



# ***Paysages Naturalistes en Son 3D pour un Reportage Radio...***

Bernard Lagnel

Ingénieur du son

Département Production en Studios

Radio France.

# L' Espace de reproduction en 2D :

## ✓ Stéréo 2.0 « *Tableaux sonores* »

- **Relief** = épaisseur, matière, plans sonores...  
(mélange de **ILD** et de **ITD** = *couple ORTF, couple DIN...*)
- **Répartition homogène** de l'image stéréo :  
(sans trou, sans concentration au milieu des enceintes)

## ✓ Multicanal 5.1 « *Environnements sonores* »

- **Enveloppement** = Externalisation ( *tout autour*  )  
Tous systèmes de Pds  $\geq$  à **35 cm** d'écartement entre : **L R** et **Ls Rs**.
- **Immersion** = Internalisation ( *mono* : à mixer en post-prod )  
Ajout au système de Pds d' **1** micro : “ **Le Concerné** ”  $\Rightarrow$  **6** pistes  
(un Super Cardioïde pointé vers le plafond et “pan-poté” sur la console au centre des 5 enceintes en configuration ITU 5.1)

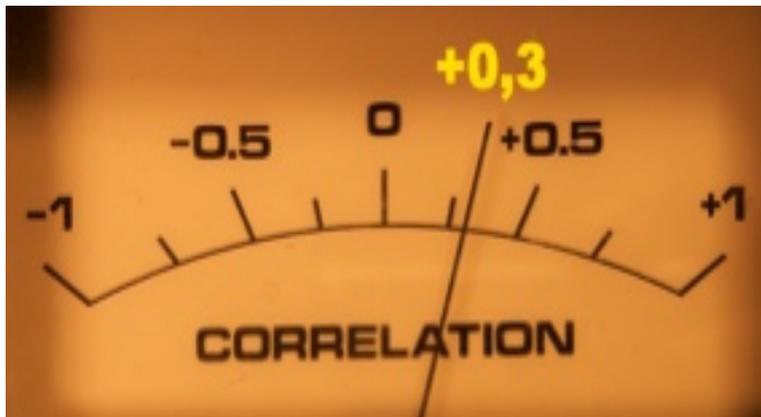


Comment **contrôler objectivement** le relief, la répartition homogène, l'enveloppement et l'immersion ?

# Le phasemètre stéréo ?

## Caractéristiques techniques :

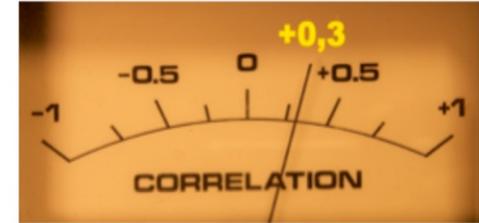
1. Balistique : 400 ms de temps d'intégration minimum ( $\approx LU : R128$ ).
2. Affiche la même valeur : (écart jusqu'à -35 dBFS d'**ILD** ).
3. Echelle linéaire : de **+1** (mono) à **-1** (hors phase).  
**0** indique la décorrélation entre les signaux **L** et **R**  $\Rightarrow$  trou au centre de l'image stéréo : « Moïse traversant la mer rouge... ».



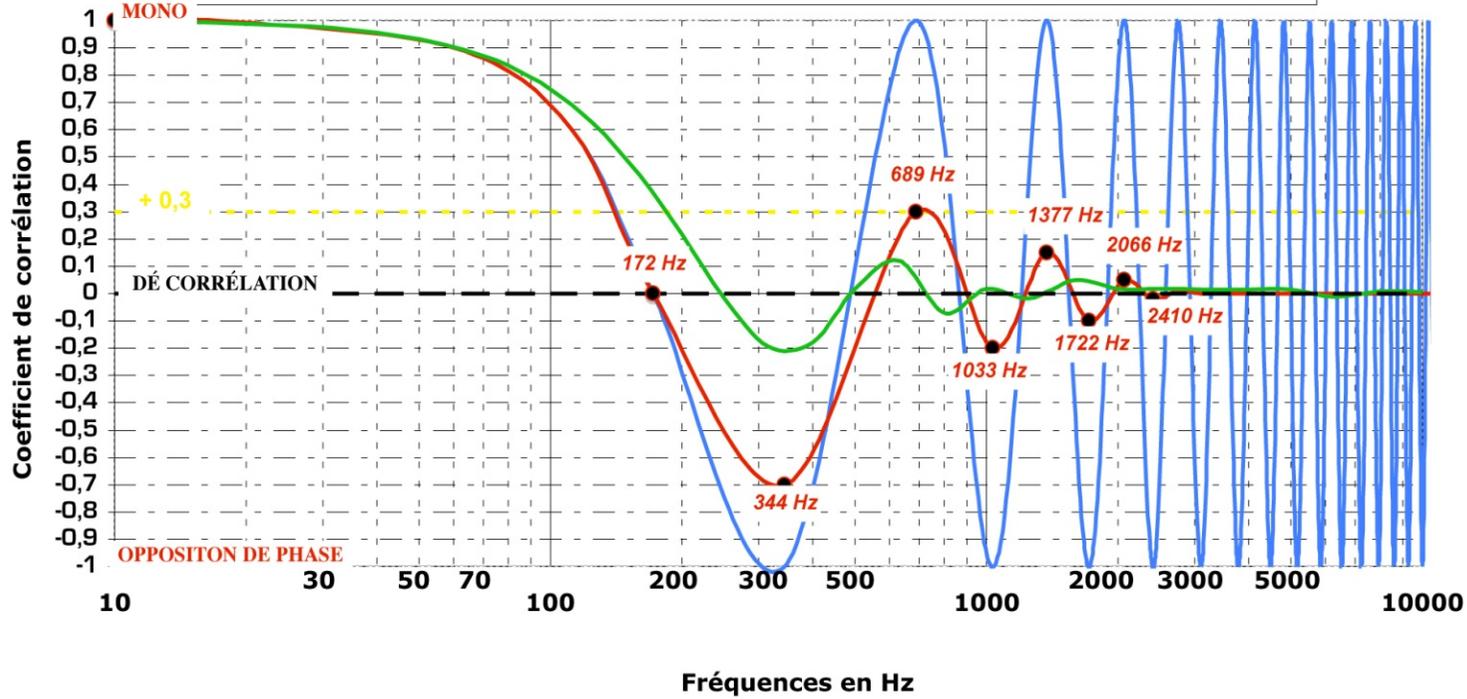
**+ 0,3 = répartition homogène**  
Étude psycho acoustique faite à Radio France sur du *bruit rose* :  
(  $\Leftrightarrow$  à la musique classique et aux ambiances sonores ).

Écartement entre les 2 micros	Angle de la source
70 cm	45 °

$\Delta T$ = différence de marche du couple	$\Delta T$ en échantillons pour du 48 KHz
49 cm    1,5 ms	70



**INFLUENCE DE L'ÉCARTEMENT DE 2 MICROS SUR LA CORRÉLATION DE PHASE.**



- - - PHASEMÈTRE à +0,3  
RÉPARTITION HOMOGENÈME DE L'IMAGE STÉRÉO
- FILTRE EN PEIGNE THÉORIQUE SUR TOUT LE SPECTRE AUDIBLE DÙ A LA SOMMATION DES 2 CANAUX
- CAPTATION DE SOURCES SONORES COMPLEXES EN CHAMP PROCHE
- CAPTATION DANS LE CHAMP DIFFUS

2009 Bernard Lagnel

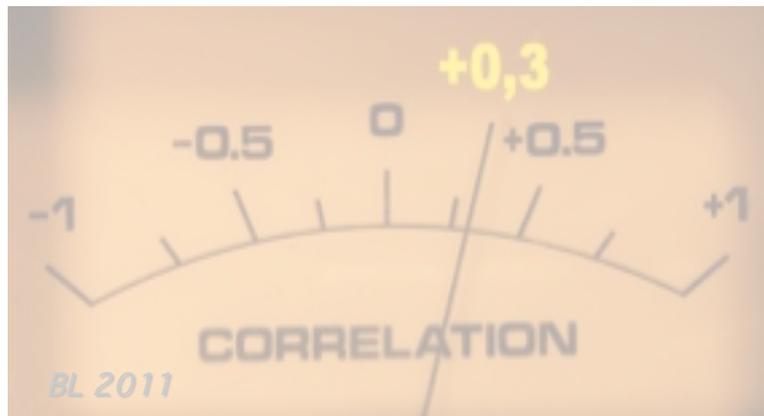
**Incidence sur le phasemètre de l'écartement du couple.**

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

# Le phasemètre stéréo ?

## Caractéristiques techniques :

1. Balistique : 400 ms de temps d'intégration minimum ( $\approx LU : R128$ ).
2. Affiche la même valeur : (écart jusqu'à -35 dBFS d'*ILD* ).
3. Echelle linéaire : de **+1** (mono) à **-1** (hors phase).  
**0** indique la décorrélation entre les signaux **L** et **R**  $\Rightarrow$  trou au centre de l'image stéréo : « Moïse traversant la mer rouge... ».



+ 0,3 = répartition homogène  
Étude psycho acoustique faite à  
Radio France sur du *bruit rose* :  
(  $\Leftrightarrow$  à la musique classique et aux  
ambiances sonores).

 Le phasemètre permet de **contrôler** la bonne répartition stéréophonique mais malheureusement pas le relief.

# L'intégrale Mozart selon Hélios Azoulay

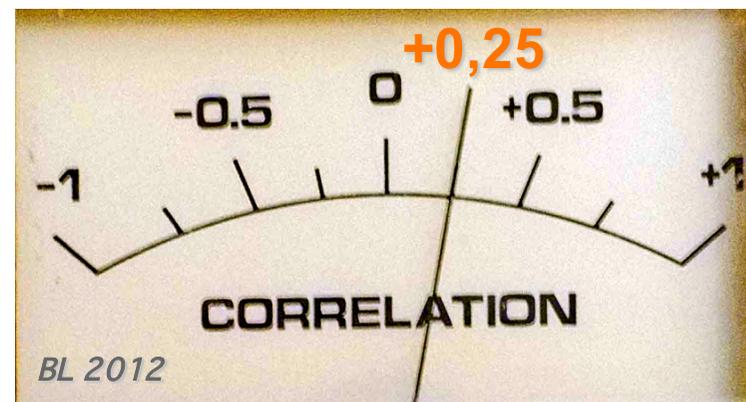
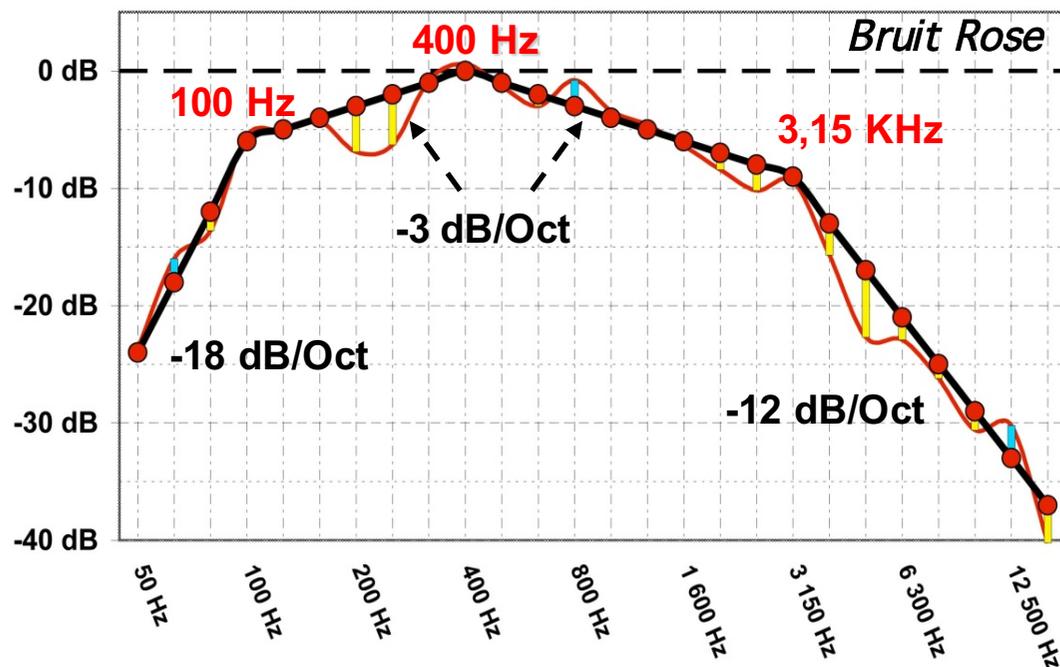


- Paru le 30 / 09 / 2005
- Chez Brillant Classics édition
- Coffret de 170 CD
- + de 200 H d'écoute Stéréo !!



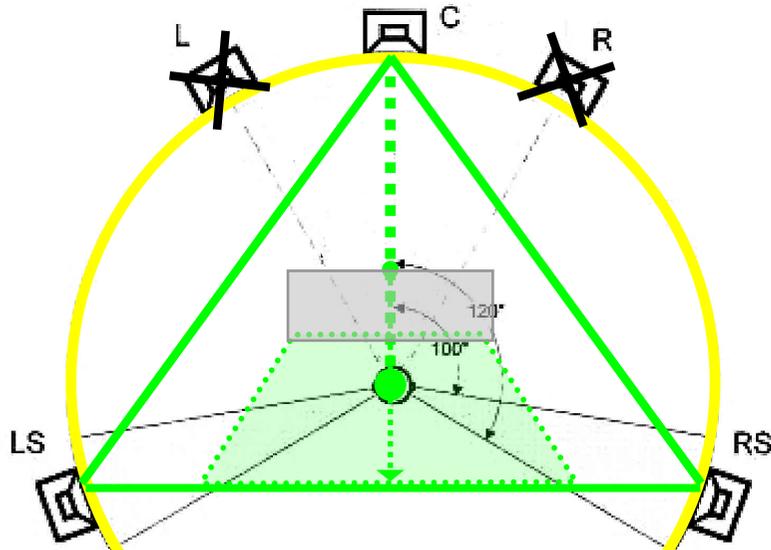
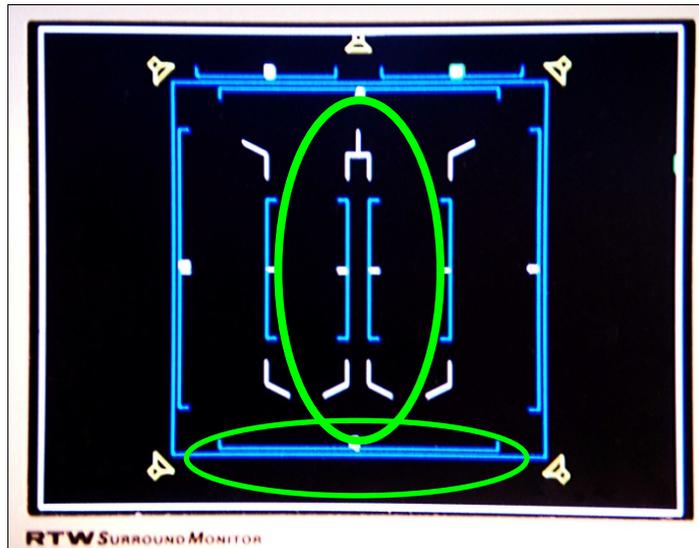
**Réduction Stéréo en  
59 s**

Intégrale MOZART selon Hélios Azoulay



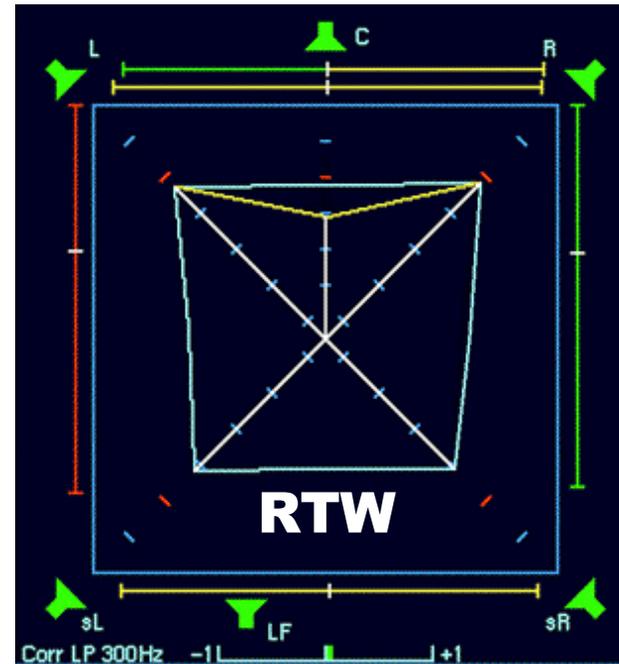
# Le phasemètre Multicanal 5.0 ?

