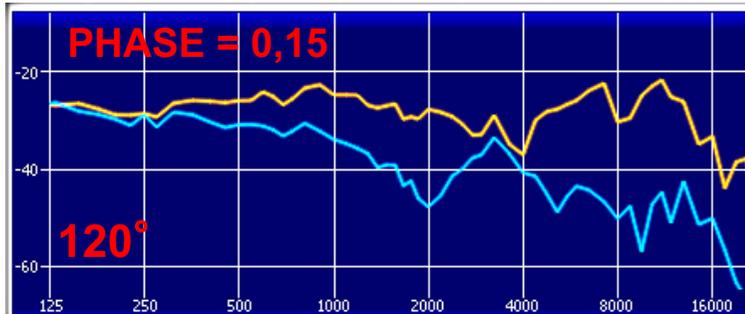
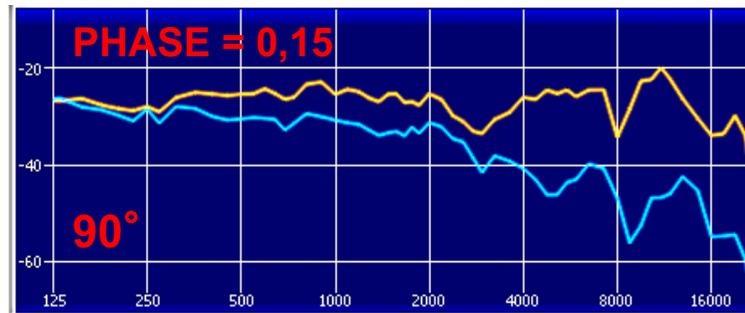
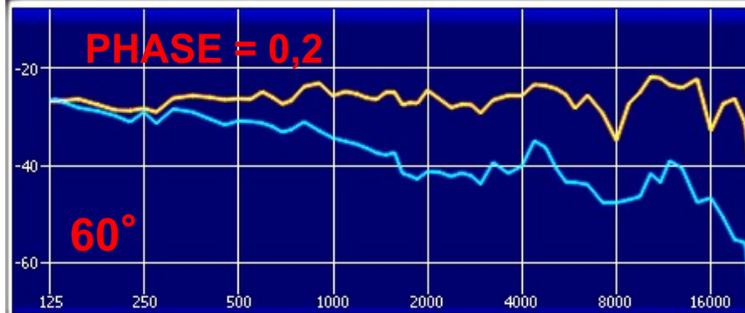
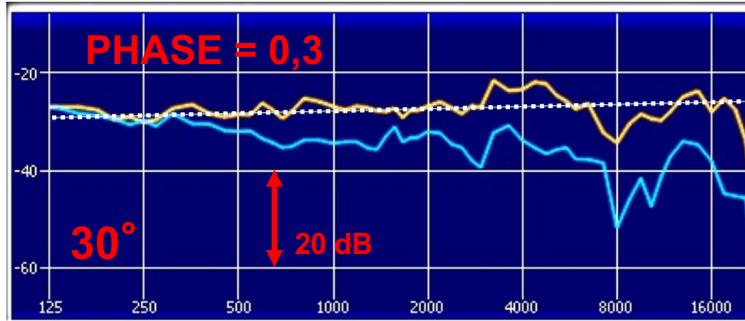
50%

v0.1.1 BETA

ORBIT : HRTF pour une source Mono se déplaçant vers la Gauche

KU 100

CLARITY 0%



CLARITY 100%

— Oreille Gauche
— Oreille Droite

← **Même ILD** →

— Oreille Gauche
— Oreille Droite

Écoute Binaurale source à 30° avec les chemins croisés

Circonférence de ma tête Cir	Angle de la source
58 cm	30 °

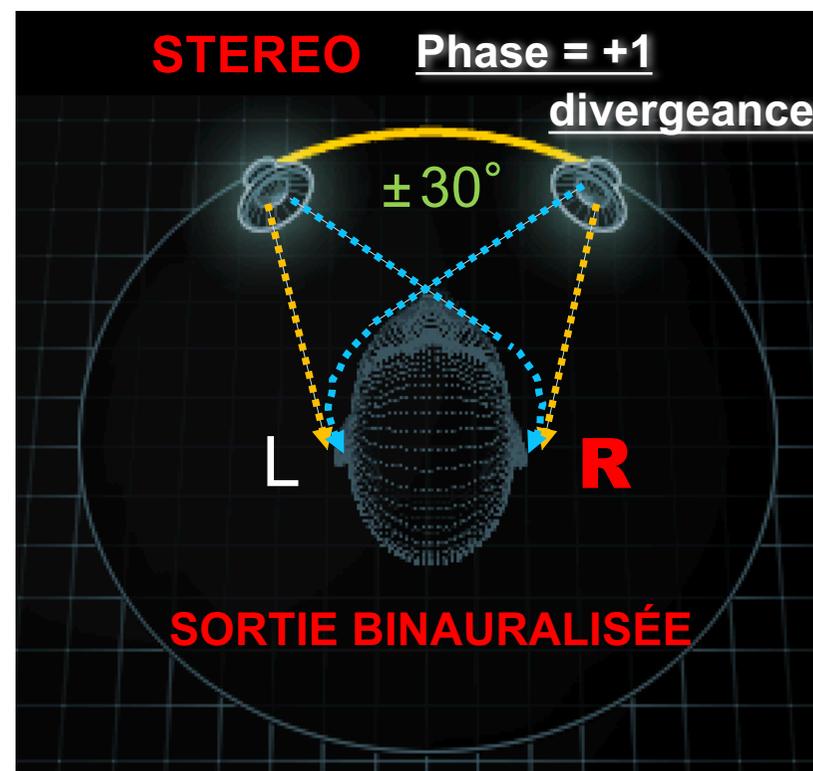
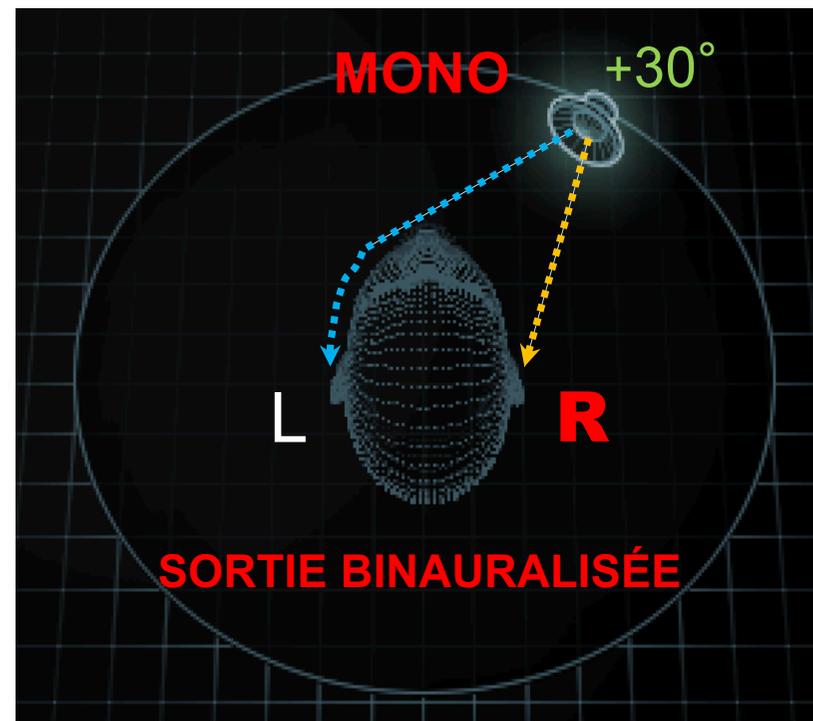
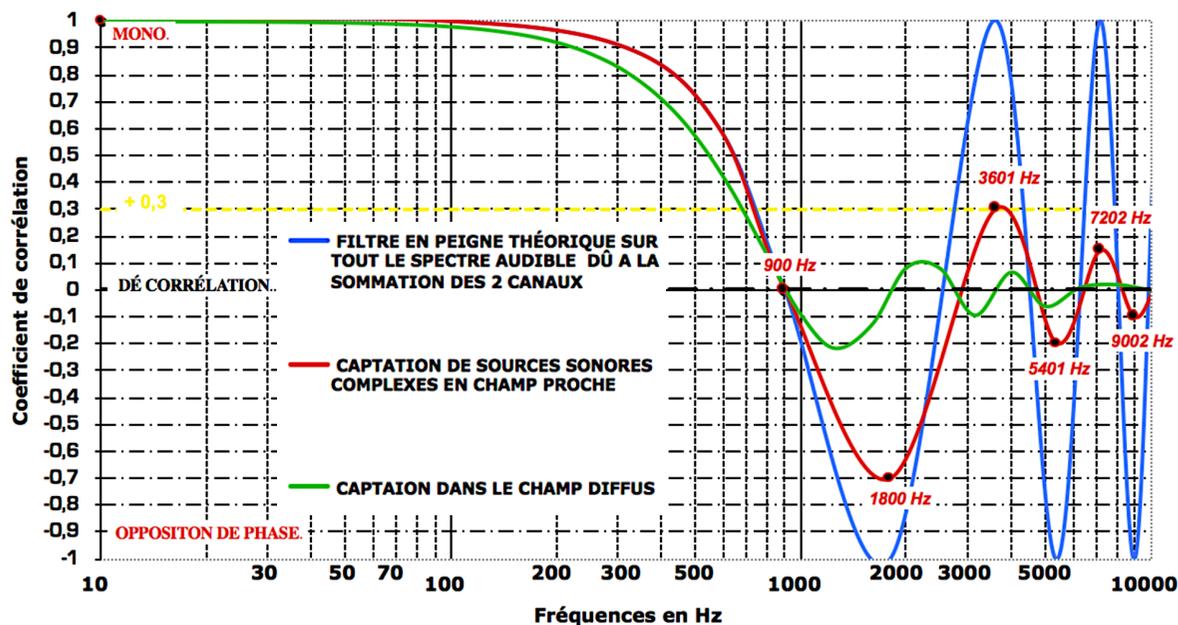
ΔT = différence de marche du couple	ΔT en échantillons pour du 48 KHz
9,4 cm	13
	0,3 ms

Modèle sphérique de Woodworth (1962)

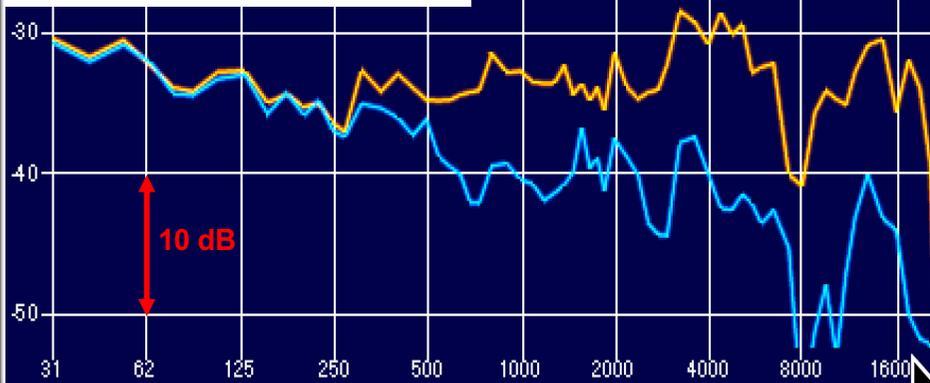
$$\Delta T = (\text{Cir} / (2 \pi \times 340)) \times ((\pi / 6) + \sin 30^\circ)$$

Filtrage en peigne pour une source Stéréo à 30°

Oreille Ipsilatérale **R** en Binaural :



Source Mono à 30°



— Oreille Ipsilatérale **R**
— Oreille Contralatérale **L**



SORTIE BINAURALISÉE

Reflections



**HRTF
KU 100**

Clarity



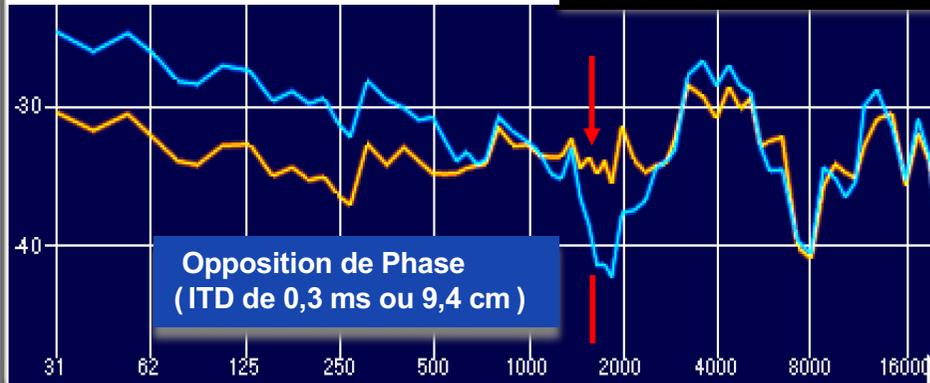
Width



v1.0.0

Source Stéréo à ± 30°

Phase = +1



— Oreille Ipsilatérale **R** en **Mono**
— Oreille Ipsilatérale **R** en **Stéréo**



SORTIE BINAURALISÉE

Reflections



**HRTF
KU 100**

Clarity



Width



v1.0.0

Écoute Binaurale source à **120°** avec les chemins croisés

Circonférence de ma tête Cir	Angle de la source
58 cm	120°

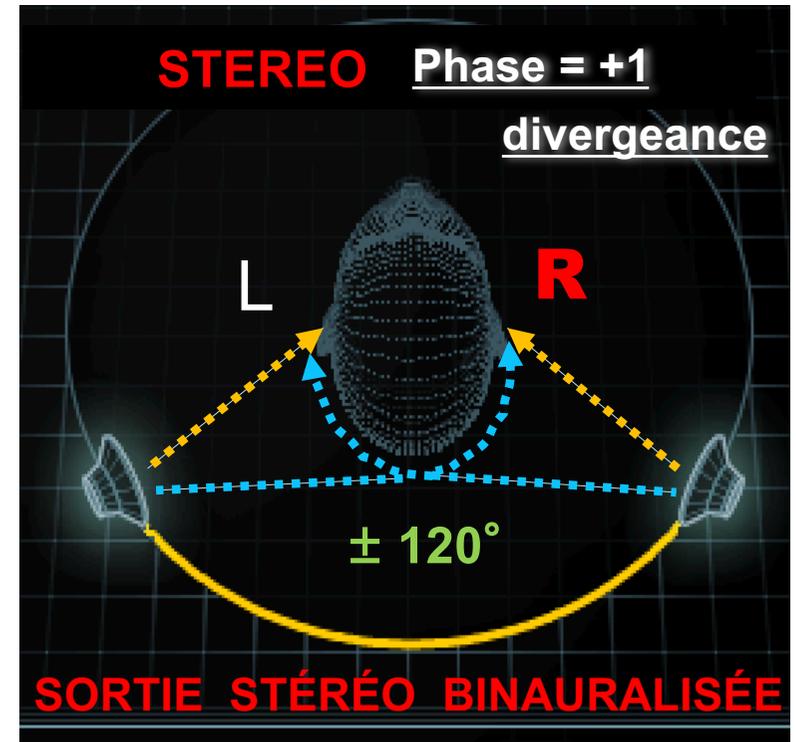
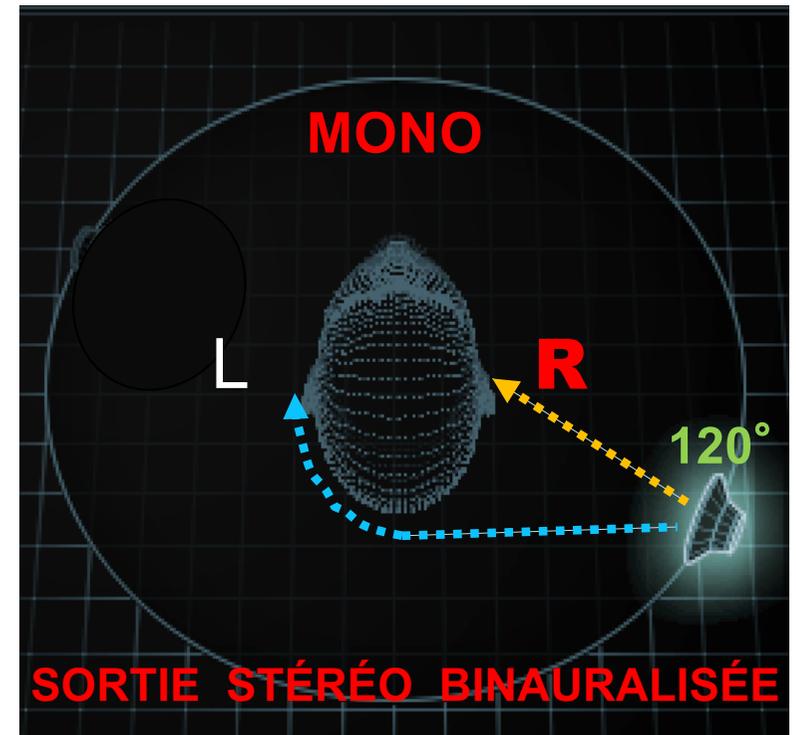
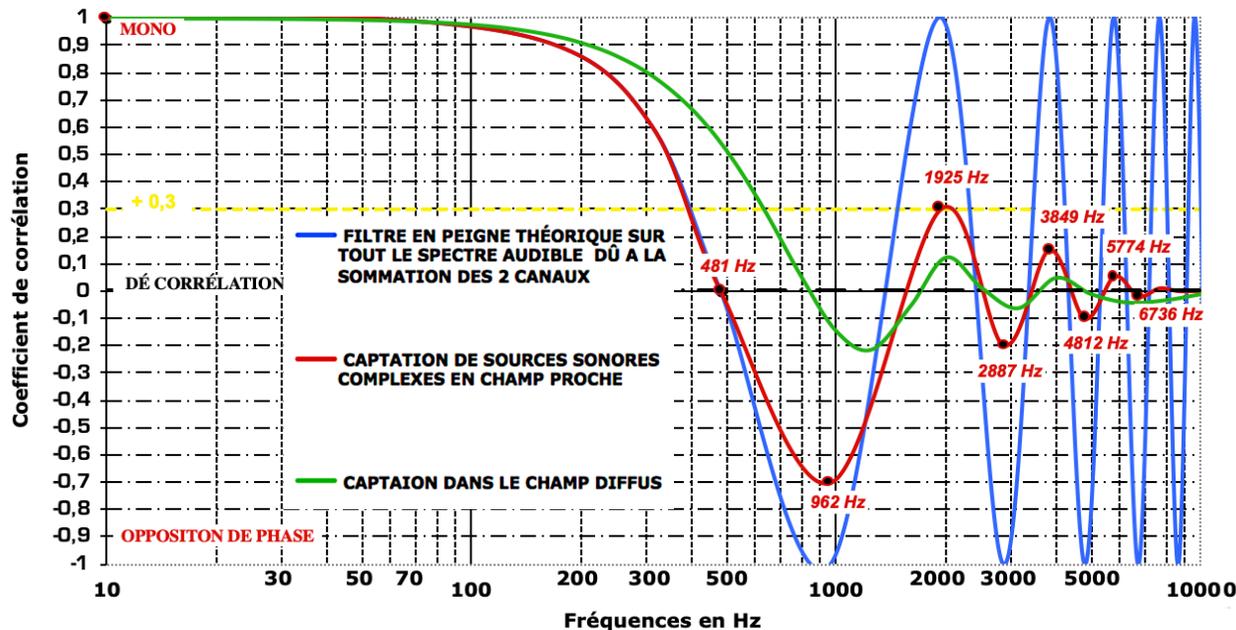
ΔT = différence de marche du couple	ΔT en échantillons pour du 48 KHz
18 cm	25
	0,5 ms

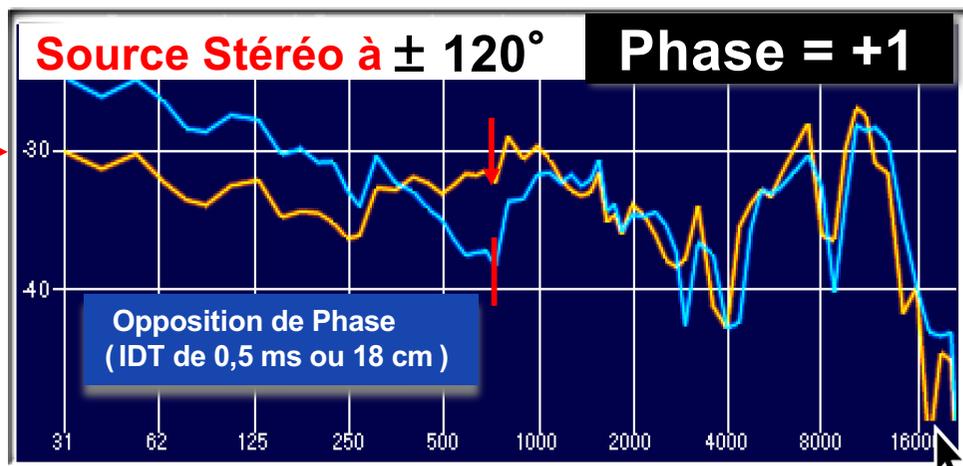
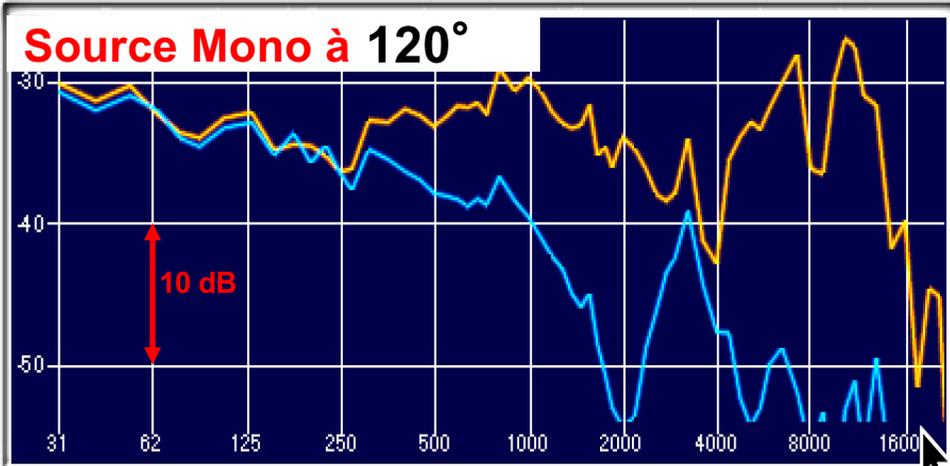
Modèle sphérique de Woodworth (1962)

$$\Delta T = (\text{Cir} / (2 \pi \times 340)) \times ((\pi / 3) + \sin 60^\circ)$$

Filtrage en peigne pour une source Stéréo à 120°

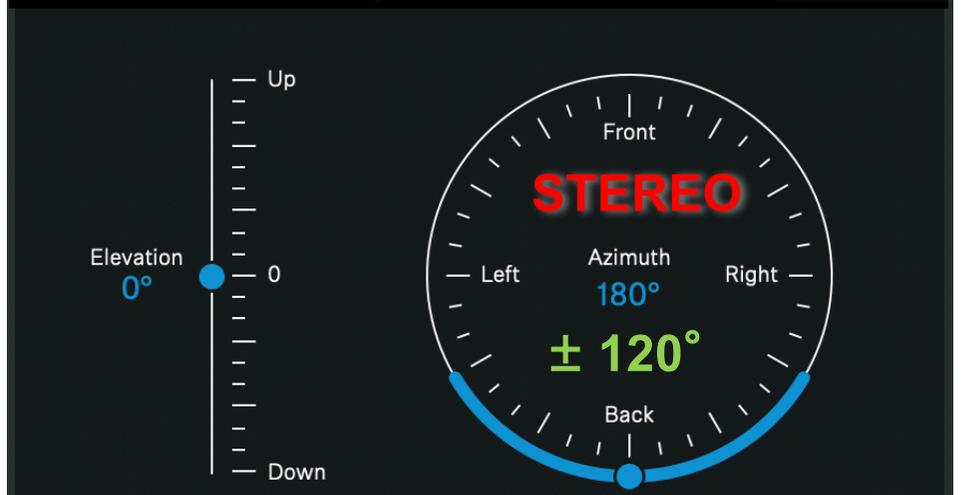
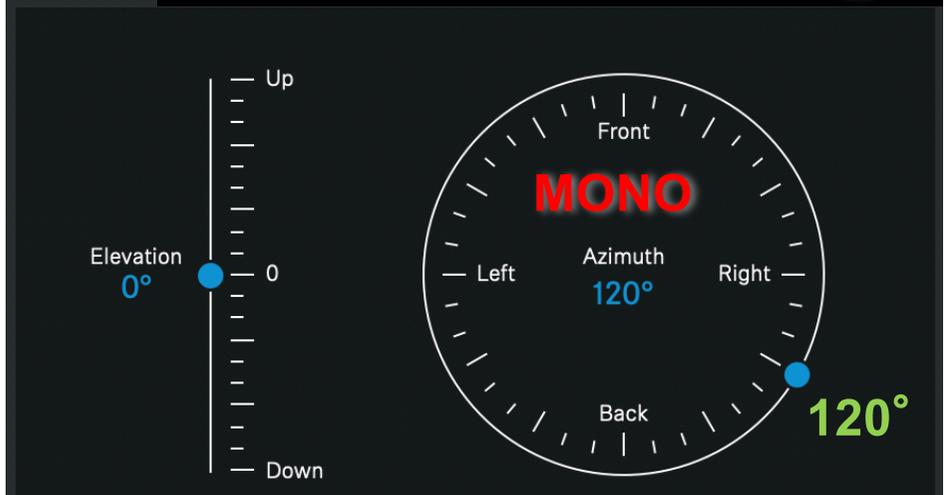
Oreille Ipsilatérale **R** en Binaural :





— Oreille Ipsilatérale **R**
 — Oreille Contralatérale **L**

— Oreille Ipsilatérale **R** en **Mono**
 — Oreille Ipsilatérale **R** en **Stéréo**



SORTIE BINAURALISÉE

SORTIE BINAURALISÉE

Reflections Clarity Width

Level Room

HRTF

KU 100

0.0 dB 10.0 m

0 % 0 %

Reflections Clarity Width

Level Room

HRTF

KU 100

0.0 dB 10.0 m

0 % 66 %

La "binauralisation" n'est pas liée seulement aux formats multicanaux (répartition des hauts parleurs dans un espace 2D ou 3D) mais elle est aussi attachée à un système de prise de son...