C'est **10** phasemètres stéréo !!



“ Le concerné ”

$\emptyset - 0,25$   $\rightarrow$   $-1$



$\emptyset + 1$   $\leftrightarrow$   $+ 0,25$

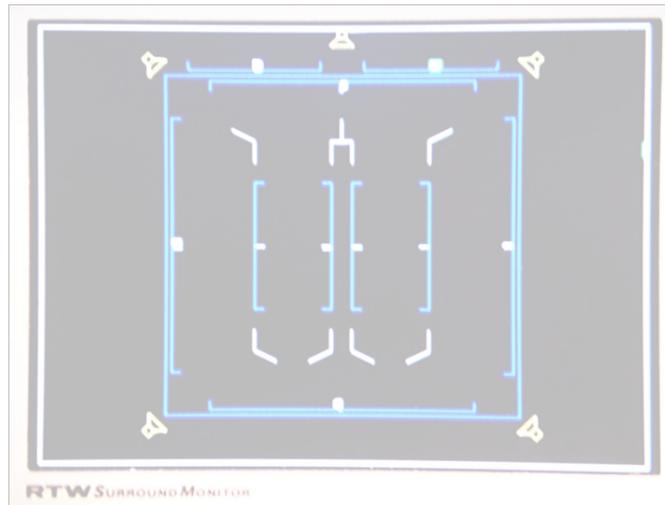
$\emptyset + 0,25$   $\rightarrow$   $- 0,25$

**Immersion :**  
 $\emptyset \approx + 1$  (corrélation)

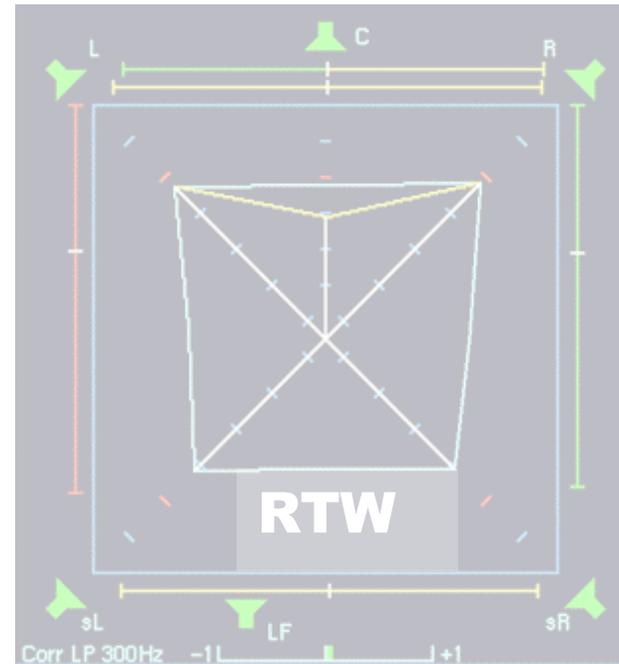
**Enveloppement :**  
 $\emptyset \approx 0$  (dé-corrélation)

# Le phasemètre Multicanal 5.0 ?

C'est 10 phasemètres stéréo !!

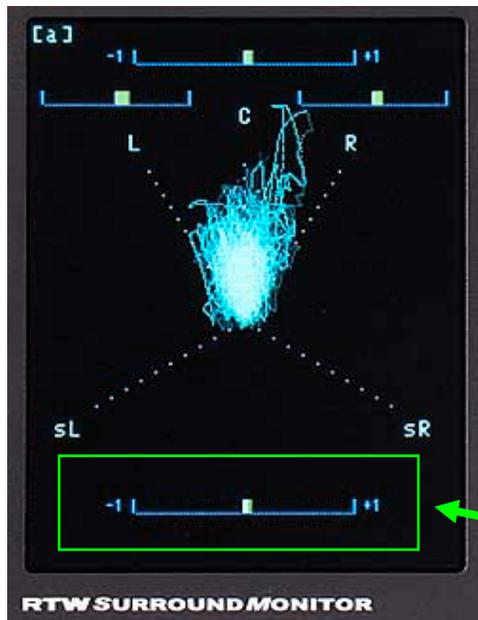


$\emptyset - 0,25 \Rightarrow -1$



$\emptyset + 1 \Rightarrow + 0,25$

$\emptyset + 0,25 \Rightarrow - 0,25$

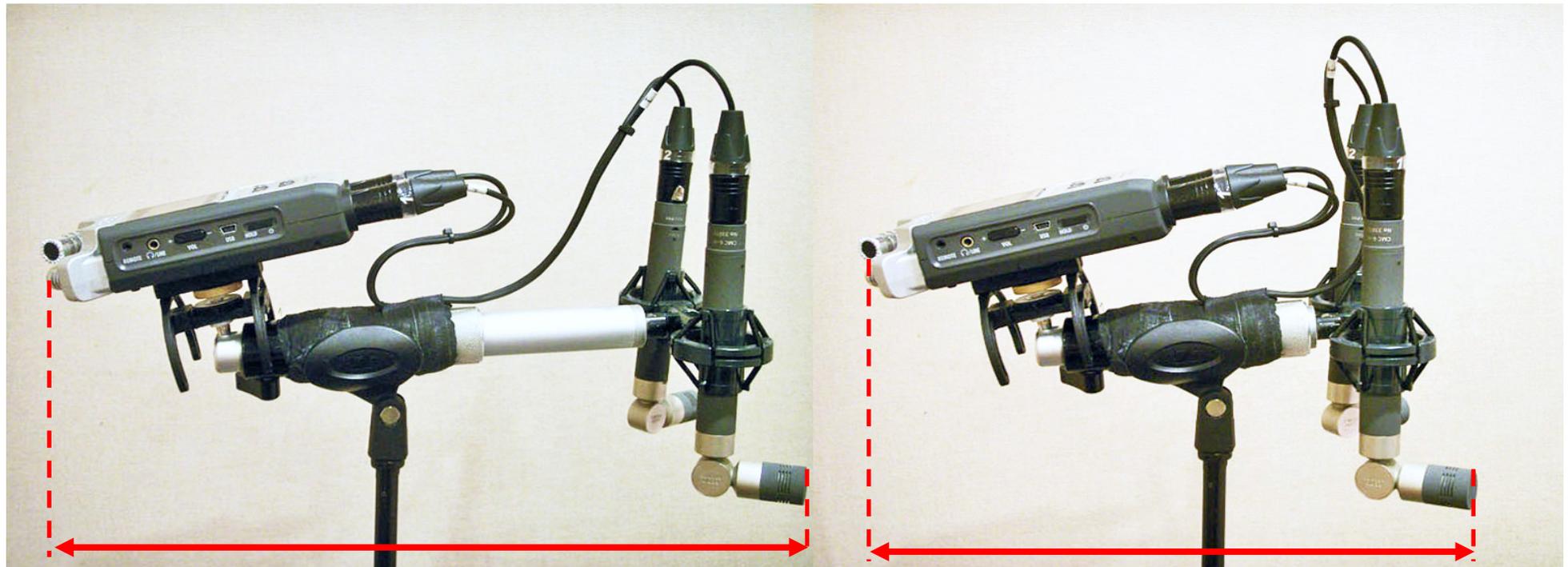


Pour éviter le trou entre **Ls** et **Rs** en 5.0  
(recommandation sur les ambiances) :

$\emptyset \approx + 0,3$

# Systeme de Pds « Odyssée »

## Reportages et Ambiances sonores en 5.0



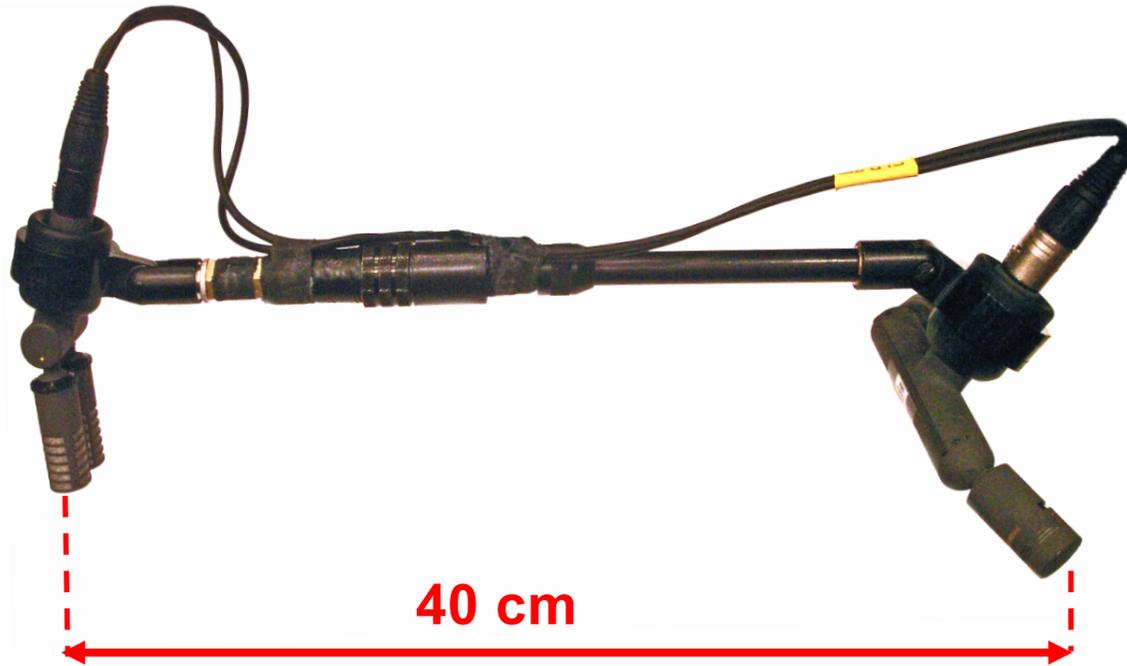
37 cm

27 cm

- ✓ **ZOOM H4n** pour la voie gauche **L** et la voie droite **R**.
- ✓ Micros **SCHOEPS coudés MK4** pour les voies arriere **Ls** et **Rs**.
- ✓ Suspension “Rycote ZOOM” sur une rotule de trépied photo.

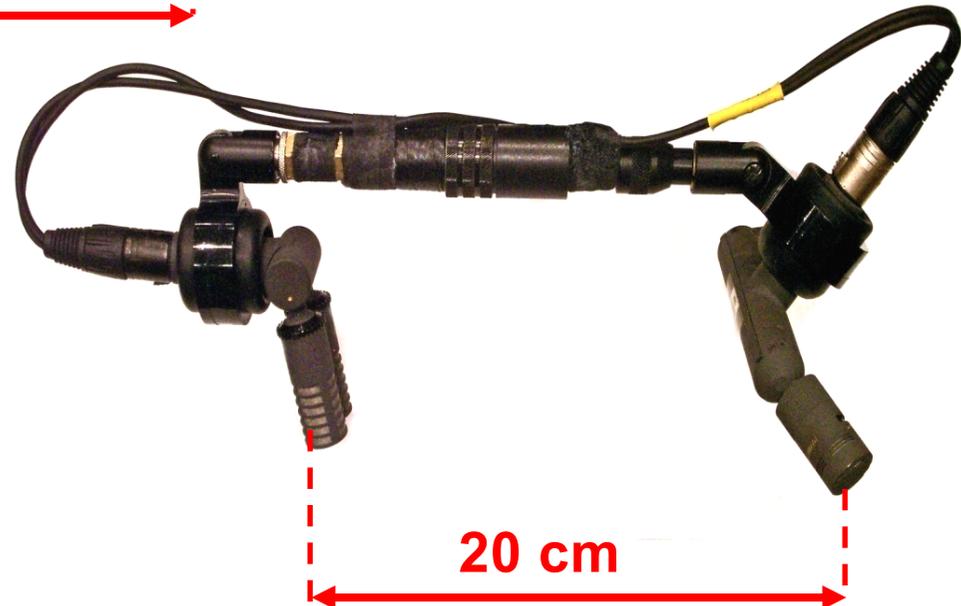
# Systeme de Pds « Odyssée »

## Reportages et Ambiances sonores en 5.0



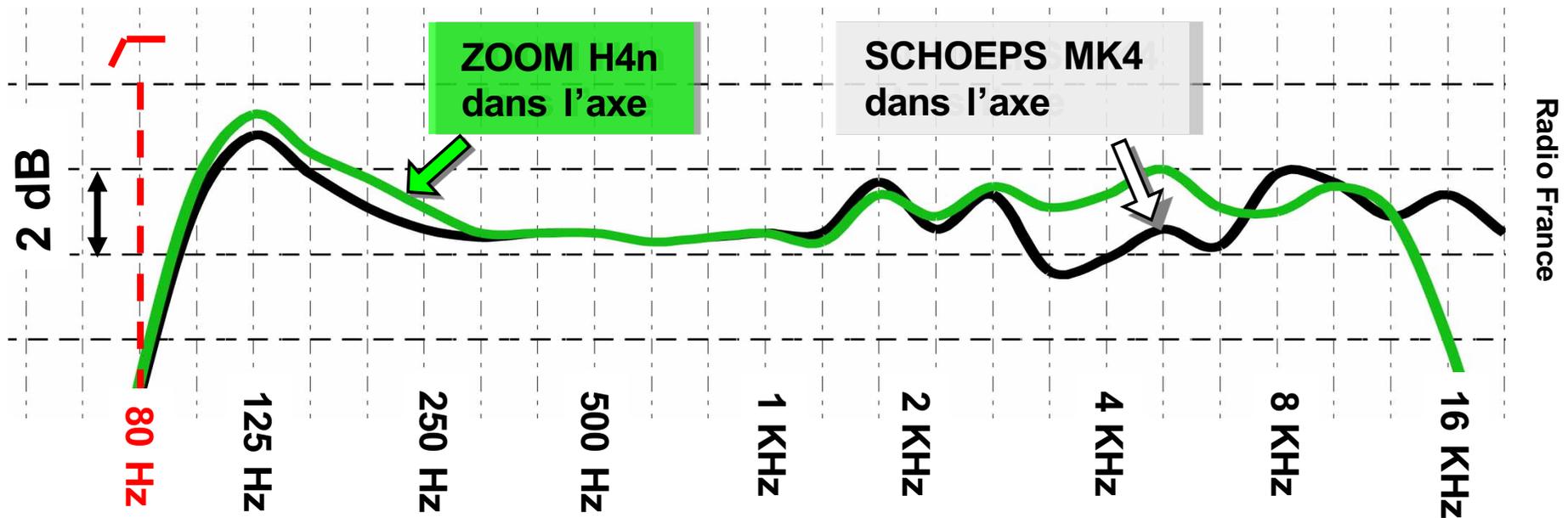
### Couples cardioïdes SCHOEPS :