Binaural de synthèse :

<https://www.flux.audio/project/ircam-hear/>

The screenshot displays the HEar v3 software interface, which is used for audio processing. It is divided into several sections:

- Space Preset:** Set to "No Effect".
- Input Routing:** A dropdown menu showing "7.0 - L|C|R|Ls|Rs|Lbs|Rbs". This section is circled in red.
- Multichannel:** A grid of 8 columns (numbered 1-8) and 6 rows (Left, Center, Right, LS, RS, LBS, RBS). Blue squares indicate the active channels. Below this grid is a red label "Multichannel".
- Speaker Width:** A knob set to 60 degrees. Above this knob is a red circle containing the text "Stéréo L / R".
- ROTATE:** A knob set to 0 degrees.
- Output:** A vertical slider set to 0.00 dB. Below it is a red label "Binaural".

The interface also features the "ircam Tools" logo and the "FLUX" logo.

Abbey Road Studios **Studio3**



Multicanal

Binaural

Waves Abbey Road Studio 3 + Nx Track
<https://www.waves.com/plugins/abbey-road-studio-3>

L C R Ls Rs Lr Rr LFE
M M M M M M M M
S S S S S S S S

L R



7.1 SURROUND **ROTATE STUDIO** I 0° **LEVEL**

HEAD TRACKING SETTINGS CALIBRATE

TRACKING DEVICE: Nx Tracker

RATE: 46

HEADPHONE EQ - None -

HEAD MODELING CIRCUMFERENCE: 55.0 EAR TO EAR: 25.0

UNITS: CM INCH **Factory Default**

Résultats de la Campagne Nationale de Mensuration

Conférence de presse
Salon PRET à PORTER PARIS®
Le 2 février 2006

POPULATION DES ADULTES (hommes et femmes âgés de plus de 18 ans) :

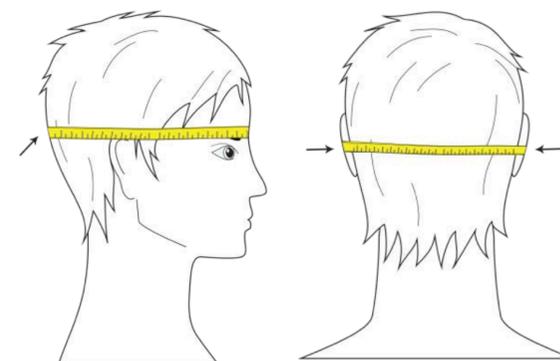
MAIN	Valeur moyenne	Écart-type	Valeur minimum	Valeur maximum
Longueur de la main	18,57 cm	1,473	10,7 cm	26,1 cm
Largeur de la main	8,28 cm	0,679	6,4 cm	14,8 cm
PIED	Valeur moyenne	Écart-type	Valeur minimum	Valeur maximum
Longueur du pied	24,97 cm	1,842	19,6 cm	32,3 cm
Largeur du pied	9,70 cm	0,769	6,5 cm	17,3 cm
TÊTE	Valeur moyenne	Écart-type	Valeur minimum	Valeur maximum
Longueur de la tête	18,91 cm	0,842	14,0 cm	24,1 cm
Largeur de la tête	15,04 cm	0,678	12,5 cm	19,5 cm
Tour de tête	56,33 cm	2,035	48,5 cm	65,0 cm



CIRCONFÉRENCE

- Entrez votre **tour de tête** dans centimètres. Pour trouver votre tour de tête, utilisez un ruban à mesurer pour mesurer la plus longue distance autour de votre tête sur l'arrière de la tête, autour de vos oreilles et autour de vos sourcils.

Par défaut: 55 cm (moyenne pour la population humaine adulte)



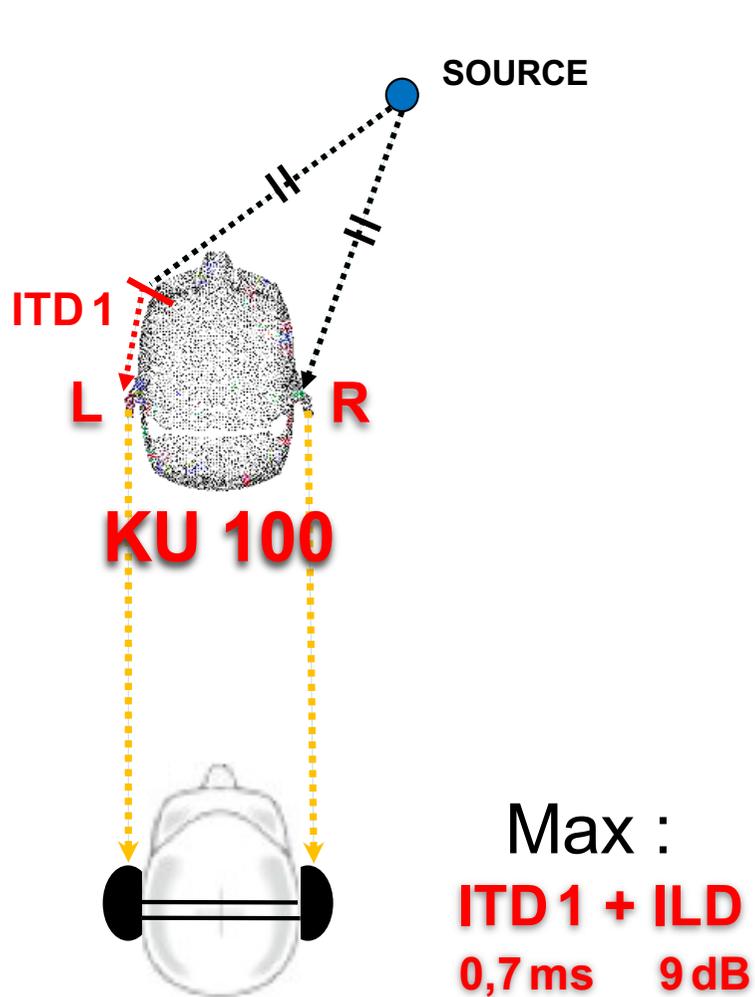
ARC INTER-AURAL

- Entrez votre **arc inter-aural** la distance d'une oreille à l'autre autour de l'arrière de votre tête, sur un plan horizontal parallèle au sol.

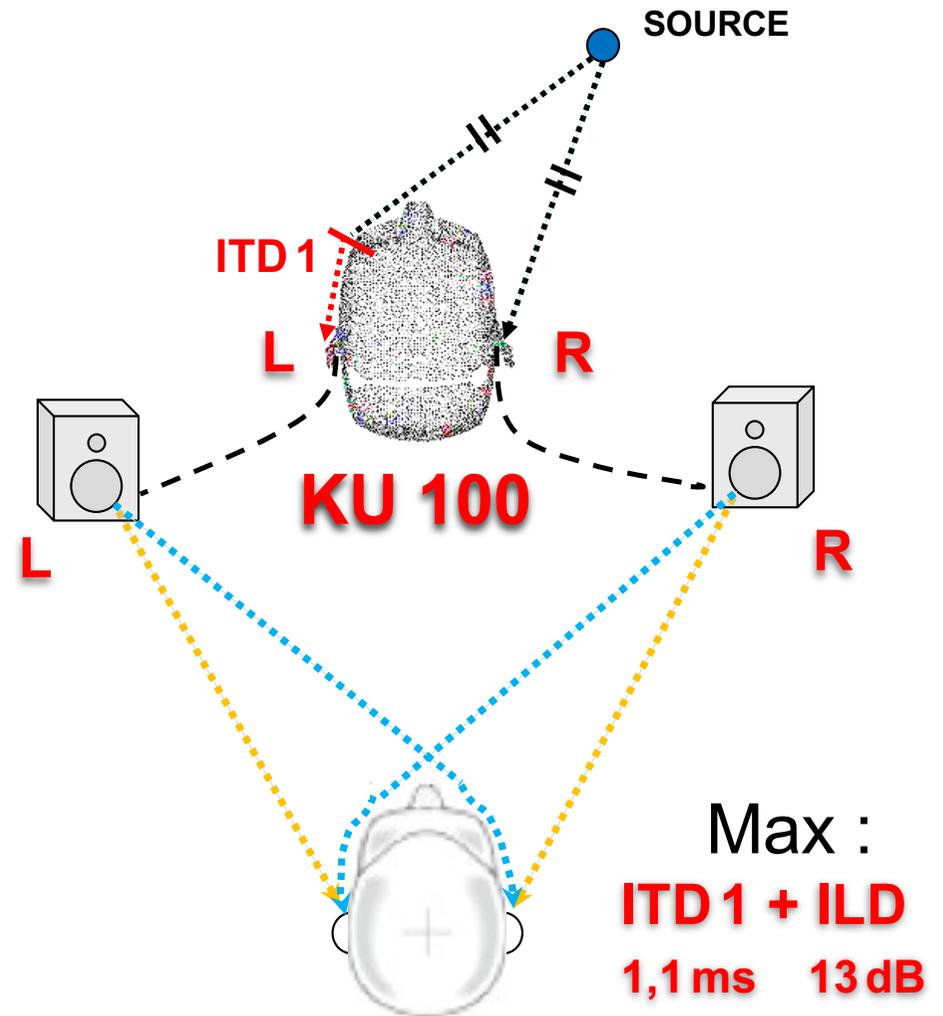
Par défaut: 25 cm (moyenne pour la population humaine adulte)

Différence entre le Binaural et la Stéréophonie

Pour du Binaural natif avec la KU 100 :



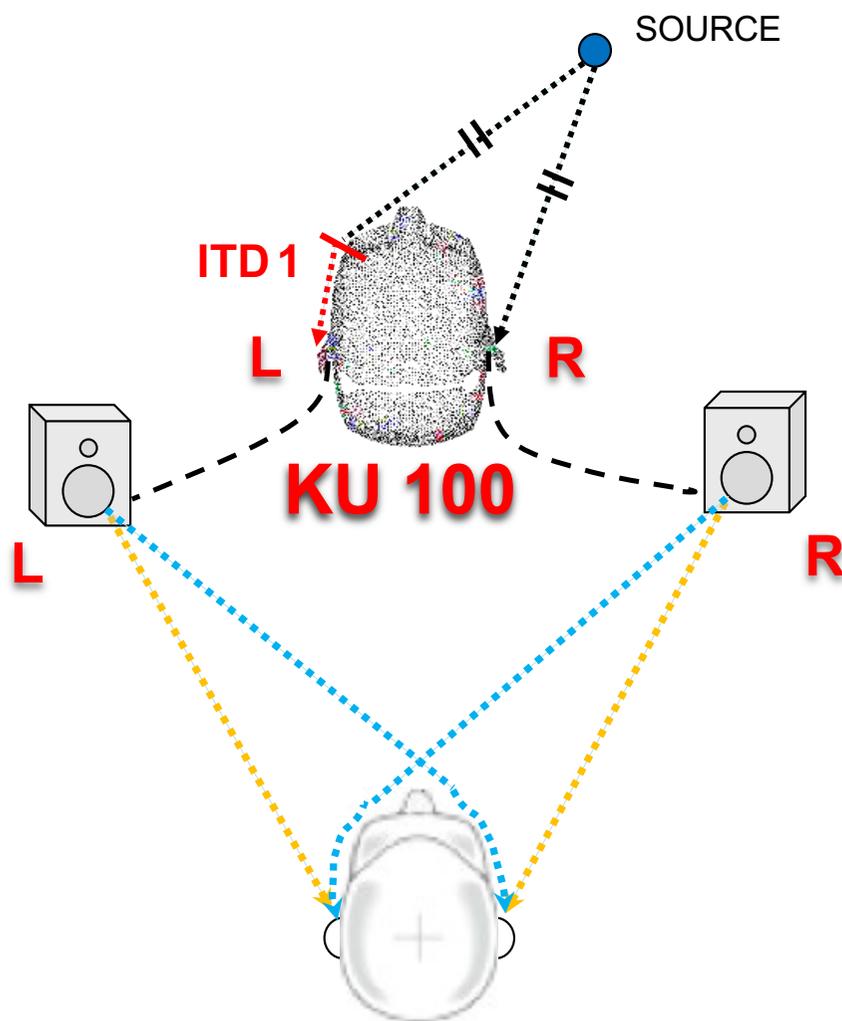
Écoute Binaurale
au casque



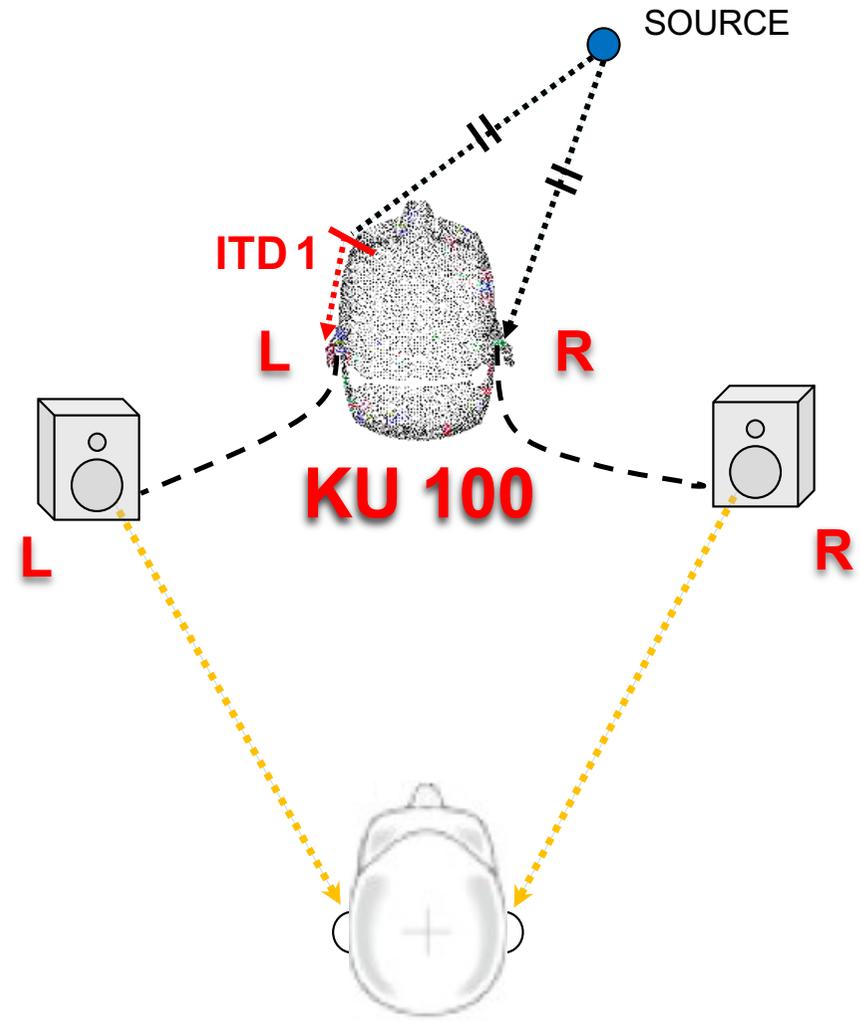
Écoute Stéréo sur HP
(avec les chemins croisés)

Différence entre la Stéréophonie et le Transaural

Pour du Binaural natif KU 100 :



Écoute Stéréo sur HP
(Avec les chemins croisés)

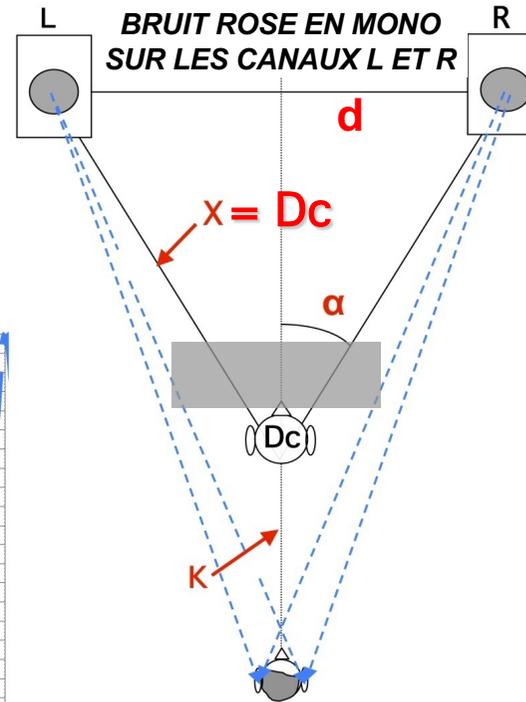
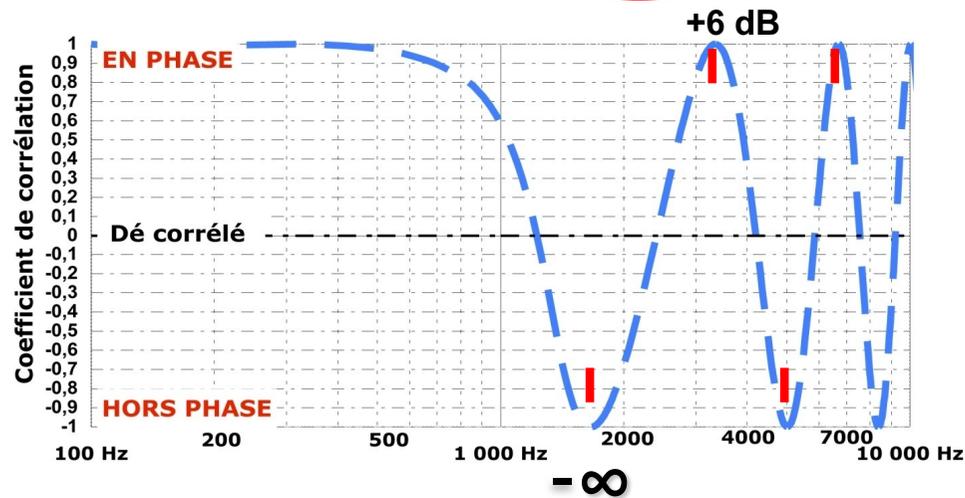


Écoute Transaural sur HP
(Annulation des chemins croisés)

« Écoute de travail » = **Dc** (à la console) + 40 cm

Stéréo : filtre en peigne .

Distance critique Dc : X aux enceintes LRC	Angle α à Dc pour l'enceinte R
2,5 m	35°
Recul K par rapport à la distance critique Dc (Confort d'écoute)	Angle α avec le recul K pour l'enceinte R
0,4 m	30°



Chemins croisés :
Modèle de Woodworth (1962).

En Stéréo

ITD + ILD

1,1 ms 13dB

En stéréo :

- Les Hauts Parleurs
sont dé-corrélés...
(**d** entre L/R > 1,5m)

champ direct diffus

— FILTRE INTERAURAL EN CHAMP PROCHE, POUR LA STEREO

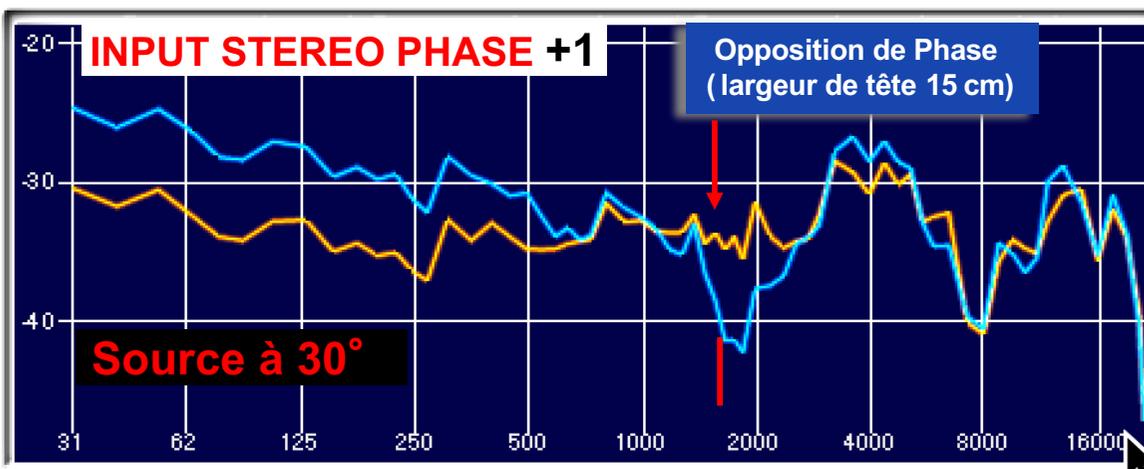
En Binaural

En binaural :

- La corrélation est
liée uniquement à
celle du système de
prise de son !

HRTF ± 30°

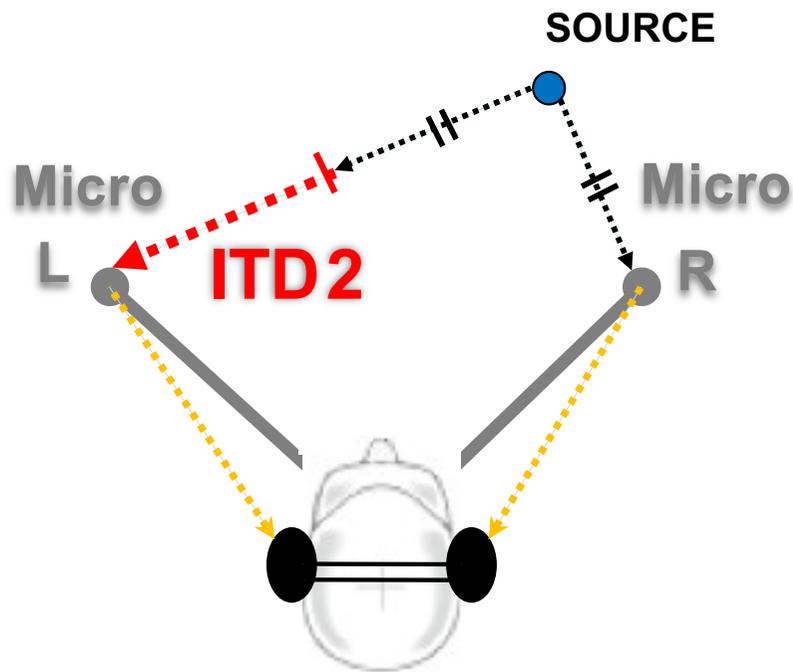
— Oreille Ipsilatérale en **Mono**
— Oreille Ipsilatérale en **Stéréo**



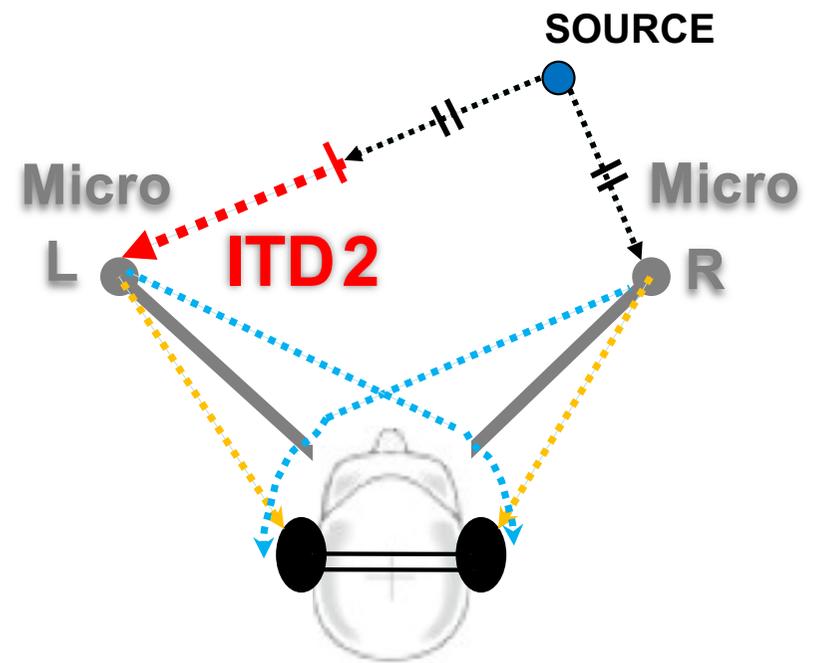
Différence entre la Stéréo au casque et le Binaural

Pour un couple Stéréo DIN (espacé de 20 cm) :

https://www.lesonbinaural.fr/EDIT/DOCS/archive_1974_carl_ceoen.PDF



≠



Stéréo *au casque*

ITD2 Compatible

Binaural *de synthèse*

ITD2 Non compatible

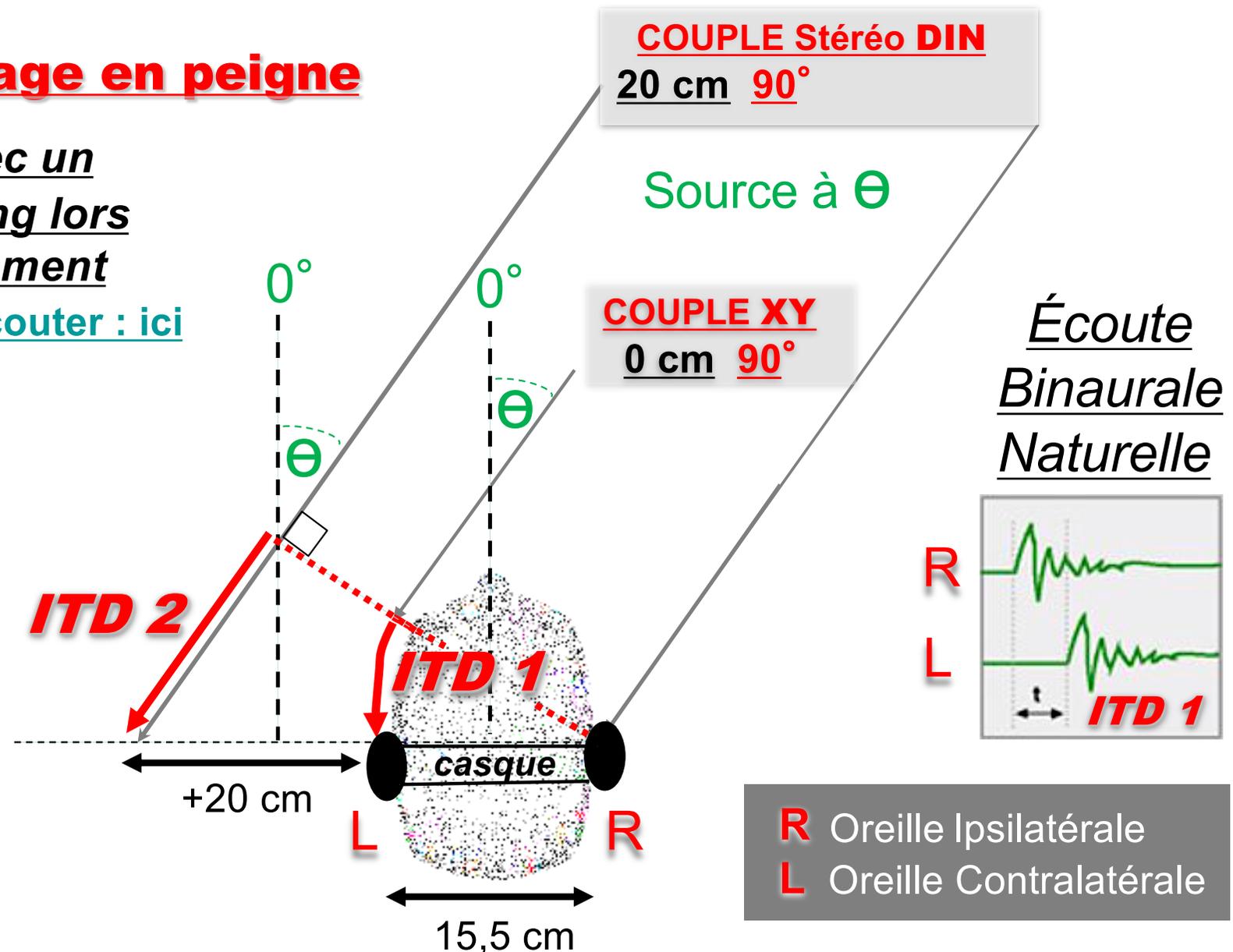
avec les chemins croisés...