- ✓ XY pour **L** et **R**
- ✓ ORTF pour **Ls** et **Rs**



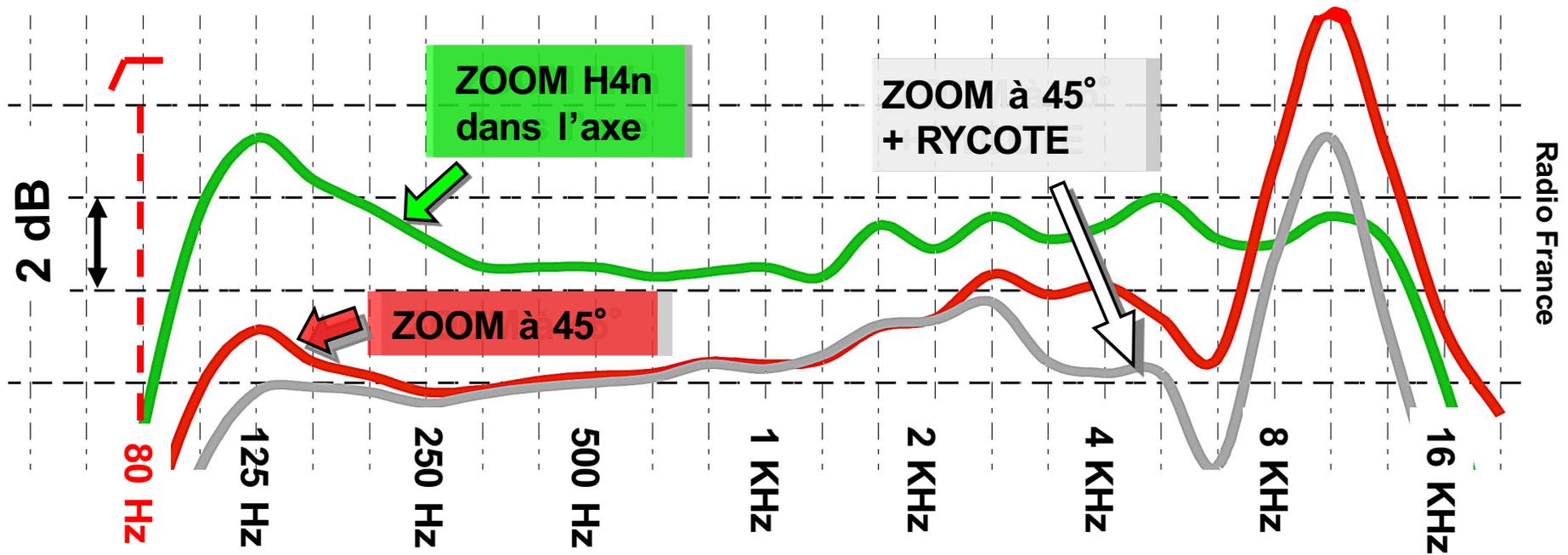
- ✓ Rallonge de trépied  
photo : Manfrotto réf 259  
(long de 15 cm à 25 cm)

# ZOOM H4n : “Les bonnes choses...”



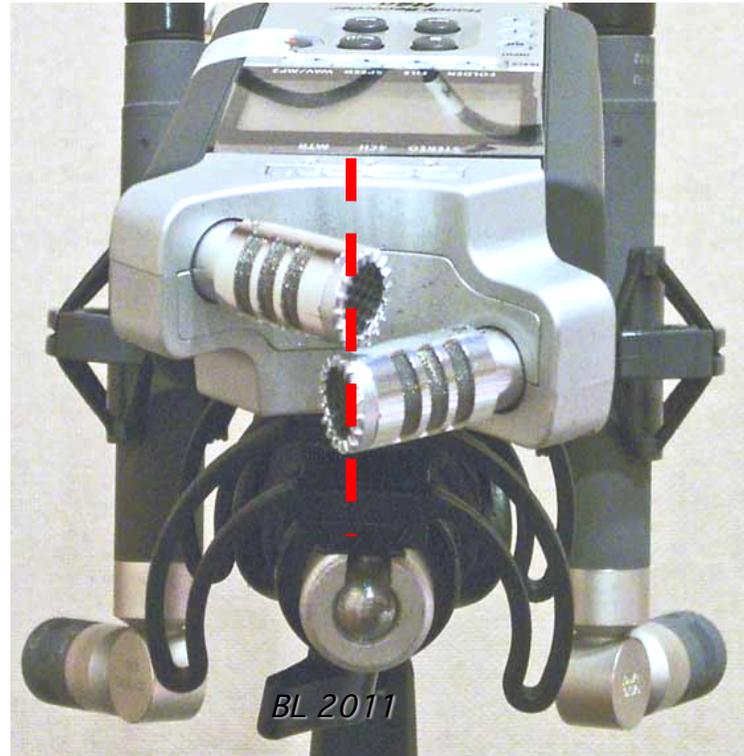
- ✓ Enregistrement des **4 canaux** sur 2 fichiers stéréo **.wav**
- ✓ Carte flash **SD** (max 32 G ≈ 16 heures sur 4 pistes).
- ✓ Filtre coupe bas à **80 Hz** (70 Hz aurait été préférable...).
- ✓ Enregistrement en 48 KHz et en **24 Bits**.
- ✓ Encaisse les forts niveaux (au niveau des préamplis).

# ZOOM H4n : “Les moins bonnes...”



- ✓ Pré réglage du niveau d'enregistrement.
- ✓ Très sensible à la manipulation ⇒ **suspension Rycote.**
- ✓ Très sensible au vent ⇒ **bonnette Rycote** obligatoire.
- ✓ Léger souffle des préamplis (corriger -3 dB à 8 kHz Q = 1,5).
- ✓ Fantôme 48 v (**pour Ls Rs**) ⇒ autonomie du Zoom ≈ **30 min !**

# ZOOM H4n

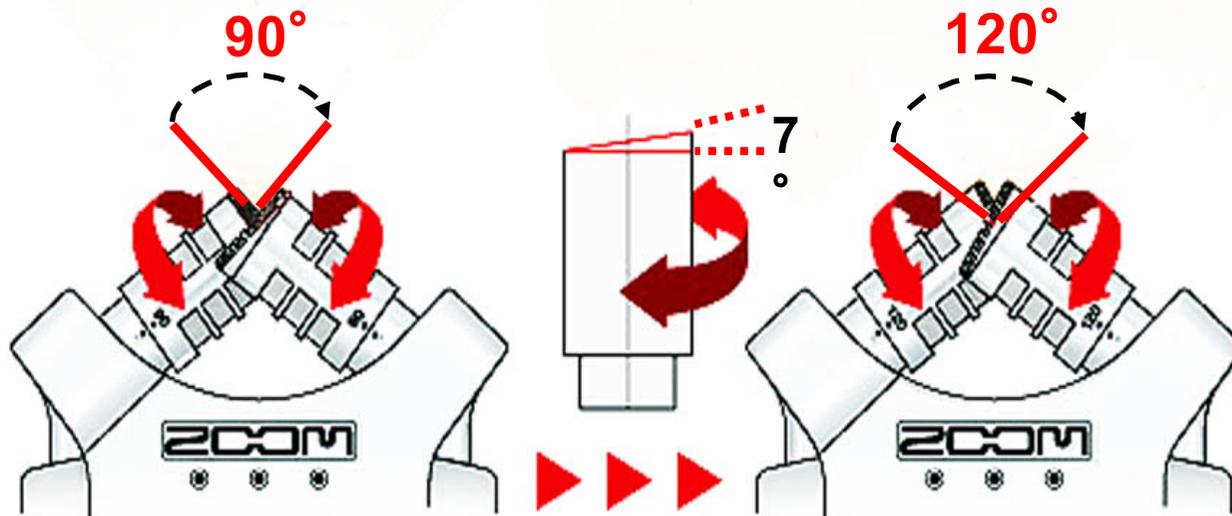


Vrais XY = capsules cardioïdes coïncidentes  
idéal pour la création du **Centre C.**

# ZOOM H4n

Angle de Pds  $\approx 150^\circ$

Angle de Pds  $\approx 120^\circ$



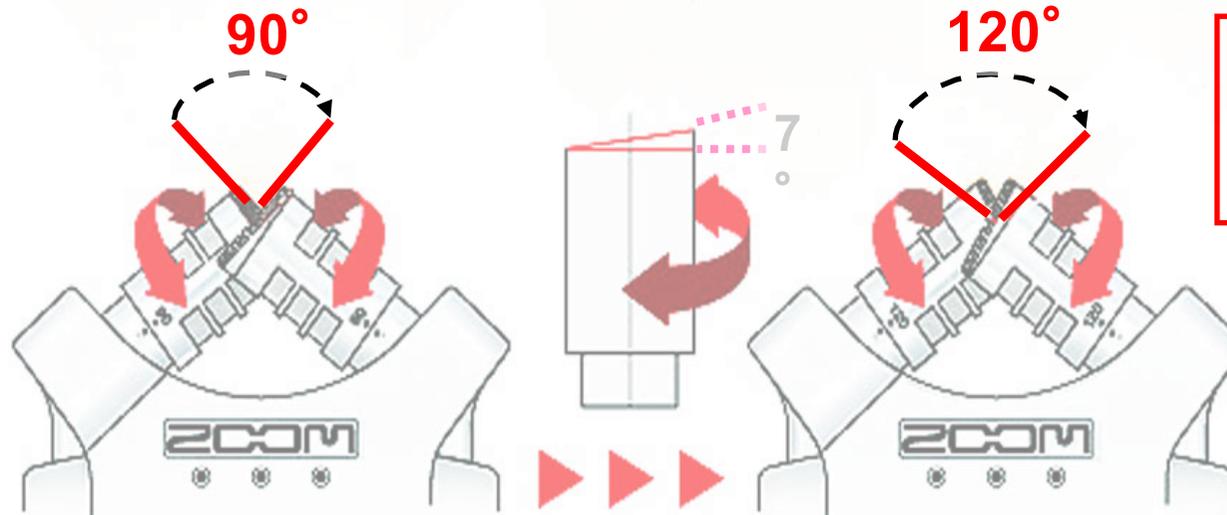
# ZOOM H4n = XY

Angle de Pds  $\approx 150^\circ$

$\emptyset \approx 0,5$

Angle de Pds  $\approx 120^\circ$

$\emptyset \approx 0,25$



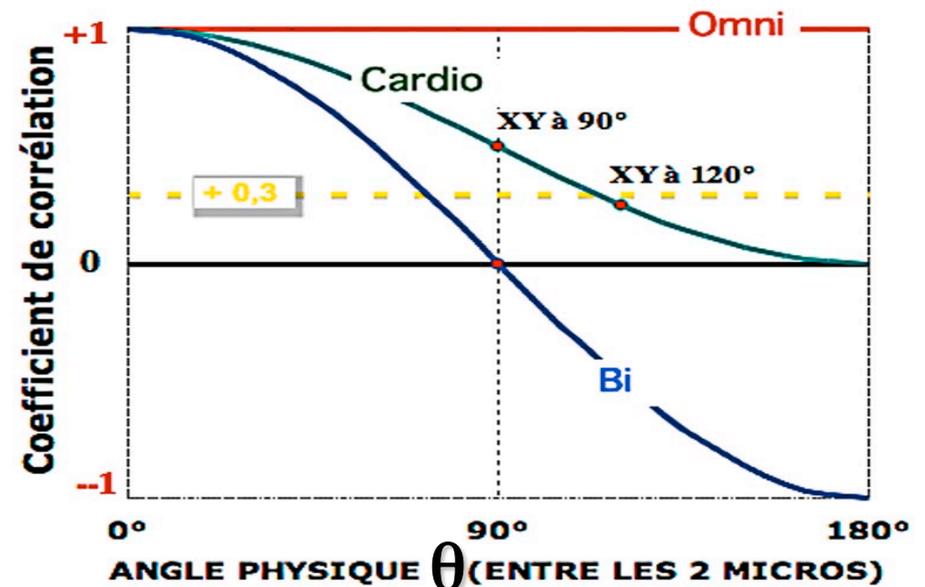
**120° à utiliser de préférence**

Pour les couples coïncidents :

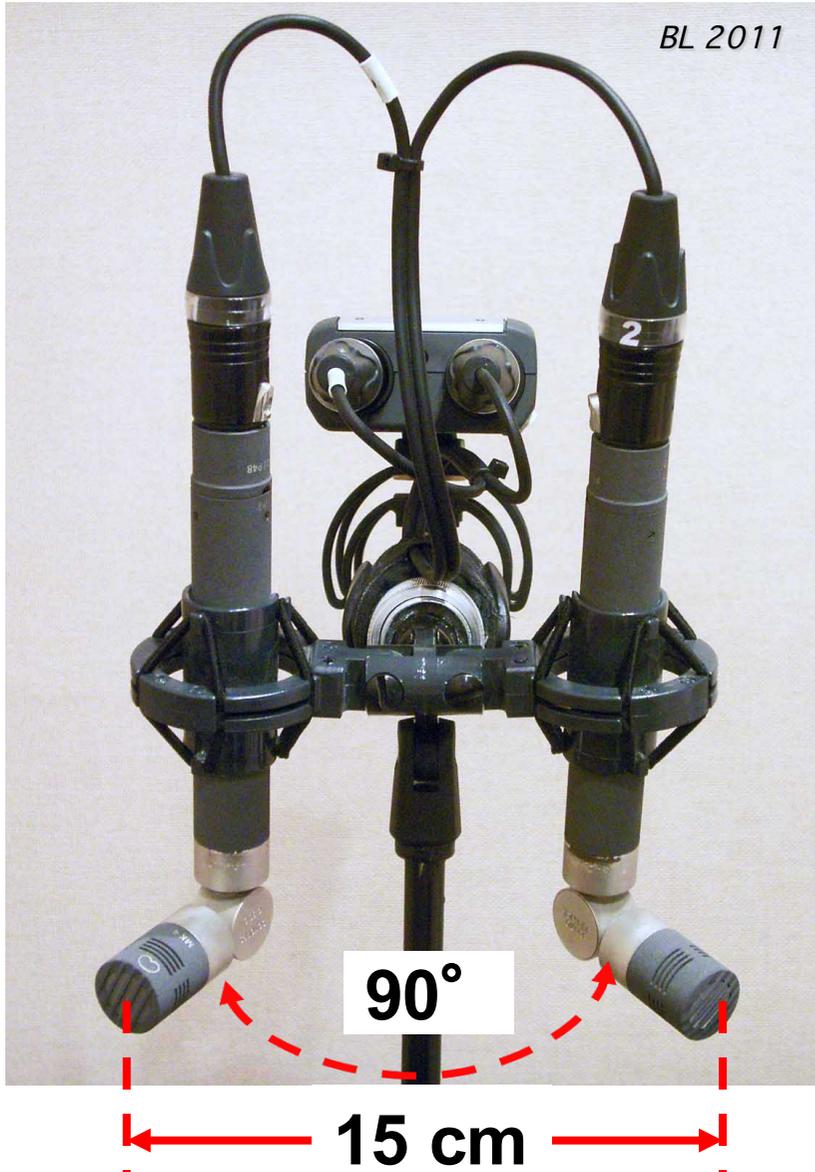
$$\emptyset = a + (1 - a) \cdot \cos \theta$$

$\emptyset$  : coef de corrélation théorique en champ proche...