Filtrage en peigne = dégradation des HRTF

ITD 2 - ITD 1 = ΔT (différence de marche préjudiciable)

ΔT = Filtrage en peigne

Phasing avec un Head-Tracking lors d'un déplacement de tête... à écouter : [ici](#)





REAPER

Mode opératoire :

ORBIT ANALYSE HASS -REAPER v6.05/64 -Licensed for personal/small business use

449.1.00 / 14:56.00

Vitesse: 1.0 4/4

193.1.00 6:24.00 257.1.00 8:32.00 321.1.00 10:40.00 385.1.00 12:48.00 449.1.00 14:56.00

<< bruit bruit_rose_decorrele_4pistes-glue +0.0.wav bruit_rose_decorrele_4pistes-glue

PISTE 1

bruit_rose_correle_4pi..1 MASTER I/O -inf M S 0.00 centre FX 1

Baie de connexion de...

Plugin

I/O ?

In L In R Out L Out R

1 → 1 1 → 1
2 → 2 2 → 2

VST3: AMBEO Orbit (Sennheiser) - Piste 1 "bruit_rose_correle_4pi..1"

Aucun pré-réglage + Param 2 Ent. 2 Sor. UI

PISTE 1 AMBEO

Elevation 0°

Up Down

Front Left Right Back

Azimuth 0°

Clarity Width

0% 33%

Baie de connexion de...

Plugin I/O ?

Input L Input R Output L Output R

1 → 1 1 → 1
2 → 2 2 → 2

Mixeur

PAZ- Analyzer Stereo Haas AMBEO Orbit

Dorrough Stereo

PISTE 1

Out 1 / Out 2

0.00dB MASTER I/O centre 0.00

-inf -inf -6 -18 -30 -42 -54 -inf -inf

centre 0.00 -inf -6 -18 -30 -42 -54

1

KILOHEARTS

VST: Haas (Kilohearts) - Piste 1 "bruit_rose_correle_4pi..1"

Aucun... + Param 2 Ent. 2 Sor. UI

Haas **PISTE 1**

Delay Channel

LEFT RIGHT

+0,6 ms +0,0 ms

<https://kilohearts.com/products/haas>



REAPER

Mode opératoire (suite)



<https://www.waves.com/plugins/paz-analyzer>

The screenshot displays the REAPER software interface with the PAZ Analyzer Stereo plugin and the Mixer window.

PAZ Analyzer Stereo (Waves) - Piste master [2/2]

Navigation and Control:

- Buttons: Save Data, Load, Save, Graph->Mem, Clear Mem
- Buttons: Param, 2 Ent. 2 Sor., UI, PAZ- Analyzer Stereo (highlighted in red)

Main Display:

- Graph: Frequency response plot showing magnitude (dB) vs. frequency (Hz). The y-axis ranges from -50 to -30 dB, and the x-axis ranges from 31 to 16000 Hz. The plot is labeled "Out 1 / Out 2".
- Navigation: Navigate (directional pad), Zoom (knob), Reset Zoom (button)

Phase and Stereo Analysis:

- Phase Plot: A polar plot showing phase difference between Left and Right channels. The plot is labeled "AntiPhase".
- Controls: LF res (10HZ), Freeze, Peak Hold, Detect, PEAK, Weight, Show (L, R), Clear, Response (50)
- Readouts: -4.5, -11.3, -1.3

Mixeur

Channel Strip:

- Channel: Out 1 / Out 2
- Gain: 0.00dB
- FX: FX (button), MASTER I/O (button)
- Centre: centre (knob), 0.00
- Level: -inf, -6, -18, -30, -42, -54, -inf
- Buttons: M, S, [mute], [solo], [pan]

Écoute Binaurale à 30°

$$ITD 2 = ITD 1 \quad (\Delta T = 0 \text{ ms})$$

Système coïncident :

- Couples XY, MS... [Écouter: ici](#)
- Multicanal Ambisonic

$$ITD 2 \neq ITD 1$$

↳ Filtrage en peigne

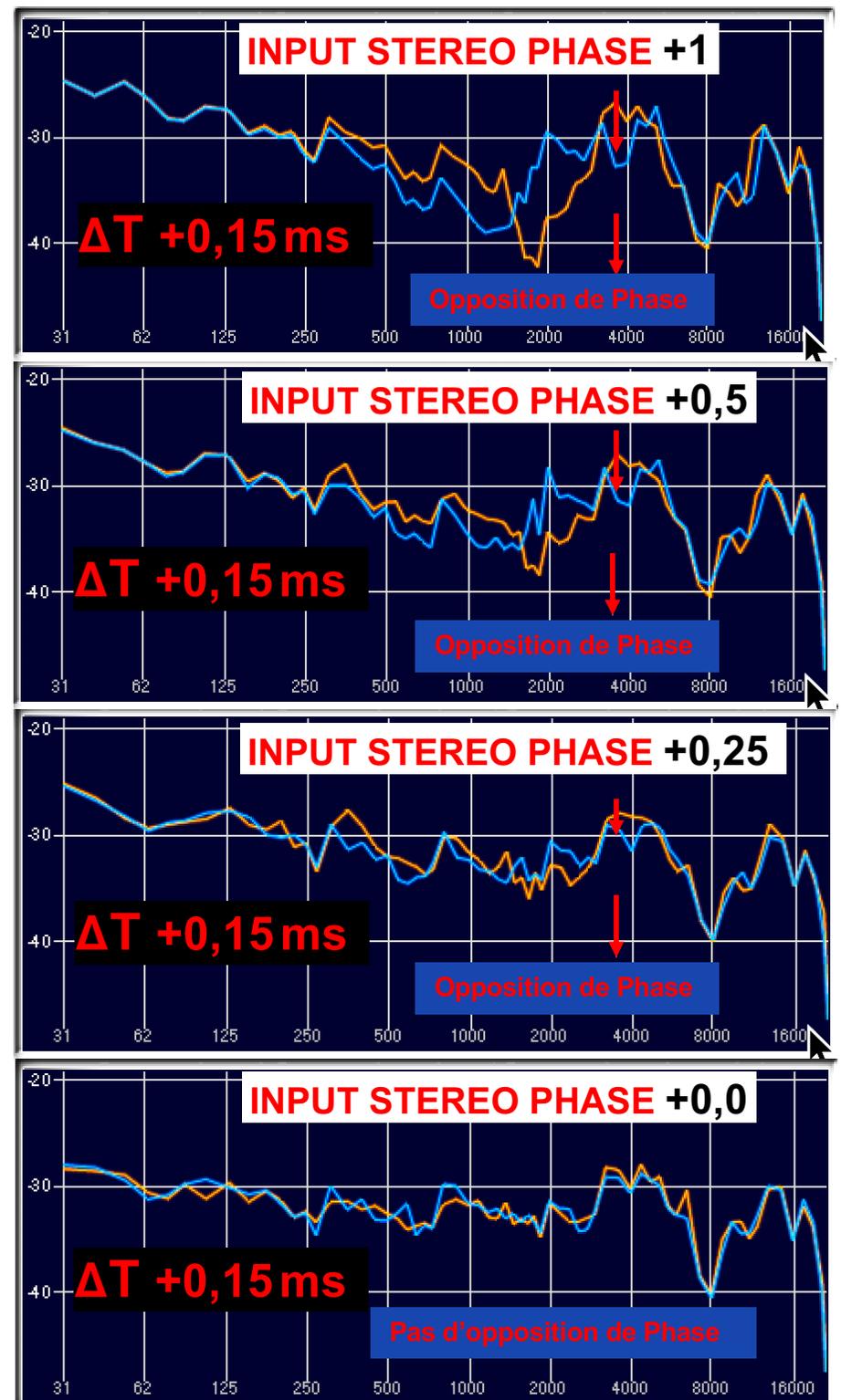
- Oreille Ipsilatérale **R KU 100**
- Oreille Ipsilatérale **R KU 100 + ΔT**

$$ITD 2 - ITD 1 = +0,15 \text{ ms}$$

$$\Delta T = +0,15 \text{ ms} \longleftrightarrow 5 \text{ cm}$$

Système non coïncident :

- Couples ORTF, DIN, AB...
- Multicanal Croix IRT, MMAD INA5, Decca Tree...



Écoute Binaurale à 30°

$$ITD 2 = ITD 1 \quad (\Delta T = 0 \text{ ms})$$

Système coïncident :

- Couples XY, MS... [à écouter : ici](#)
- Multicanal Ambisonic

$$ITD 2 \neq ITD 1$$

↳ Filtrage en peigne

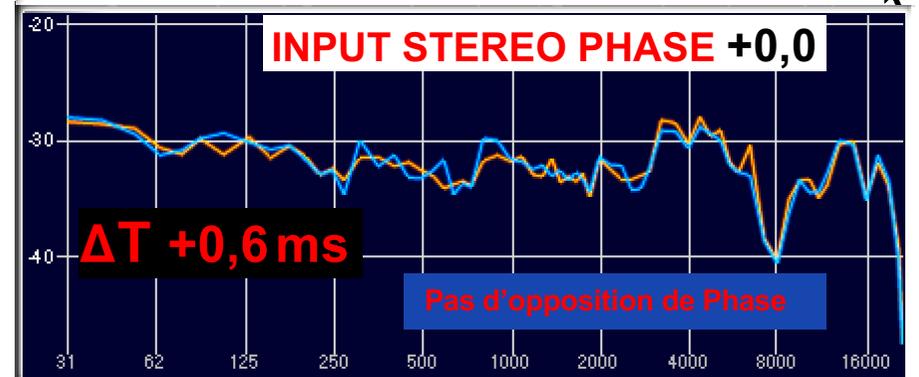
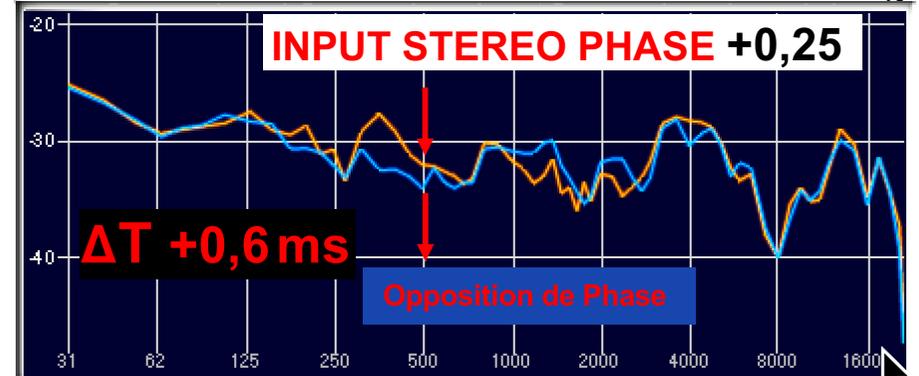
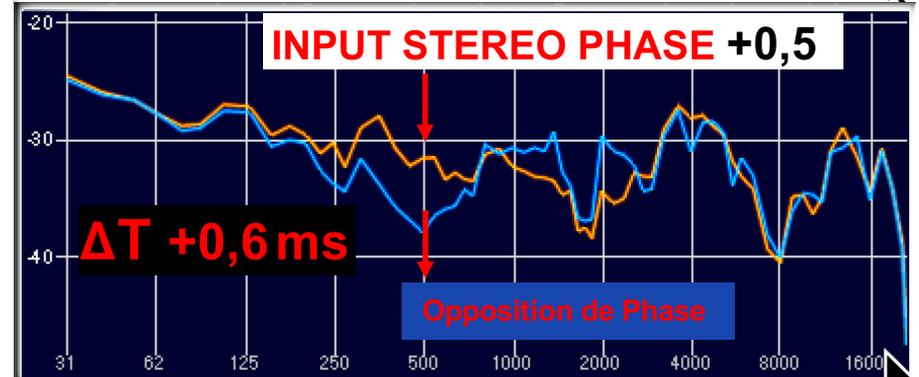
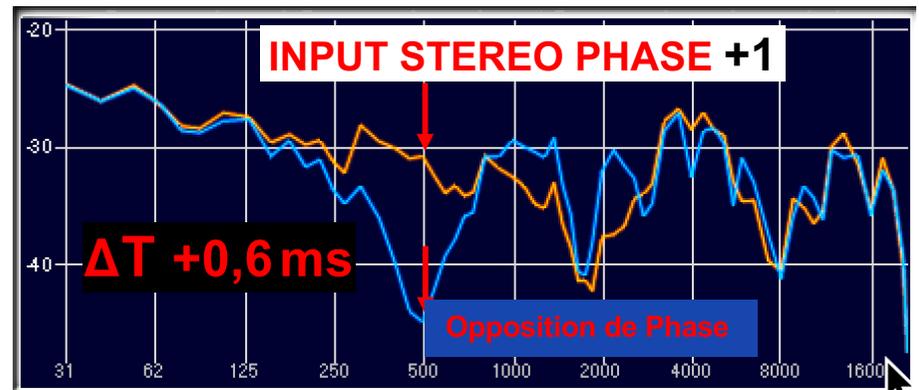
- Oreille Ipsilatérale **R KU 100**
- Oreille Ipsilatérale **R KU 100 + ΔT**

$$ITD 2 - ITD 1 = +0,6 \text{ ms}$$

$$\Delta T = +0,6 \text{ ms} \longleftrightarrow 20 \text{ cm}$$

Système non coïncident :

- Couples ORTF, DIN, AB...
- Multicanal Croix IRT, MMAD INA5, Decca Tree...



Les Micros Coïncidents ne fonctionnent qu'en **ILD** :

MS ou BLUMLEIN (2 CCM 8) Schoeps



XY Schoeps MK 4v

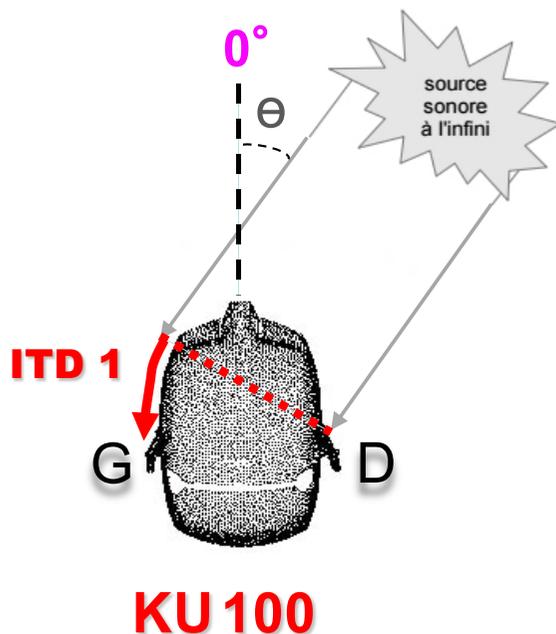


Bonnette Cinela Léonard
Suspension Rycote / Schoeps ...

Double XY Ambisonic ©



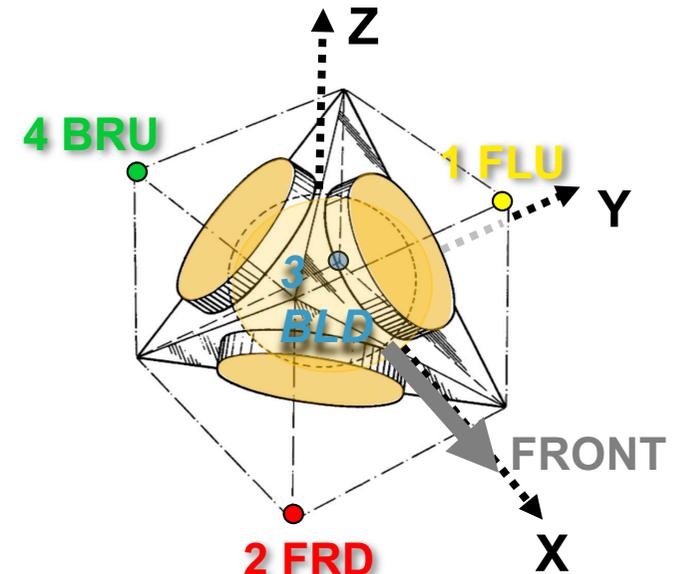
https://www.lesonbinaural.fr/EDIT/PDF/double_xy_ambisonic_rev.PDF



L' ITD 1 de la KU 100 ne peut pas se mélanger à d'autres ITD ... !!!

Attention !!

On ne peut pas "Binauraliser" :
les Couples Stéréo ORTF, DIN...
Croix IRT, MMAD, INA5...
(mélange d' **ILD et d' **ITD**)**



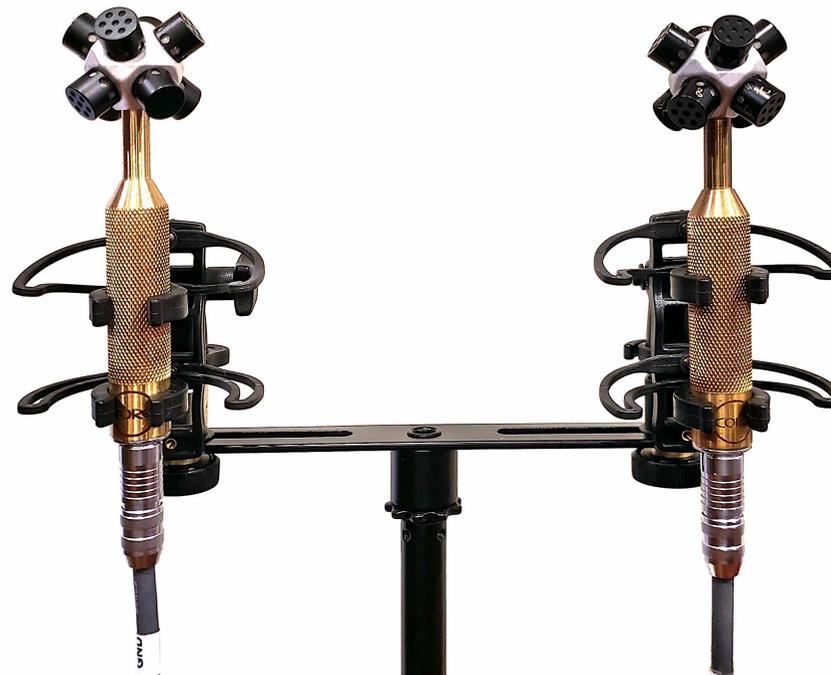
4 capsules en tétraèdre = 4 XY



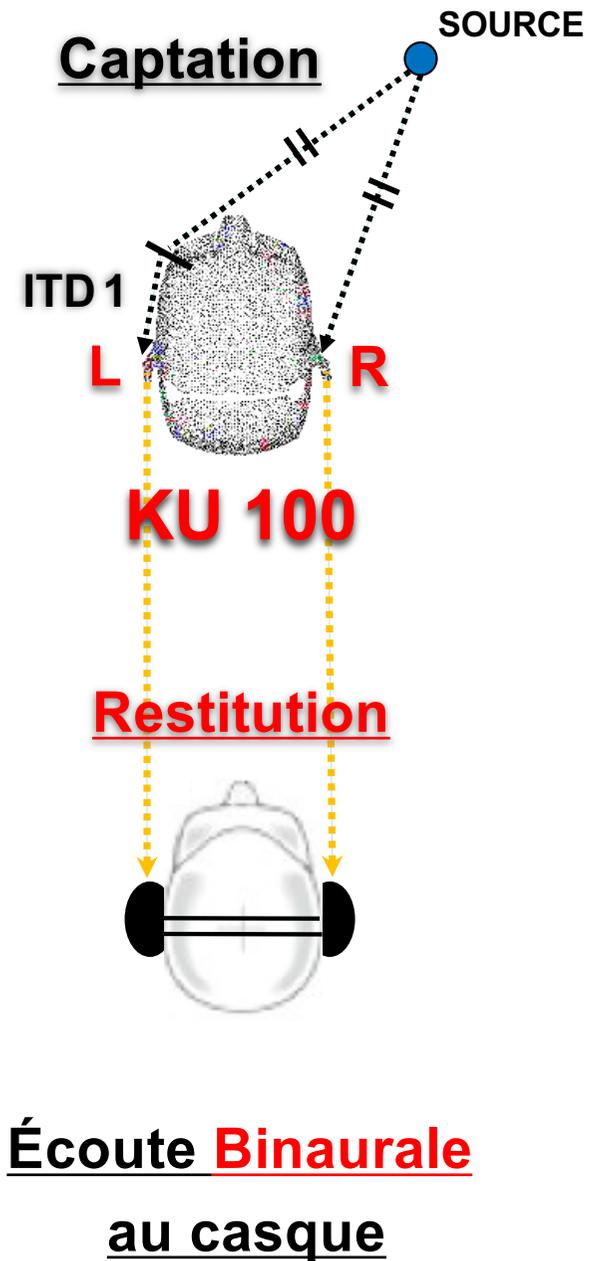
ZYLIA Microphone Ambisonique de 3 ème ordre



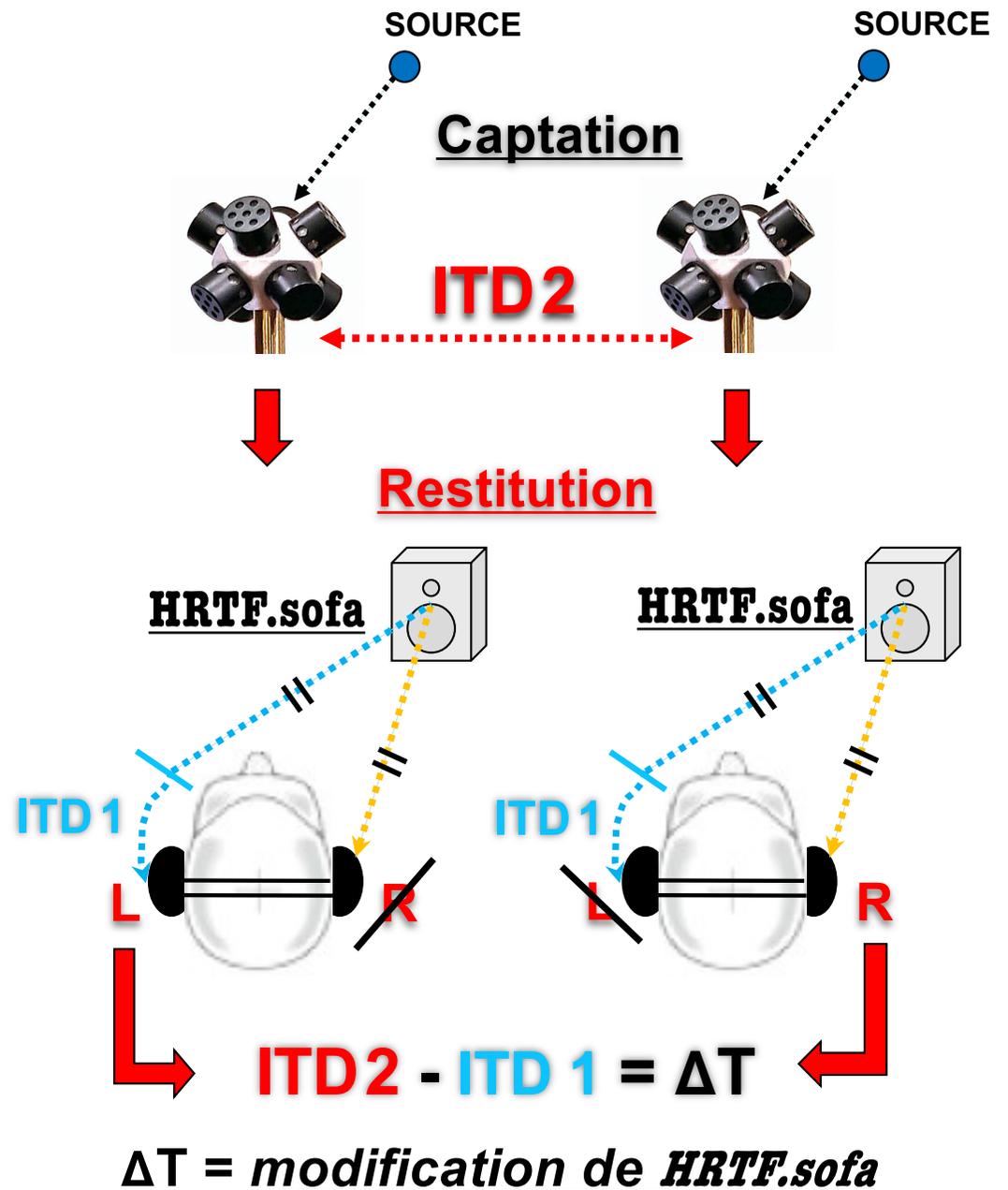
Microphone ambisonique Core Sound OctoMic™ de 2 ème ordre



Binaural Natif



Binaural de Synthèse



Écoute Binaurale à 30°

$ITD_2 = ITD_1$ ($\Delta T = 0$ ms)

Systeme coïncident :