Omni	$a = 1$
Cardio	$a = 0,5$
Bi	$a = 0$



# Couple arrière pour Ls et Rs



- ✓ **Schoeps MK4** coudés  
(Directivité cardioïde)
- ✓ **Suspension Schoeps**  
( A 22 S rétrécie :  
serres câbles retirés )

$\varnothing \approx + 0,3$

Angle de Pds  $\approx 120^\circ$

# ZOOM : Création de la voix centrale **C**

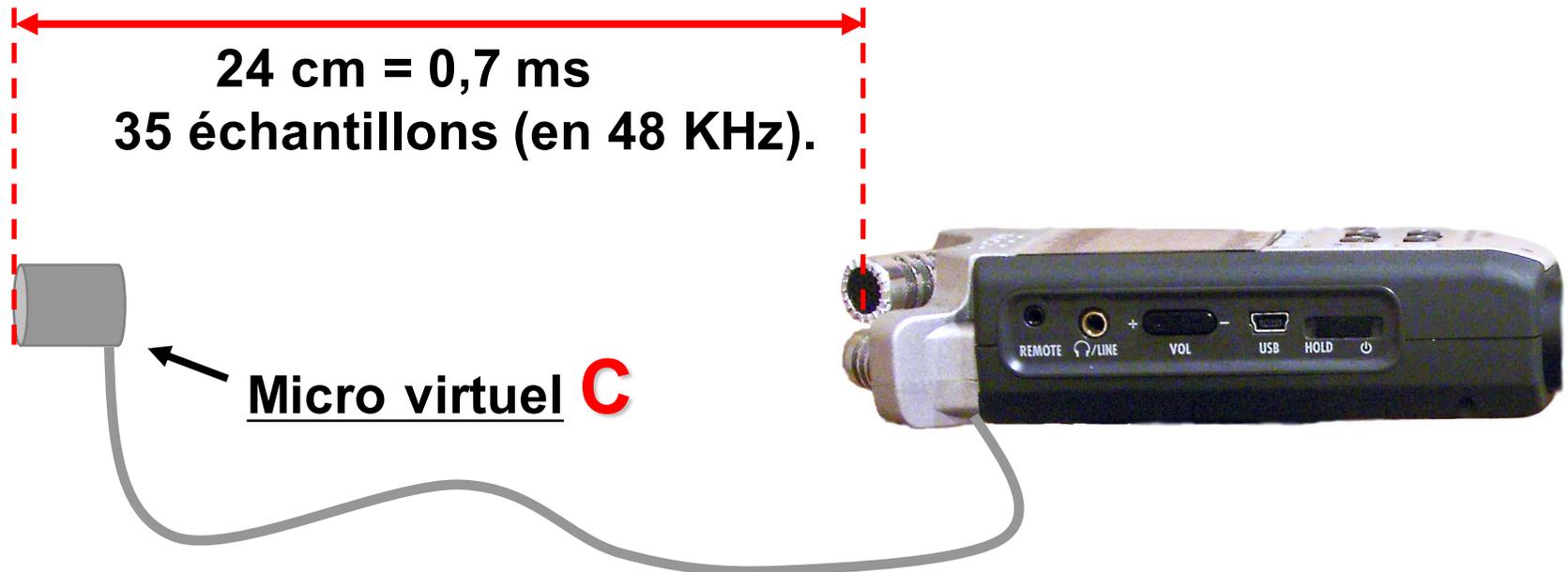
1) Par une *convergence* sur  $C = (L + R) - 6 \text{ dB}$

# ZOOM : Création de la voix centrale **C**

1) Par une convergence sur C  $= (L + R) - 6 \text{ dB}$ .

2) Par un **délai** appliqué à **L.R.Ls.Rs** de  $0,7 \text{ ms}$

- **Délai** déterminé par la bonne juxtaposition des angles de Pds.



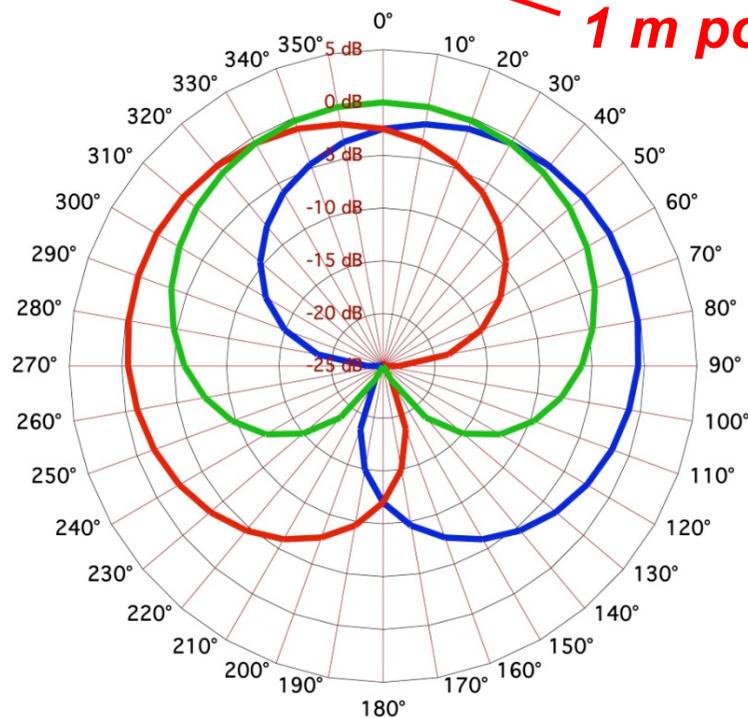
## Caractéristiques des 3 micros FRONTAUX :

Micro Central	0 dB *	=	0,500 **
Micros Gauche et Droit		=	0,500 **
Angle entre les micros G et D		=	120 °

Distance entre les micros G et D	0 cm
Distance de la source sonore	1,0 m

## RÉSULTATS

Avancement " idéal "	
du micro C	24 cm



**1 m pour le reportage.**

\* Sensibilité du micro Central ( par rapport aux micros G et D ) .

\*\* Directivité des micros :

- Micro OMNI = 1
- Micro HYPO  $\approx$  0,66 (-10 dB arrière)
- Micro CARDIO = 0,5
- Micro SUPER  $\approx$  0,375 (-12 dB arrière)
- Micro BI = 0

LES LIENS :

<http://www.mmad.info/>  
[hauptmikrofon Image Assistant 2.0](#)

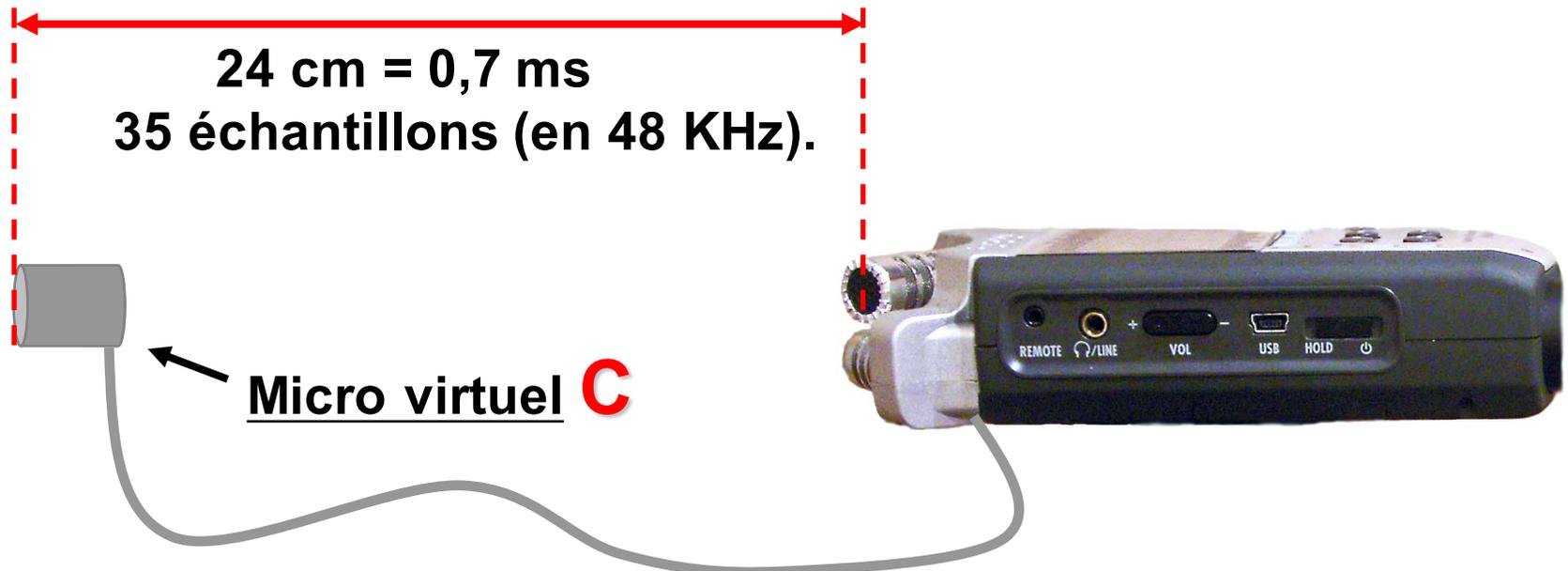
**Zoom H4n : XY coïncident à 120 °**

# ZOOM : Création de la voix centrale **C**

1) Par une convergence sur C :  $L + R - 6 \text{ dB}$ .

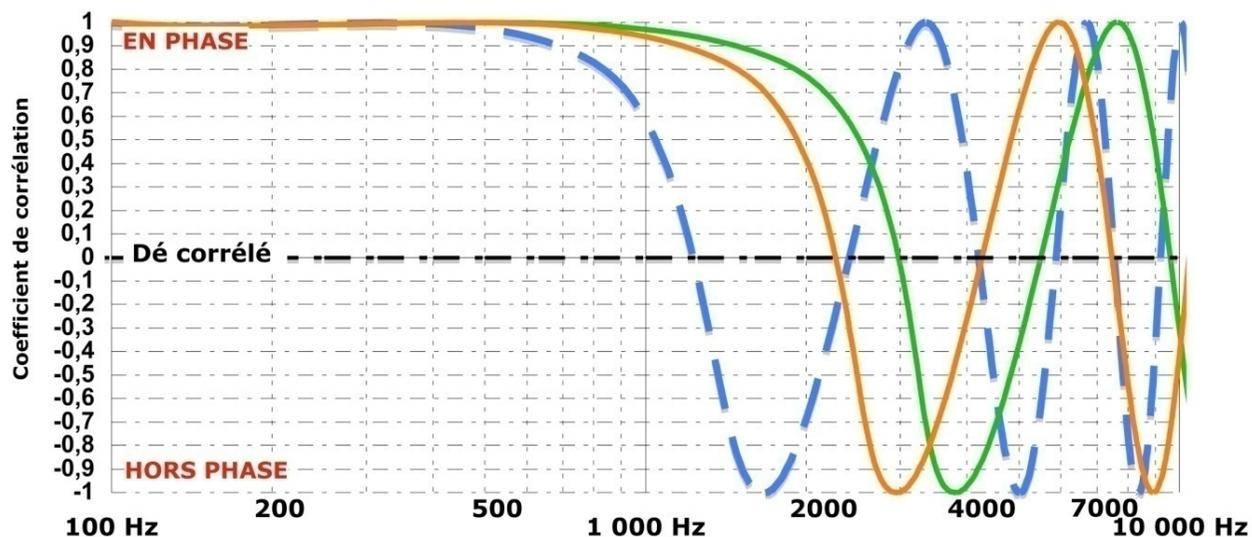
2) Par un **délai** appliqué à **L.R.Ls.Rs** de  $0,7 \text{ ms}$

- Délai déterminé par la bonne juxtaposition des angles de Pds.
- **Délai** déterminé par les chemins croisés de la tête.

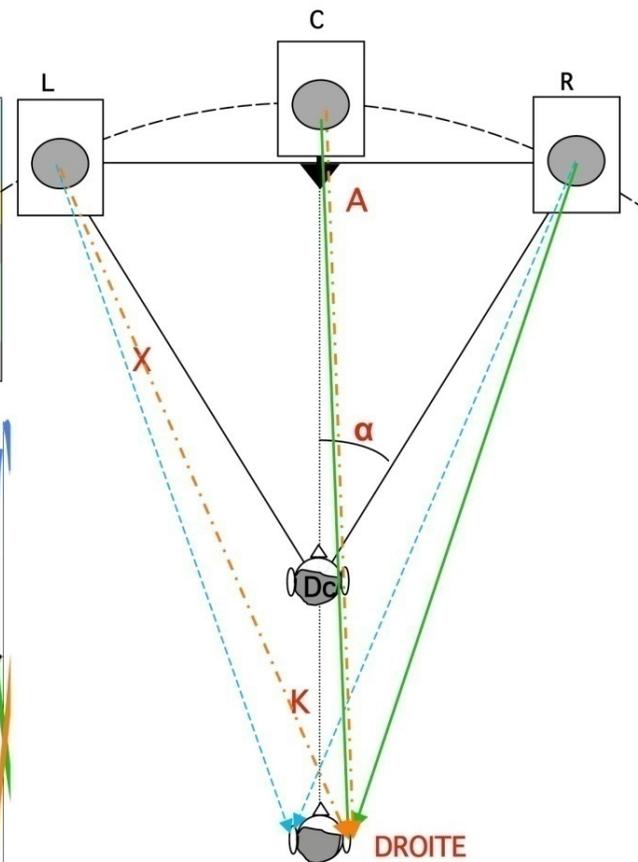


## Filter en peigne occasionné par L C R sur l'oreille droite.

Distance critique Dc : <b>X</b> aux enceintes LRC	Angle $\alpha$ à Dc pour l'enceinte R	Délai appliqué aux voies L et R
2,5 m	35 °	<b>0</b> word en 48K
Recul <b>K</b> par rapport à la distance critique Dc (Confort d'écoute)	Angle $\alpha$ avec le recul <b>K</b> pour l'enceinte R	0,0 ms
<b>0,4 m</b>	30 °	Ou c'est l'avancement : <b>A</b> du HP C (Central)
		0,0 cm



- FILTRE INTERAURAL EN CHAMP PROCHE, POUR LA STEREO
- FILTRE EN PEIGNE CAUSÉ PAR LE HP C (CENTRAL) AVEC LE HP R (DROIT), SUR L'OREILLE DROITE
- FILTRE EN PEIGNE CAUSÉ PAR LE HP C (CENTRAL) AVEC LE HP L (GAUCHE), SUR L'OREILLE DROITE



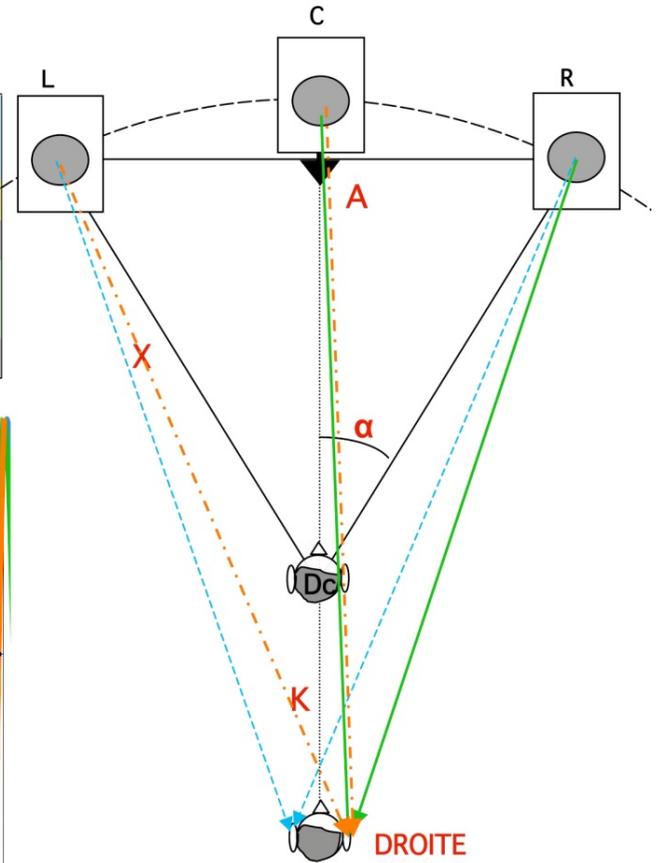
Chemins croisés de C sur l'oreille droite

LCR en configuration ITU.

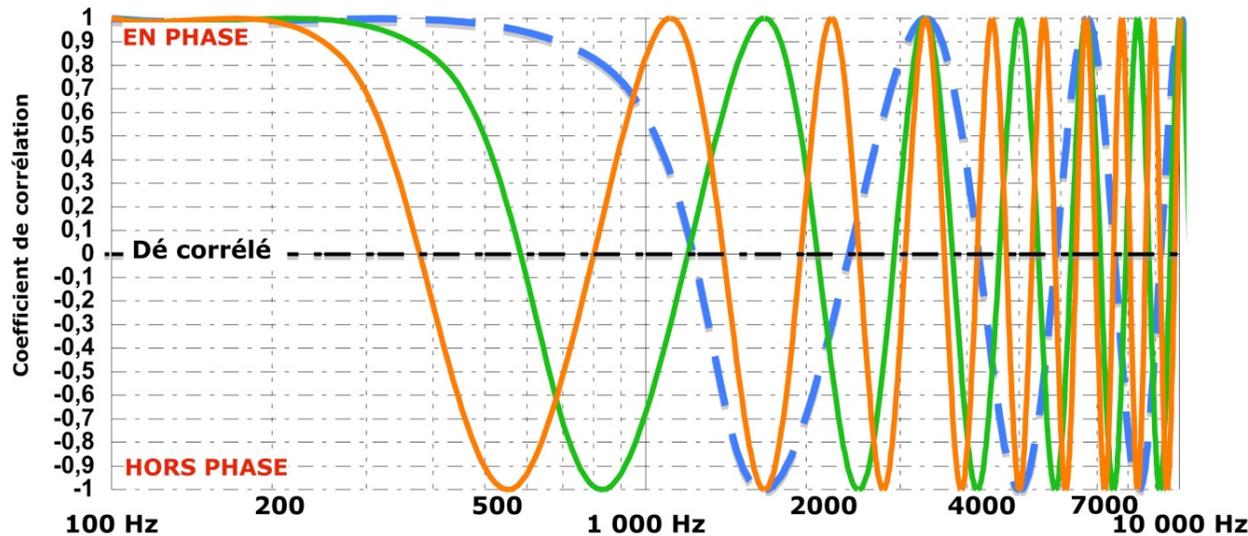
Le même signal appliqué à **L C R** = (convergence ou divergence)

# Filtre en peigne occasionné par L C R sur l'oreille droite.

Distance critique Dc : <b>X</b> aux enceintes LRC	Angle $\alpha$ à Dc pour l'enceinte R	Délai appliqué aux voies L et R
2,5 m	35 °	<b>35</b> word en 48K
Recul <b>K</b> par rapport à la distance critique Dc (Confort d'écoute)	Angle $\alpha$ avec le recul <b>K</b> pour l'enceinte R	0,7 ms
<b>0,4 m</b>	30 °	Ou c'est l'avancement : <b>A</b> du HP C (Central)
		24,8 cm



Chemins croisés de C sur l'oreille droite



- FILTRE INTERAURAL EN CHAMP PROCHE, POUR LA STEREO
- FILTRE EN PEIGNE CAUSÉ PAR LE HP C (CENTRAL) AVEC LE HP R (DROIT), SUR L'OREILLE DROITE
- FILTRE EN PEIGNE CAUSÉ PAR LE HP C (CENTRAL) AVEC LE HP L (GAUCHE), SUR L'OREILLE DROITE

LCR en configuration ITU.

Remettre **C** en phase avec la stéréo ?

# ZOOM : Création de **C** en 3D

Micro virtuel C  
en élévation.

Perte de -6 dB par rapport à l'azimut :  
(-6 dB à 90° = cardio)

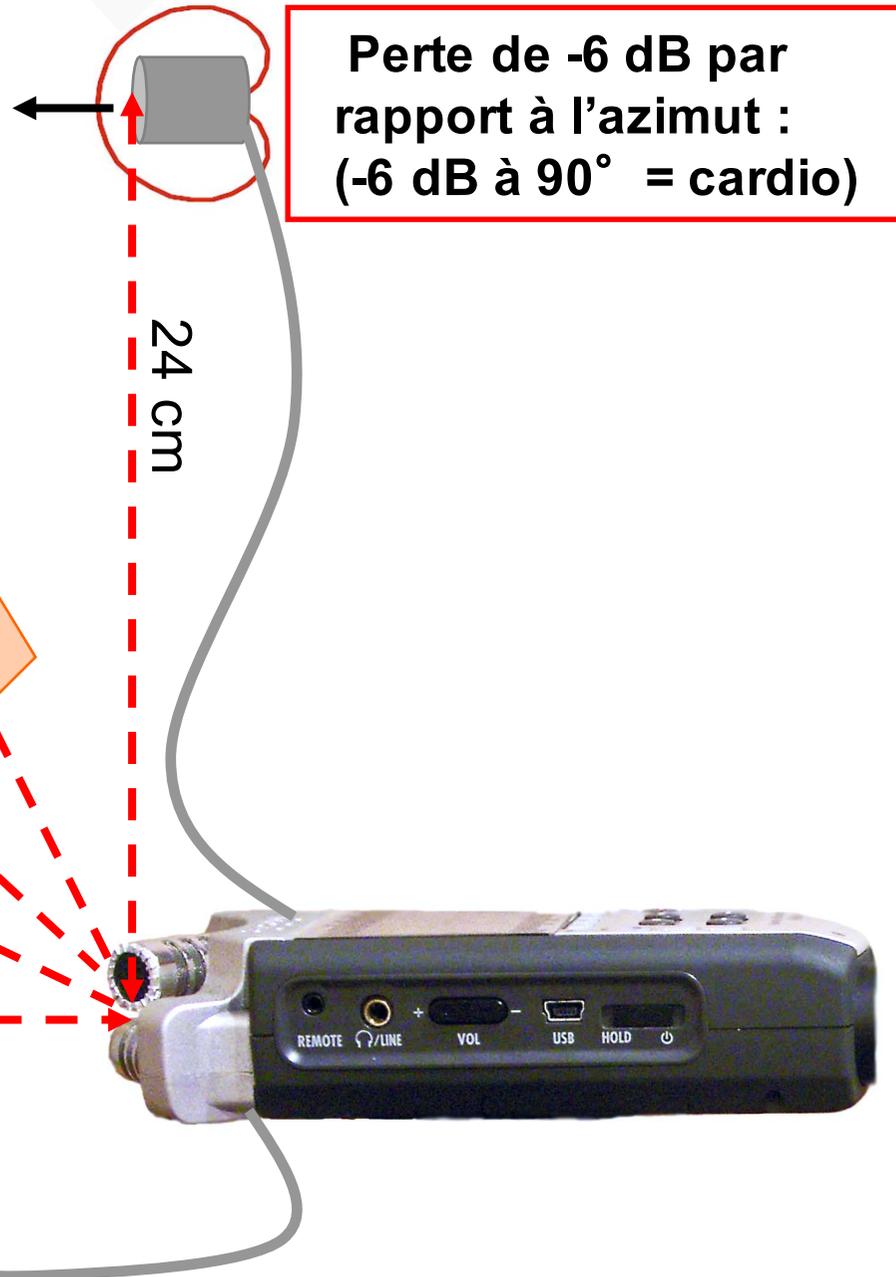
24 cm

Micro virtuel C  
en azimut.

24 cm



WR000M WR000M

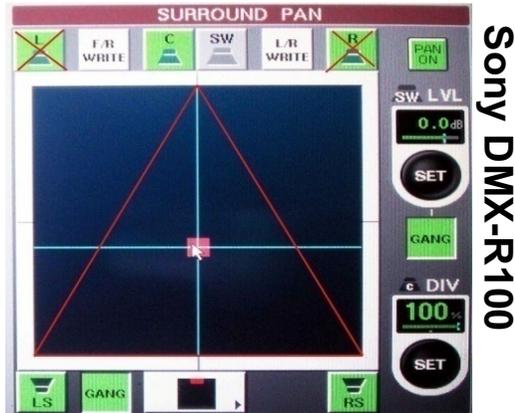


# MULTICANAL **3D** ⇒ 5 enceintes identiques (cf. ITU 5.0)

## ✓ **La Localisation 3D en ITD :**

C est en avance de 0,7 ms par rapport à **L R** et **Ls Rs**.

## ✓ **C au centre** du Surround Pan. Immersion ⇒ enfin **Concerné !!**



## ✓ **0.1 frontal détruit la 3D.**

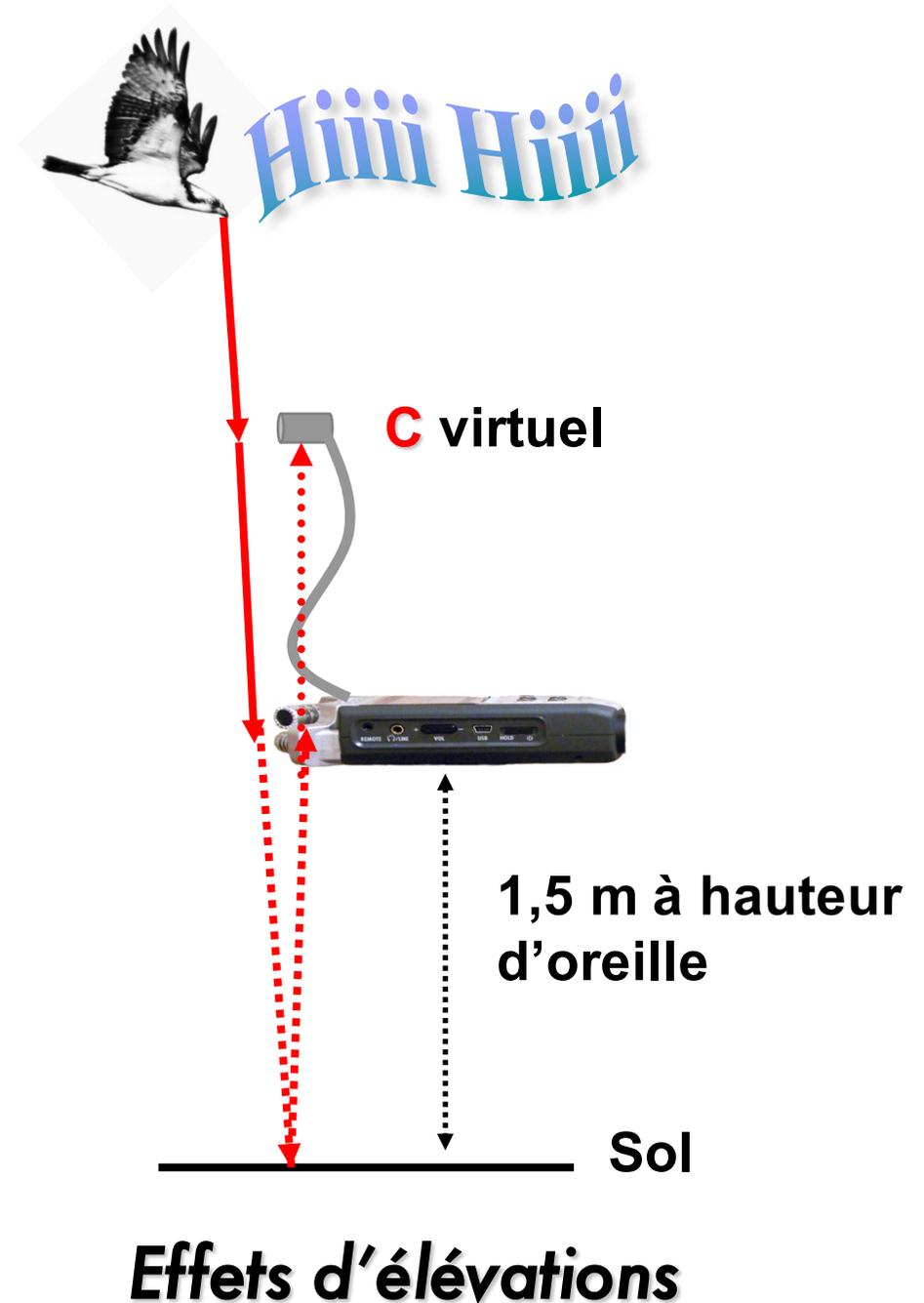
Pas de Bass management.

Le LFE “plombe” **L C R ...**

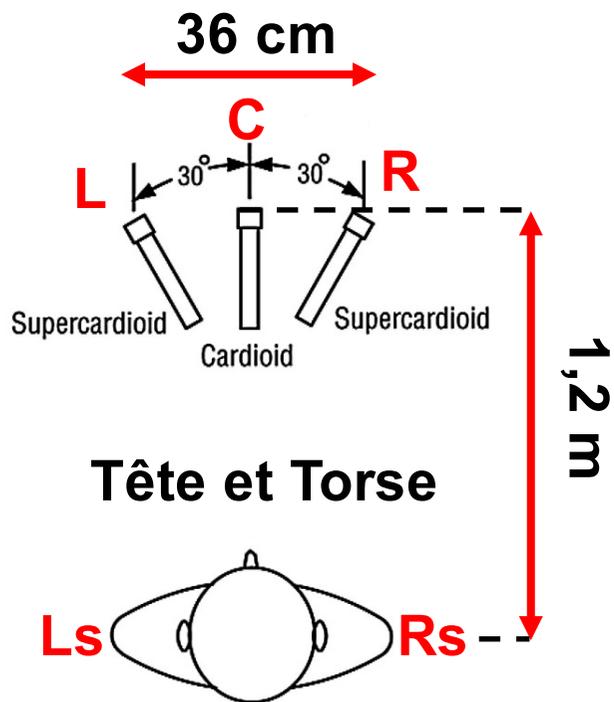
## ✓ **La Réflexion du sol :**

sur tous les micros **L R Ls Rs**.

(domaine cognitif sensoriel  $\leq 3$  m )



Et si on se servait de notre *Tête* et de notre *Corps*  
pour **Ls** et **Rs** : *Binaural et Multicanal 5.1* ?



John KLEPKO  
Mc Gill University  
1999 Canada

Systeme « **Plug & Rec 5.1** »  
*Discret 400 g... ⇒ Walkman ?*



DPA 4060  
(dans le creux de l'oreille)  
**Ls Rs**

Zoom H4n  
(à la main) **LCR**

*Voyage touristique  
en Inde : captation*  
Jean Pierre PELLEGEAY

**FISM      SATIS      2012**

## **Multicanal et fidélité de restitution**

Bernard Lagnel

Ingénieur du son

Département Production en Studios

Radio France.

13 et 14 Novembre 2012

# Fidélité de restitution en multicanal ?

## Quelques réflexions :

1. De la Hi Fi stéréo (*High Fidelity*) des années 60-70, on est passé à la HR (*Haute Résolution*) avec le «**Tout Numérique**».
2. Le Mono = la Voix (*la Radio*) ; le Stéréo = le Mouvement et le Relief (*travail au couple ORTF...*) ; le Multicanal = la Lumière en “**Multi Mono**” (*comparable au travail de la Photo au cinéma*).
3. Les Nuances, le timbre et le rythme sont discernés avec plus d’acuité (*démasquage des sources images :  $60^\circ \Rightarrow 360^\circ$*  ).
4. La restitution en multicanal développe l’attention auditive. La vue accapare 70% de notre attention, contre 20% pour l’ouïe (*études menées sur la “réalité virtuelle” à la fin des années 50*).
5. Le ressenti des émotions et des sentiments, est décuplé en multicanal (*renvoie directement à notre vécu*).
6. Le domaine cognitif sensoriel = vivre avec sans le savoir...