- Couples XY, MS...
- Multicanal Ambisonic

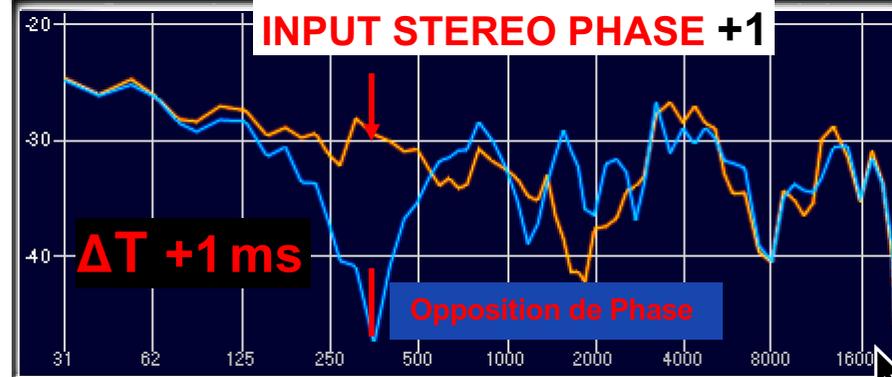
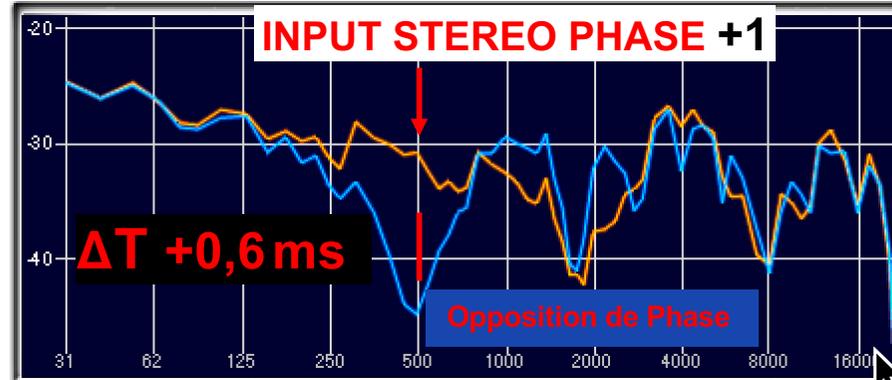
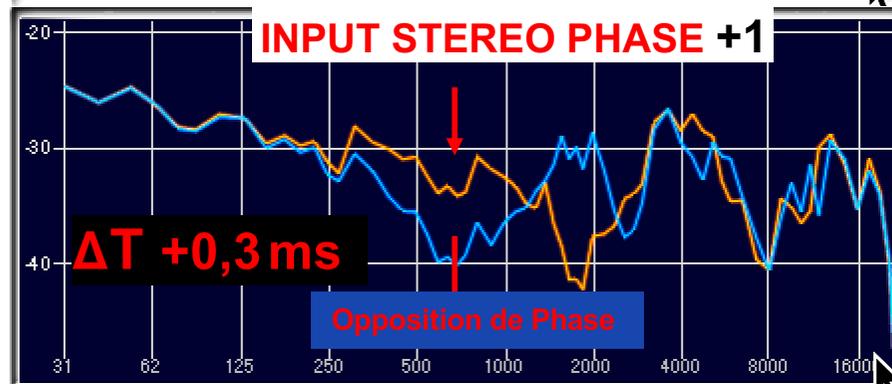
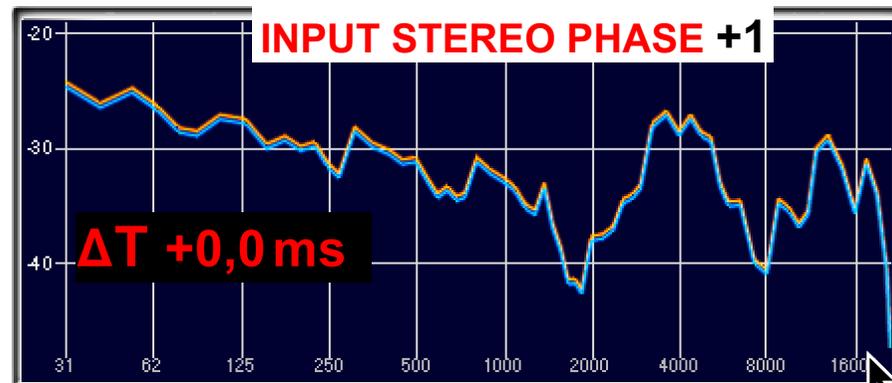
$ITD_2 \neq ITD_1$

↳ **Filtrage en peigne**

- Oreille Ipsilatérale **R KU 100**
- Oreille Ipsilatérale **R KU 100 + ΔT**

Systeme non coïncident :

- Couples ORTF, DIN, AB...
- Multicanal Croix IRT, MMAD INA5, Decca Tree...



Écoute Binaurale à 30°

ITD 2 = ITD 1 ($\Delta T = 0$ ms)

Systeme coïncident :

- Couples XY, MS...
- Multicanal Ambisonic

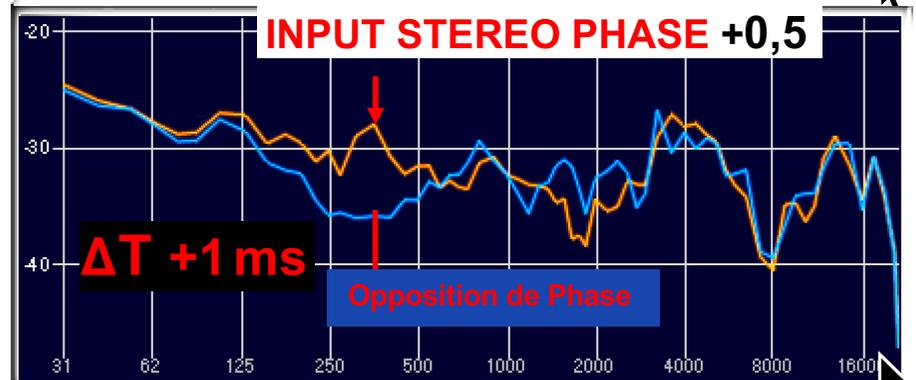
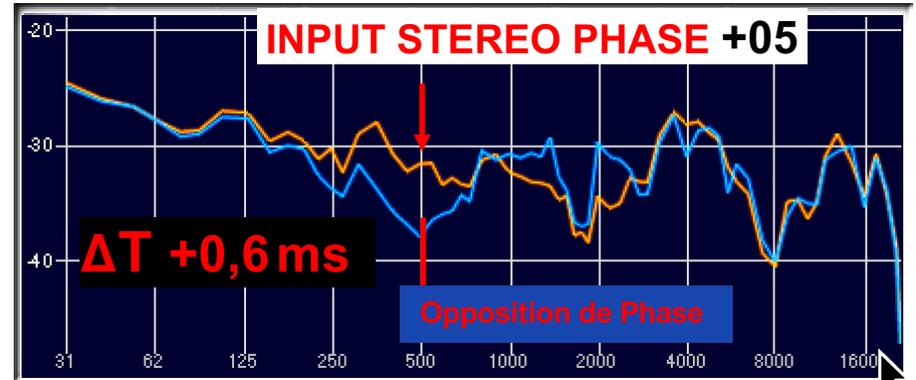
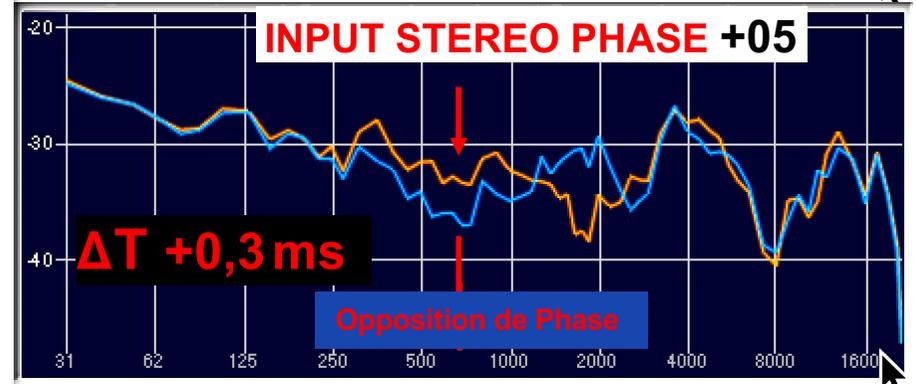
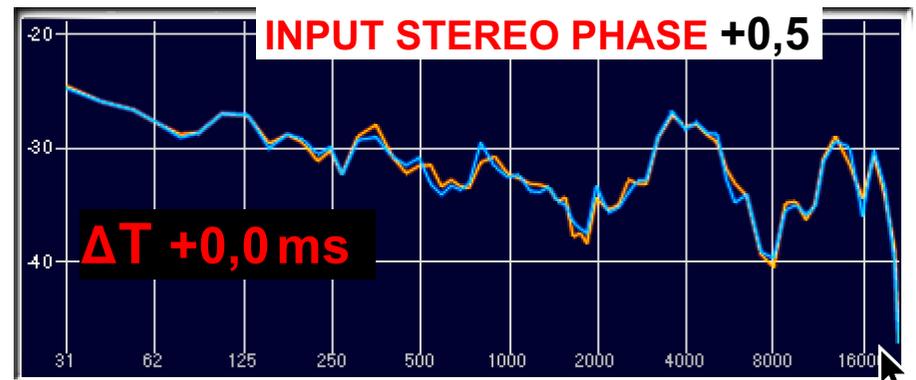
ITD 2 \neq ITD 1

↳ **Filtrage en peigne**

- Oreille Ipsilatérale **R KU 100**
- Oreille Ipsilatérale **R KU 100 + ΔT**

Systeme non coïncident :

- Couples ORTF, DIN, AB...
- Multicanal Croix IRT, MMAD INA5, Decca Tree...



Écoute Binaurale à 30°

ITD 2 = ITD 1 ($\Delta T = 0$ ms)

Système coïncident :

- Couples XY, MS...
- Multicanal Ambisonic

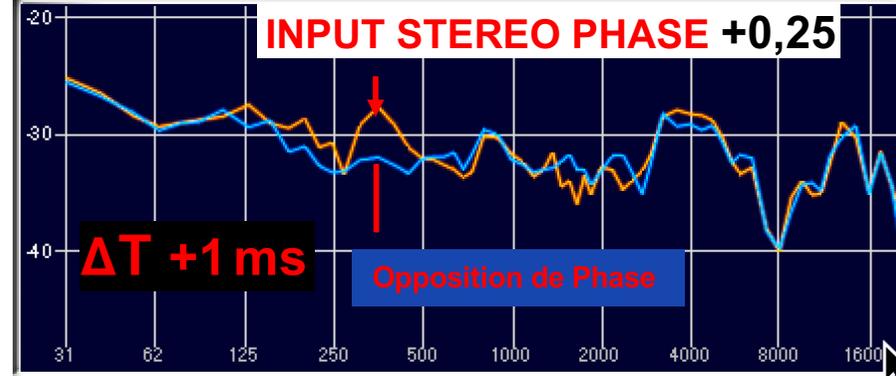
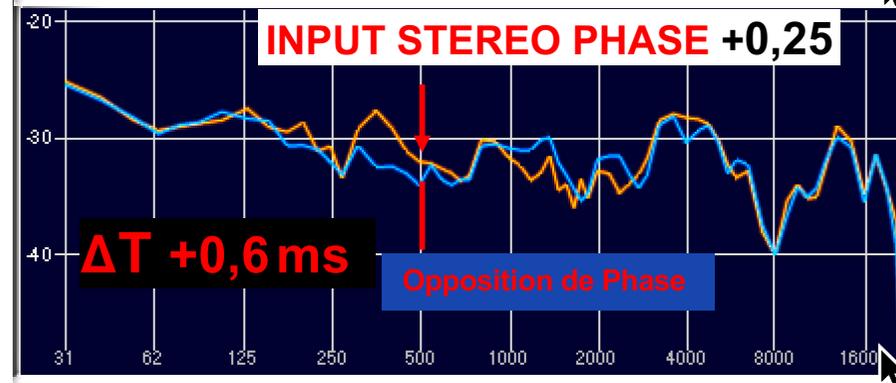
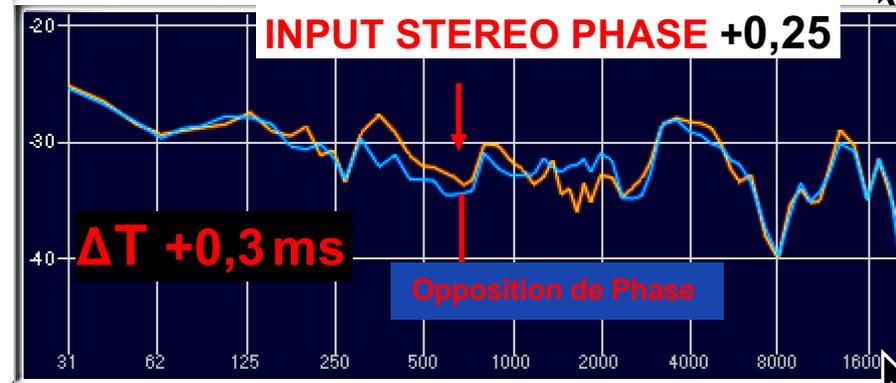
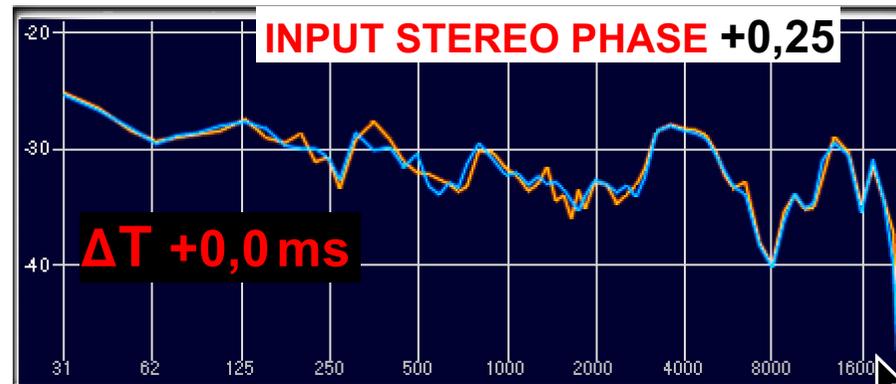
ITD 2 \neq ITD 1

↳ **Filtrage en peigne**

- Oreille Ipsilatérale **R KU 100**
- Oreille Ipsilatérale **R KU 100 + ΔT**

Système non coïncident :

- Couples ORTF, DIN, AB...
- Multicanal Croix IRT, MMAD INA5, Decca Tree...