**demandent encore plus de Technicité et de Culture d’Entreprise pour trouver des solutions !!**

# Quelques notions de Prise de son (Pds)

## Stéréo *L R* :

### Liées aux micros :

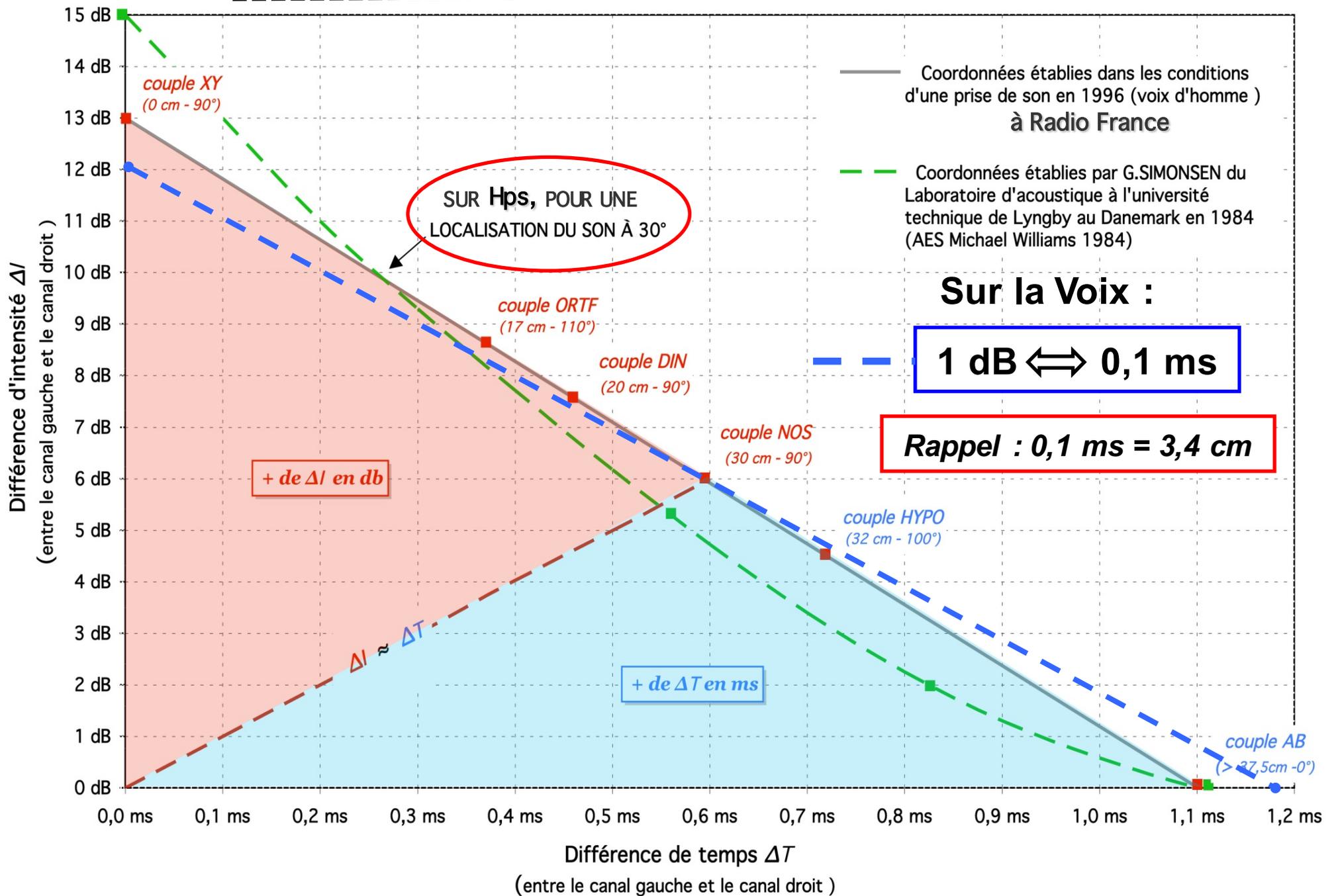
*L'Angle de Pds "utile"* dépendant de :

- *La Directivité* des micros (coefficient *Q*) : Omni = 1, Cardio = 3  
Super Cardio  $\approx 4$  détermine la fidélité du timbre de la source.
- *L'Angulation* des micros directionnels : *ILD* ou  $\Delta I$ .
- *L'Espacement* entre les capsules des micros : *ITD* ou  $\Delta T$ .

Pds en  $\Delta I$  et en  $\Delta T$  : les courbes de compensation.

# Caractéristiques psychoacoustiques

## Courbes de compensation $\Delta T / \Delta I$ dans le cas d'une écoute stéréophonique sur Hps



# Quelques notions de Prise de son (Pds)

## Stéréo *L R* :



Liées aux micros

### Liées à la source sonore :

- *La Directivité* de la source (coefficient  $Q$ ) :

Cardioïde entre 500 Hz et 2 KHz :  $Q \approx 3 \pm 1$  dans une grande majorité de cas (déformation du timbre hors de l'axe).

- *La Distance* de la source influe sur l'**Angle de Pds.**

Pour que la distance de la source n'ait pas d'influence sur l'un des micros du couple, il faut que la distance de la source soit à + de **6 fois** l'espacement entre les deux capsules.

*Exemples de couples : ORTF  $\geq 1$  m, Omni de 60 cm  $\geq 3,6$  m...*

## Caractéristiques du couple stéréophonique :

* Directivité des micros L et R	Angle entre les micros L et R	Distance entre les micros L et R
0,500	110 °	17 cm

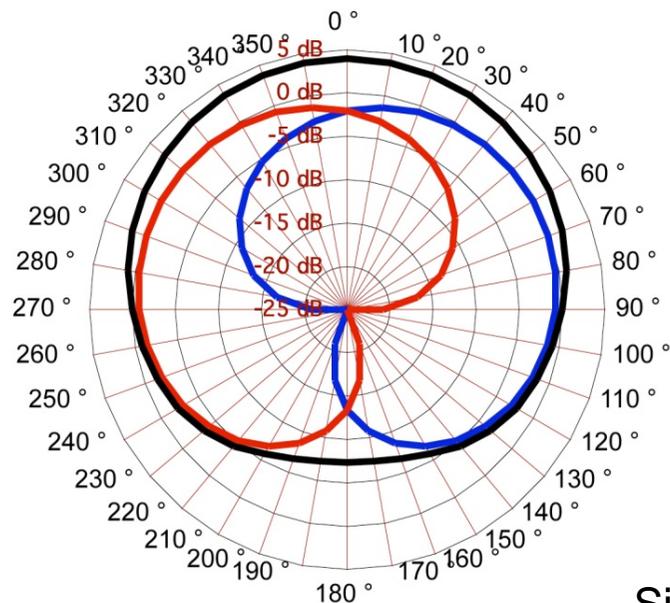
* Directivité après la SOMMATION de L et R (signaux en phases)
0,635

Distance de la source sonore
2,0 m

Pourcentage en $\Delta I$ et $\Delta T$ (entre les micros L et R)	
$\Delta I$ dB	$\Delta T$ ms
70 %	30 %
Affaiblissements à l'avant 0° du couple	Affaiblissements à l'arrière 180° du couple
-2,1 dB	-13,5 dB

Après SOMMATION : coefficient de directivité du couple Q (Cardio Q = 3)
2,2
Rapport de capture = $\sqrt{Q}$
1,5

Angle total de prise de son utile du couple
90 °



### \* NOTE :

- Micro OMNI = 1
- Micro INFRA  $\approx 0,66$  (-10 dB arrière)
- Micro CARDIO = 0,5
- Micro SUPER  $\approx 0,375$  (-12 dB arrière)
- Micro BI = 0

## Couple Stéréo Mixte

Site : [http://www.duanrevig.com/excel\\_bl.html](http://www.duanrevig.com/excel_bl.html)

# Quelques notions de Prise de son (Pds)

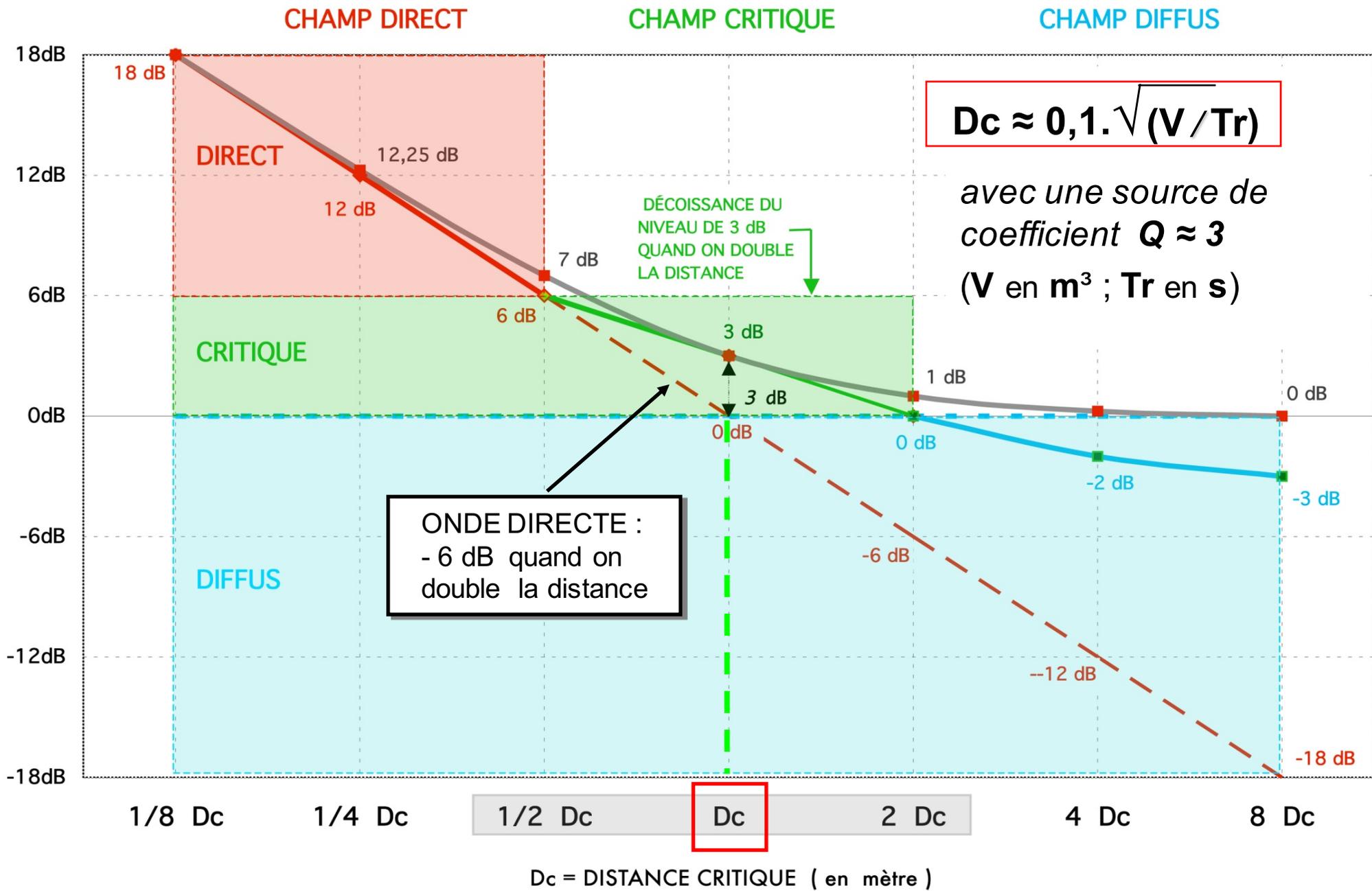
## Stéréo L R :

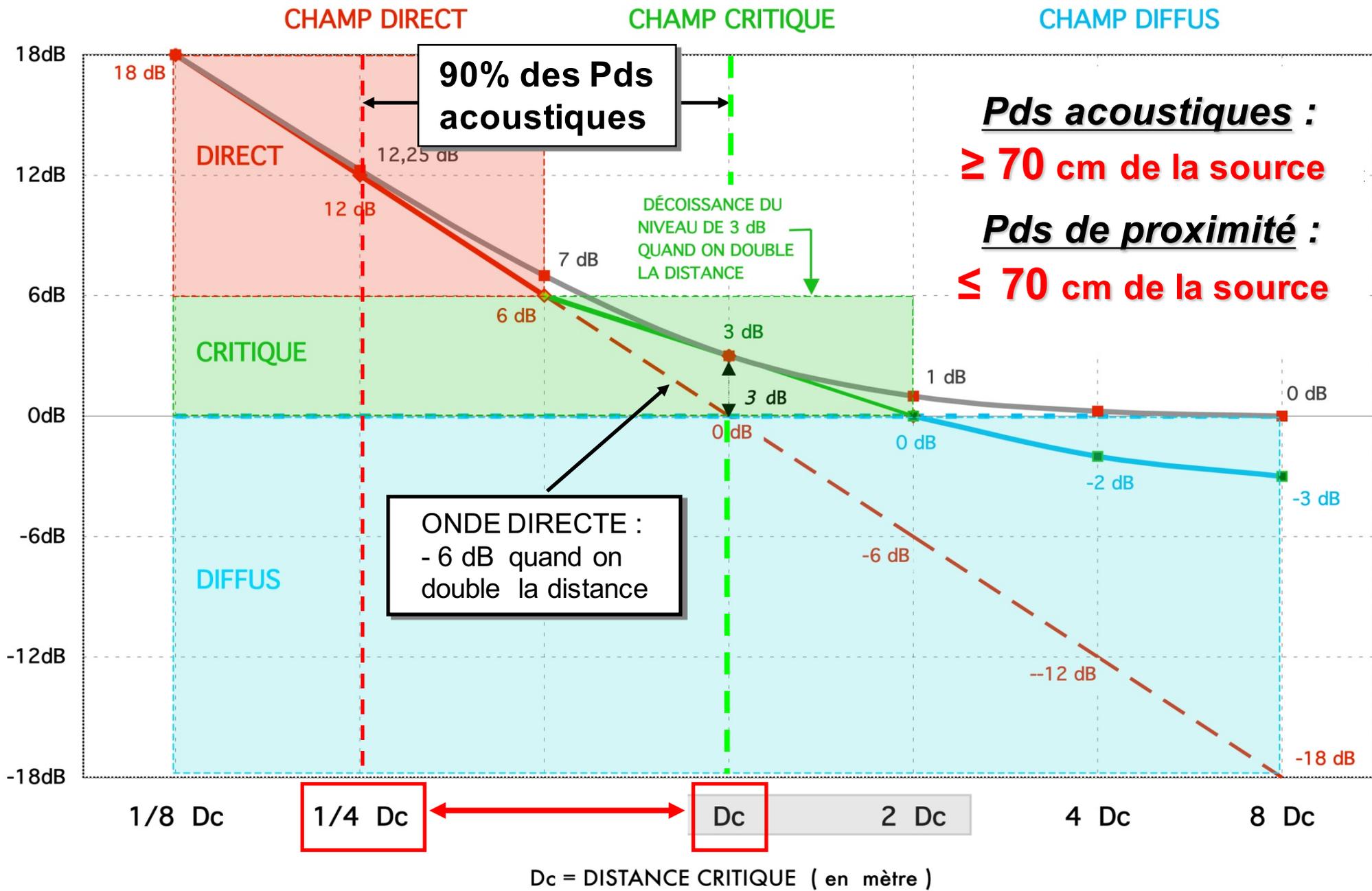
Liées aux micros

Liées à la source sonore

### Définir la “bonne” distance de Pds :

- **Le Rapport de capture ou le facteur de distance :**  
Proportionnel à  $\sqrt{Q}$  du micro : (omni  $Q = 1$ , cardio  $Q = 3...$ )  
Dans un lieu réverbérant, si on place un omni à 1 m de la source, il faudra placer un cardio à 1,7 m (de cette même source) pour avoir le même rapport son réverbéré / son direct.
- **La Distance critique  $D_c$  :** son réverbéré / son direct = 1
- **L'Onde directe :** - 6 dB quand on  $\times 2$  la distance.





# Quelques notions de Prise de son (Pds)

## Stéréo L R :

Liées aux micros

Liées à la source sonore

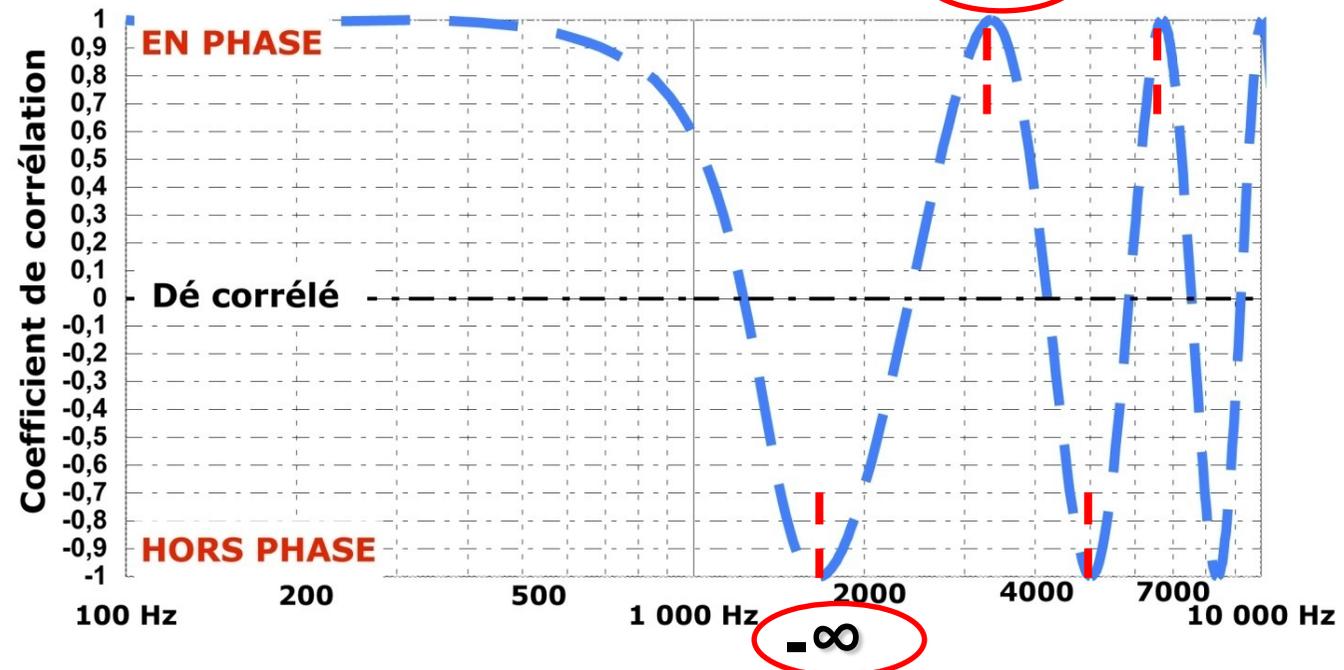
Définir la “bonne” distance de Pds

### Définir la zone d'écoute dans la cabine de Pds :

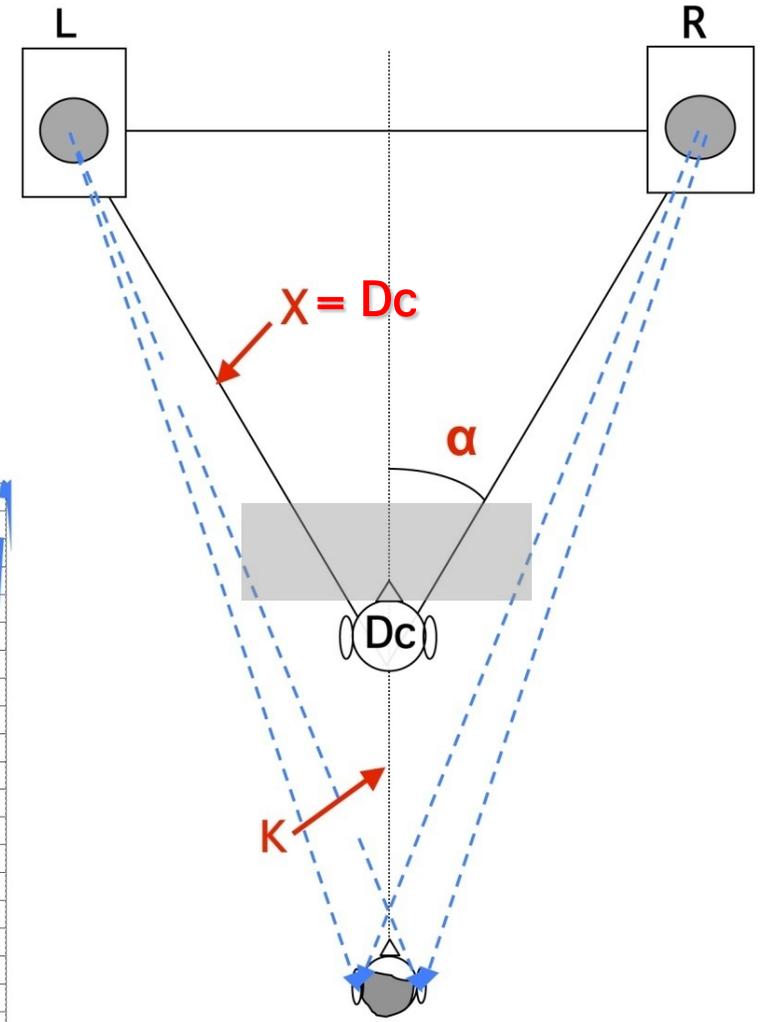
- ***La Distance critique*** des enceintes (Hps) conditionne la place de la console et celle du preneur de son (COS) à  ***$D_c$*** .
- ***Le Triangle équilatéral*** dont chaque côté =  ***$D_c + (15\% \times D_c)$***   
*Note :  $D_c + (15\% \times D_c)$  = le rayon du cercle ITU pour le 5.1*
- ***La Hauteur des enceintes*** (COS en position assise) :  
le centre acoustique des Hps ***+20 cm***  $\approx$  la hauteur des oreilles (permettant de voir la totalité de l'enceinte).

# Stéréo : filtre en peigne .

Distance critique $D_c$ : <b>X</b> aux enceintes LRC <b>2,5 m</b>	Angle $\alpha$ à $D_c$ pour l'enceinte R <b>35 °</b>
Recul <b>K</b> par rapport à la distance critique $D_c$ (Confort d'écoute) <b>0,4 m</b>	Angle $\alpha$ avec le recul <b>K</b> pour l'enceinte R <b>30 °</b>



— FILTRE INTERAURAL EN CHAMP PROCHE, POUR LA STEREO

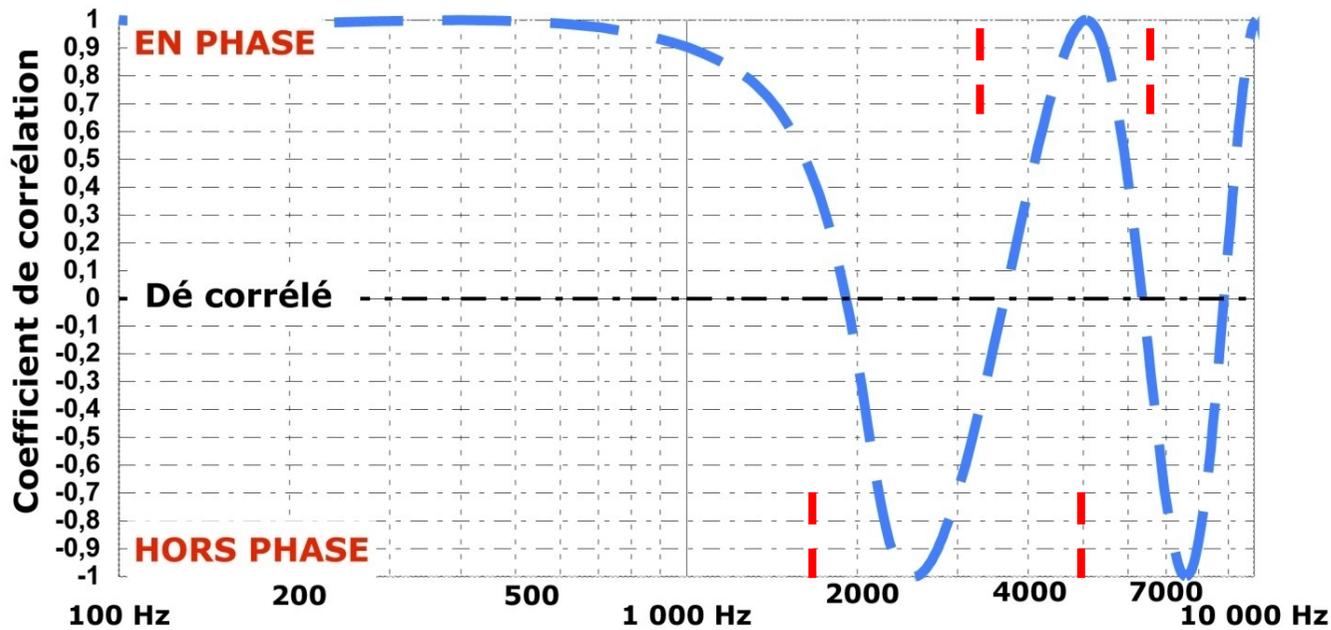


Chemins croisés :  
Modèle de Woodworth (1962).

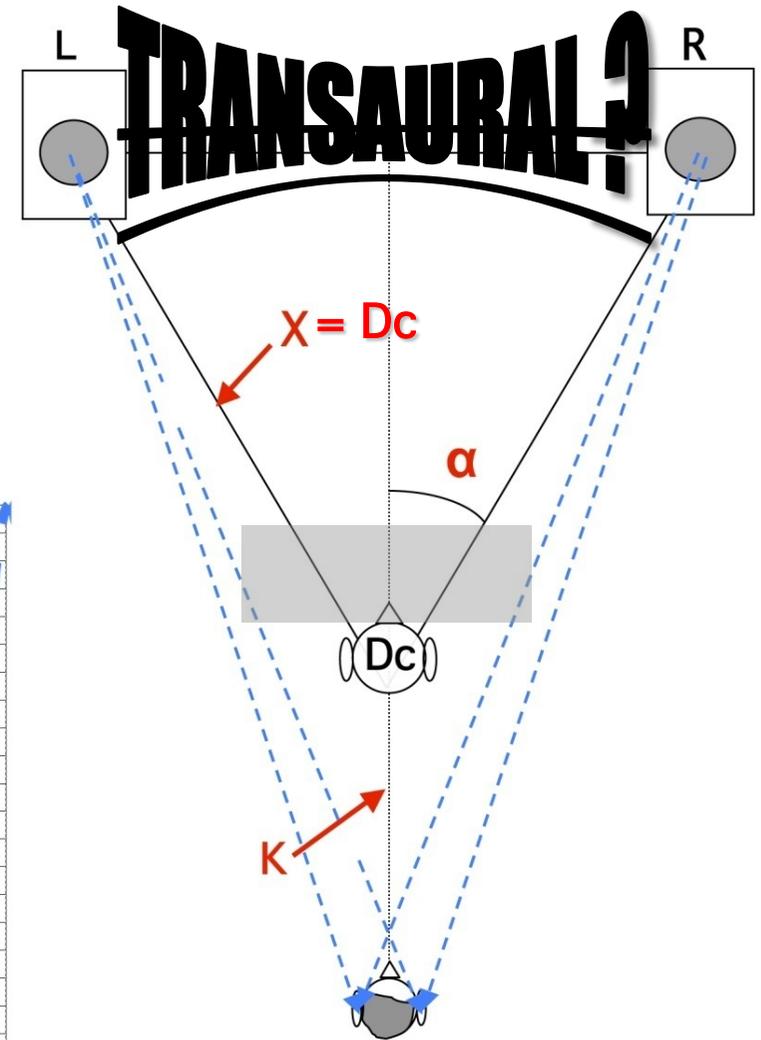
**“Écoute de travail” =  $D_c$  (à la console) + 40 cm**

# Stéréo : filtre en peigne .

Distance critique $D_c$ : <b>X</b> aux enceintes LRC	Angle $\alpha$ à $D_c$ pour l'enceinte R
<b>2,5 m</b>	<b>35 °</b>
Recul <b>K</b> par rapport à la distance critique $D_c$ (Confort d'écoute)	Angle $\alpha$ avec le recul <b>K</b> pour l'enceinte R
<b>2 m</b>	<b>20 °</b>

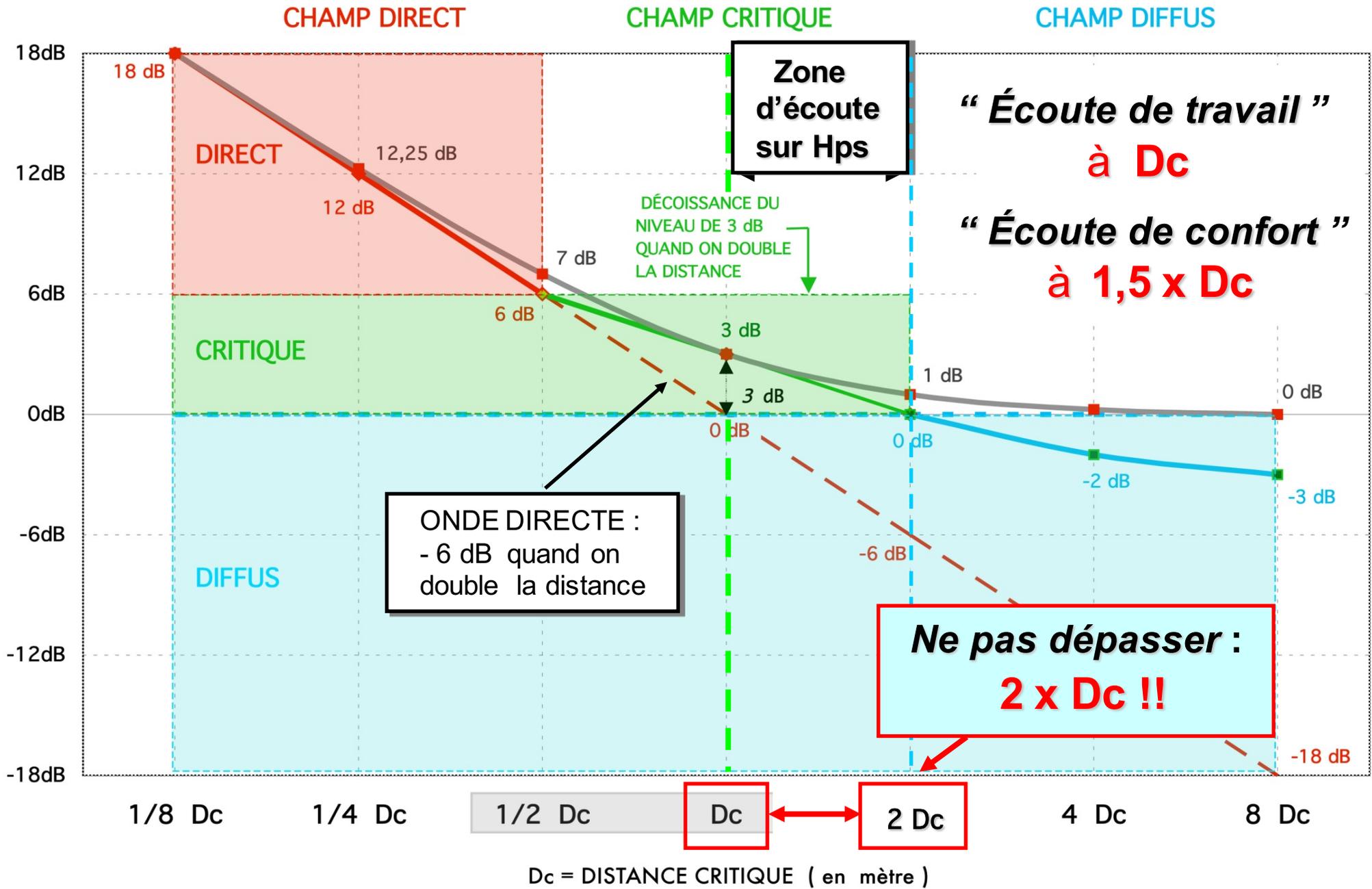


— FILTRE INTERAURAL EN CHAMP PROCHE, POUR LA STEREO



Chemins croisés :  
Modèle de Woodworth (1962).