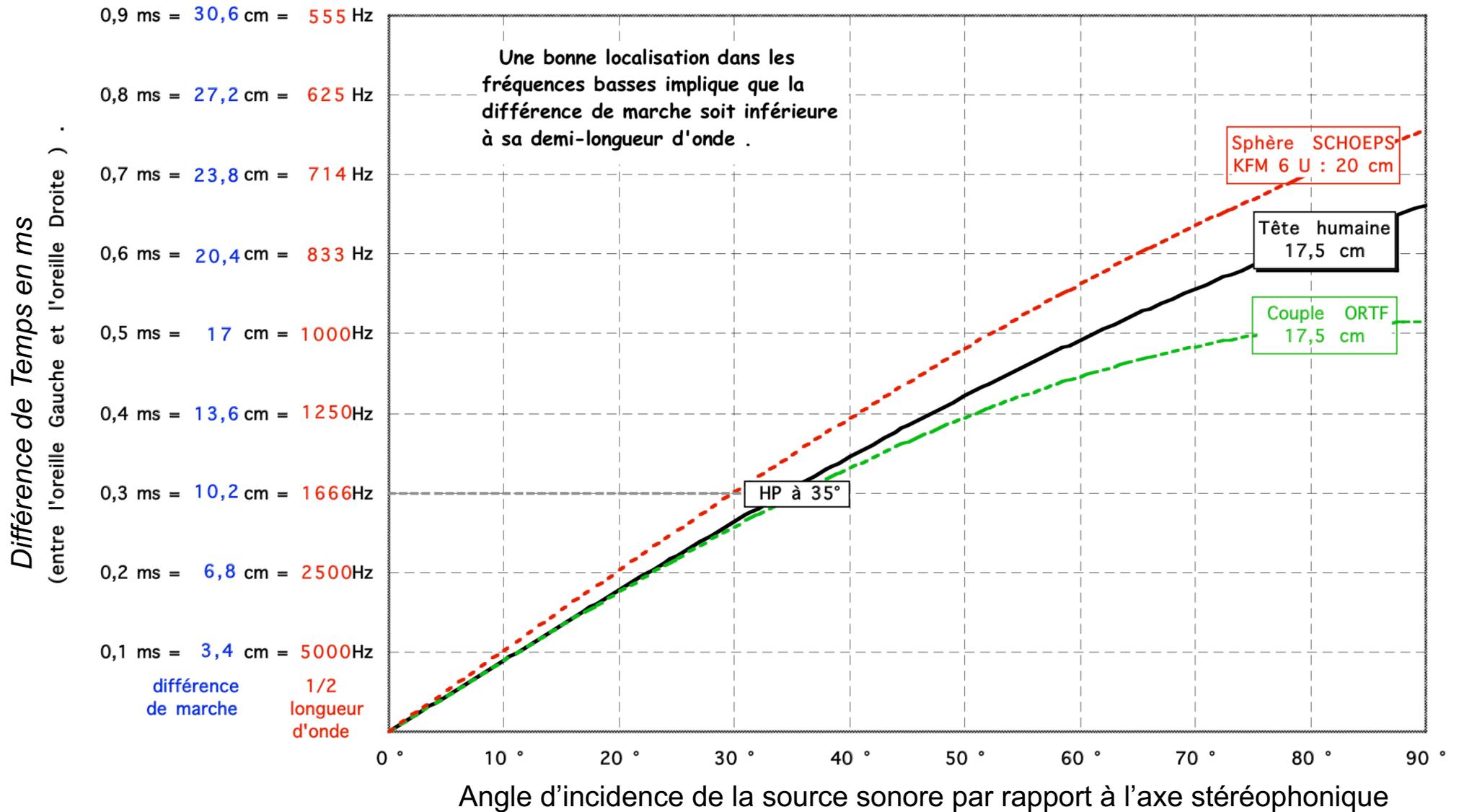
Un petit rappel sur le Binaural, une « HRTF.sofa » comporte 3 paramètres : une mesure sur l'oreille ipsilatérale, une mesure sur l'oreille contralatérale (à l'ombre) et l'ITD1 due par la circonférence de la tête en autre...

Modifier l'un de ces paramètres entraine la destruction de l'HRTF !! Je ne comprends toujours pas qu' un seul micro ambisonic soit moins bien en restitution Binaurale, que deux micros ambisonics en Bilateral Ambisonic... si ce n'est à des fins commerciales !! Les résultats en Binaural sur les HRTF (oreille Gauche et oreille Droite) sont identiques, seul l'ITD2 change avec le Bilateral Ambisonic...

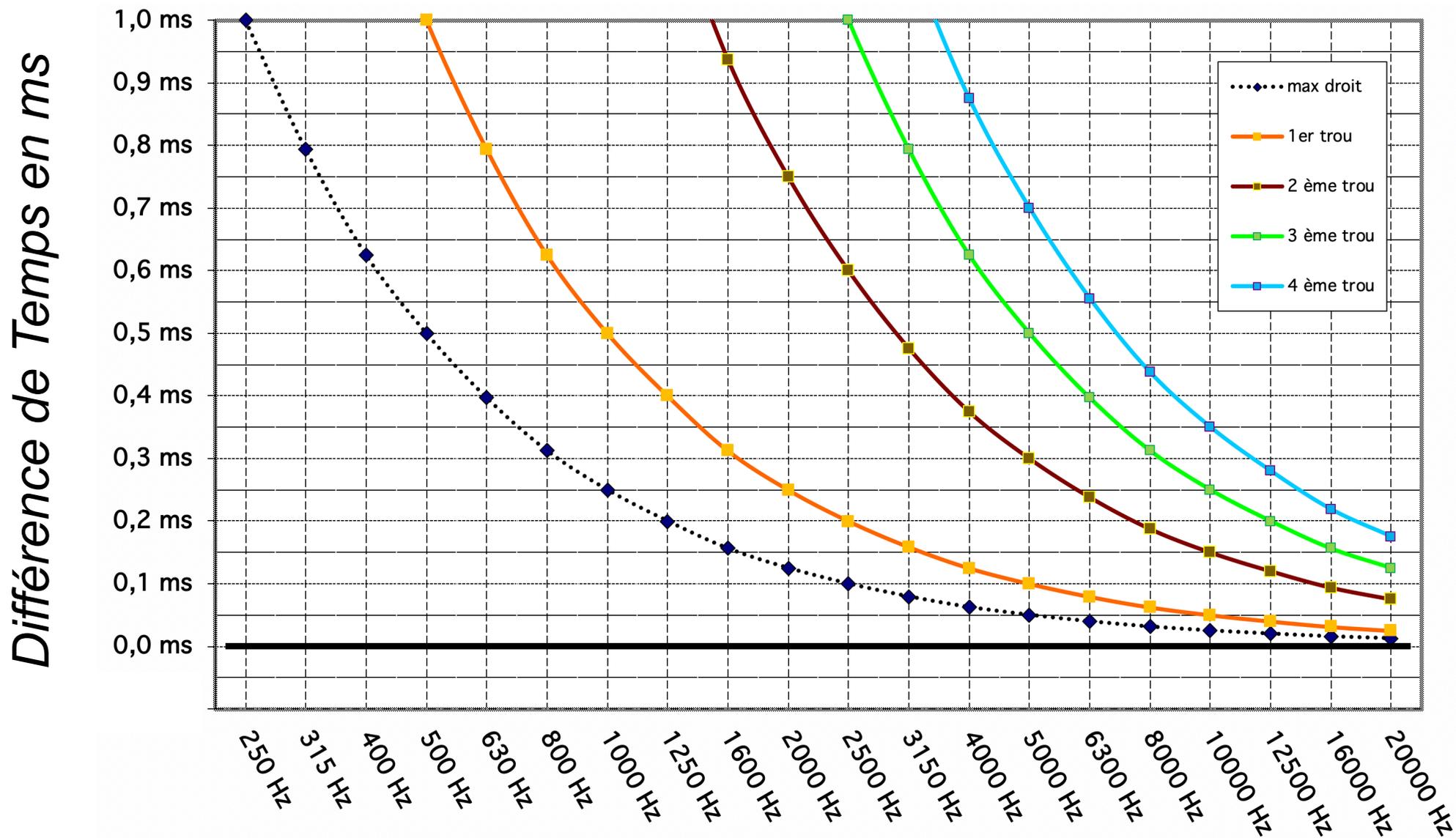
Bilateral Ambisonic

ANNEXE

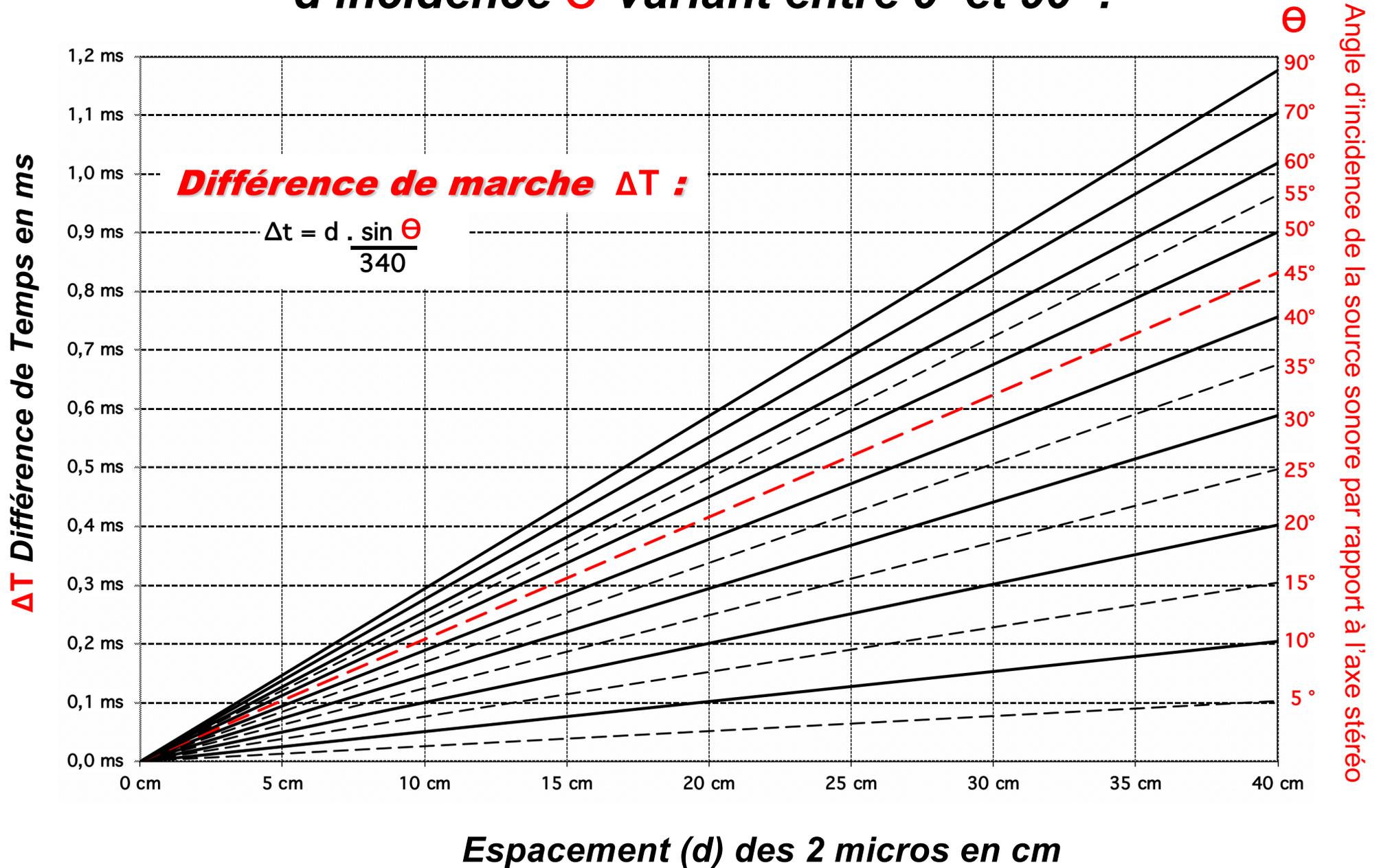
Différence de temps ITD en ms en fonction de l'angle d'incidence



Filtrage en peigne en fonction de ITD



Différence de Temps pour un angle d'incidence Θ variant entre 0° et 90° :



Merci de votre attention

Site : <https://www.lesonbinaural.fr>

Mail : **b.lagnel@gmail.com**