**“Écoute de confort” =  $D_c$  (à la console) + 2 m**



# Quelques notions de Prise de son (Pds)

## Stéréo *L R* :

Liées aux micros

Liées à la source sonore

Définir la “*bonne*” distance de Pds

Définir la zone d’écoute dans la cabine de Pds



**Passons à l’espace frontal *L C R* pour le 5.0 !!**

**Pour une bonne localisation des sources dans  
l'espace frontal **LCR** :**

**Juxtaposer les angles de Pds des 2 secteurs :**

**LC et CR (sans superposition et sans trou)**



**LCR**



**DPA**

### Caractéristiques des 3 micros FRONTAUX :

Micro Central	0 dB *	=	0,500 **
Micos Gauche et Droit		=	0,375 **
Angle $\Omega$ entre les micros G et D		=	180 °

Distance L entre les micros G et D	90 cm
Distance de la source sonore	10,0 m

RÉSULTATS	
Avancement h " idéal "	Couverture totale : ( angle de prise de son frontal de G à D )
8 cm	120 °

\* Sensibilité du micro Central ( par rapport aux micros G et D ).

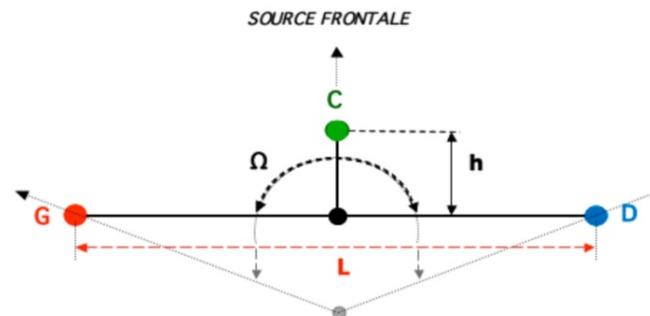
\*\* Directivité des micros :

Micro OMNI = 1  
 Micro HYPO  $\approx$  0,66 (-10 dB arrière)  
 Micro CARDIO = 0,5  
 Micro SUPER  $\approx$  0,375 (-12 dB arrière)  
 Micro BI = 0

LES LIENS :

[SYSTÈME MMAD \( WILLIAMS -LE DÛ \)](#)  
[hauptmikrofon Image Assistant 2.0](#)

2008 BERNARD LAGNEL



La distance L peut varier : de 25 cm mini à 170 cm maxi .

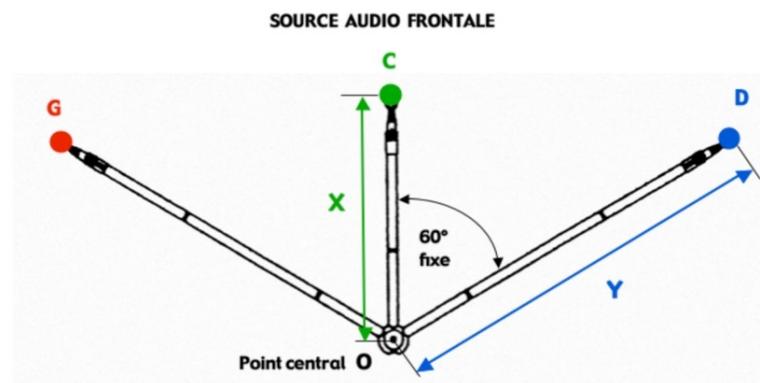
Pour une valeur h différente de la valeur " idéale ", vous pouvez appliquer un délai au canal Central et aussi en ajuster le niveau .

Distance h " souhaitée "	=	40 cm
Délai pour C en ms	=	0,9 ms
Délai pour C en échantillons à 48 kHz	=	45
Dans le champ " semi - proche " : niveau pour C en dB	=	-0,2 dB

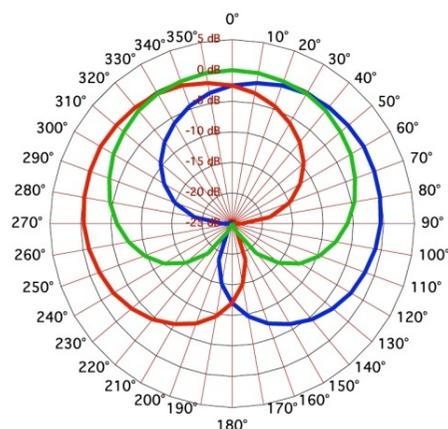
Prise de son frontal avec 3 microphones en fonction des écartements et des directivités des microphones.

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

Caractéristiques des 3 micros FRONTAUX :			
Micro Central	0 dB *	=	0,500 **
Micros Gauche et Droit		=	0,500 **
Angle entre les micros G et D		=	120 °
Y = distance du point central O au micro D	75 cm		
Distance de la source sonore	4,0 m		
SYSTÈME : DPA WCSA Decca Tree D3			
<b>RÉSULTATS</b>			
X = distance idéale du point central O au micro C	60 cm	Couverture totale : ( angle de prise de son frontal de G à D )	100 °



La distance Y peut varier :  
de 25 cm mini à 100 cm maxi .



\* Sensibilité du micro Central  
( par rapport aux micros G et D ) .

\*\* Directivité des micros :

Micro OMNI = 1  
Micro HYPO  $\approx$  0,66 (-10 dB arrière)  
Micro CARDIO = 0,5  
Micro SUPER  $\approx$  0,375 (-12 dB arrière)  
Micro BI = 0

LIENS

[DPA User's Manuals Download](#)

2009 Bernard Lagnel

Pour une valeur X différente de la valeur idéale ,  
vous pouvez appliquer un délai au canal Central  
et aussi en ajuster le niveau .

Distance X "souhaitée"	=	100 cm
Délai pour C en ms	=	1,2 ms
Délai pour C en échantillons à 48 kHz	=	57
Dans le champ "semi-proche" :		
Niveau pour C en dB	=	-0,7 dB

**La prise de son frontal avec le système DPA WCSA  
( Wide Cardioïde Surround Array ) Decca tree D3.**

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

# Pour une bonne localisation des sources dans l'espace frontal **L C R** :

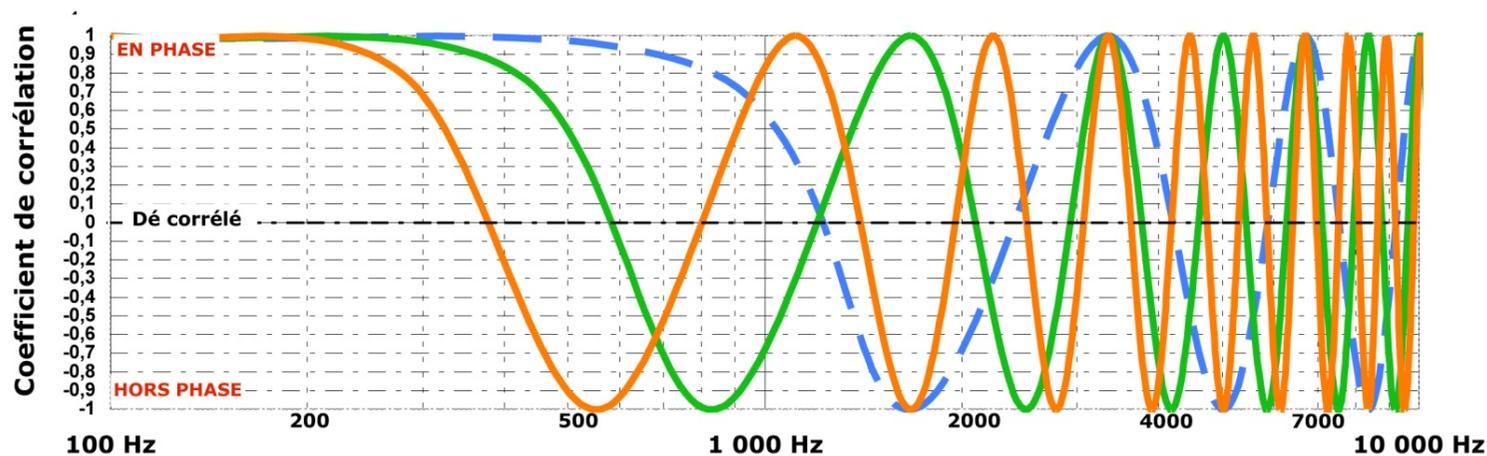
*Juxtaposer les angles de Pds des 2 secteurs :  
L C et C R (sans superposition et sans trou).*

**Convergence ou Divergence de **C** = problèmes ?**

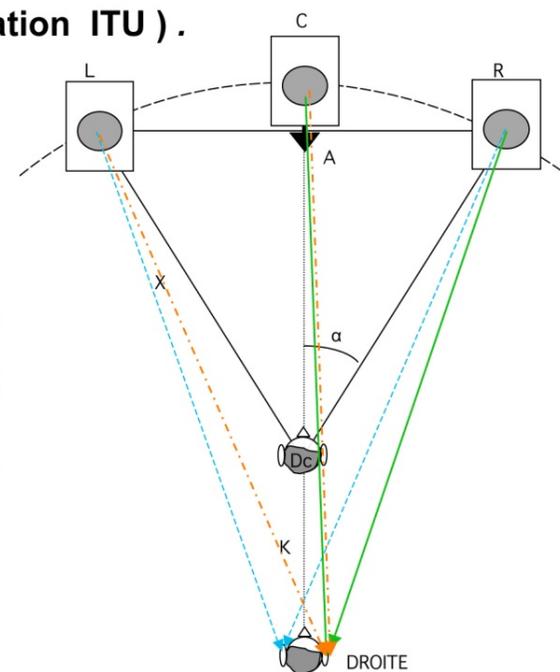


## Filtre en peigne occasionné par LCR sur l'oreille droite : ( LCR en configuration ITU ).

Distance critique Dc : <b>X</b> aux enceintes LRC	Angle $\alpha$ à Dc pour l'enceinte R	Délai appliqué aux voies L et R
<b>2,5 m</b>	<b>35 °</b>	<b>35 word en 48K</b>
Recul <b>K</b> par rapport à la distance critique Dc (Confort d'écoute)	Angle $\alpha$ avec le recul <b>K</b> pour l'enceinte R	0,7 ms
<b>0,4 m</b>	<b>30 °</b>	Ou c'est l'avancement : <b>A</b> du HP C (Central)
		<b>24,8 cm</b>



- FILTRE INTERAURAL EN CHAMP PROCHE, POUR LA STEREO
- FILTRE EN PEIGNE CAUSÉ PAR LE HP C (CENTRAL) AVEC LE HP R (DROIT), SUR L'OREILLE DROITE
- FILTRE EN PEIGNE CAUSÉ PAR LE HP C (CENTRAL) AVEC LE HP L (GAUCHE), SUR L'OREILLE DROITE



Chemins croisés de C sur l'oreille droite

2009 Bernard Lagnel

## Convergence et divergence.

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

Pour une bonne localisation des sources dans  
l'espace frontal L C R :

*Juxtaposer les angles de Pds des 2 secteurs :*  
L C et C R (sans superposition et sans trou).

*Convergence ou Divergence de C = problèmes ?*



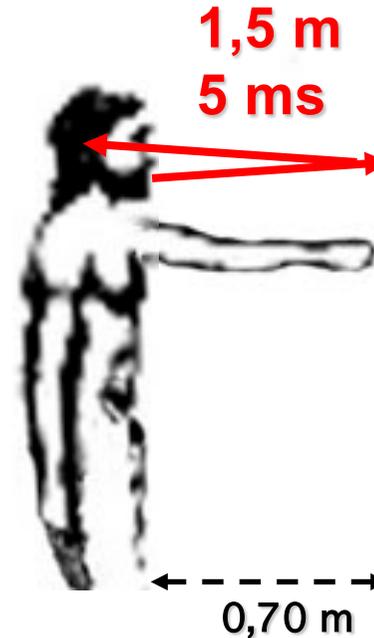
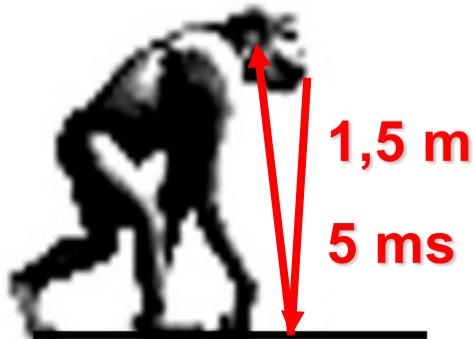
**Un peu d'air dans tout ça !!**

# Domaine **cognitif sensoriel** dans un environnement **3D**

- **Les Influences sur l'Évolution de l'Homme :**

Réflexion de notre **voix** sur le sol = la **1ère** réflexion dans la nature.

*“Les Hominidés”*  
percevaient leurs **voix**  
par la réflexion du sol.  
( *il y a + de 3 Ma !!* )



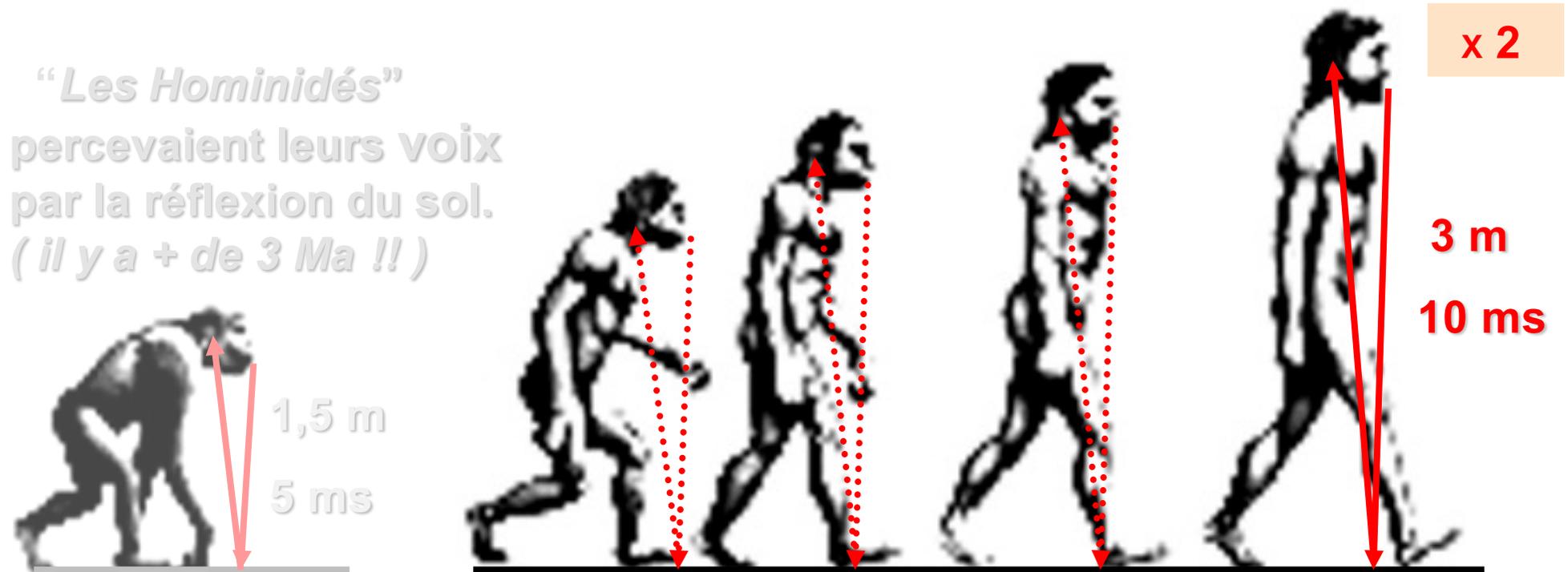
## **Constat :**

La réflexion du son de notre **voix**  
(sur un mur réfléchissant à 70 cm)  
est clairement perceptible.

# Domaine **cognitif sensoriel** dans un environnement **3D**

- **Les Influences sur l'Évolution de l'Homme :**

Réflexion de notre **voix** sur le sol = la **1<sup>ère</sup>** réflexion dans la nature.



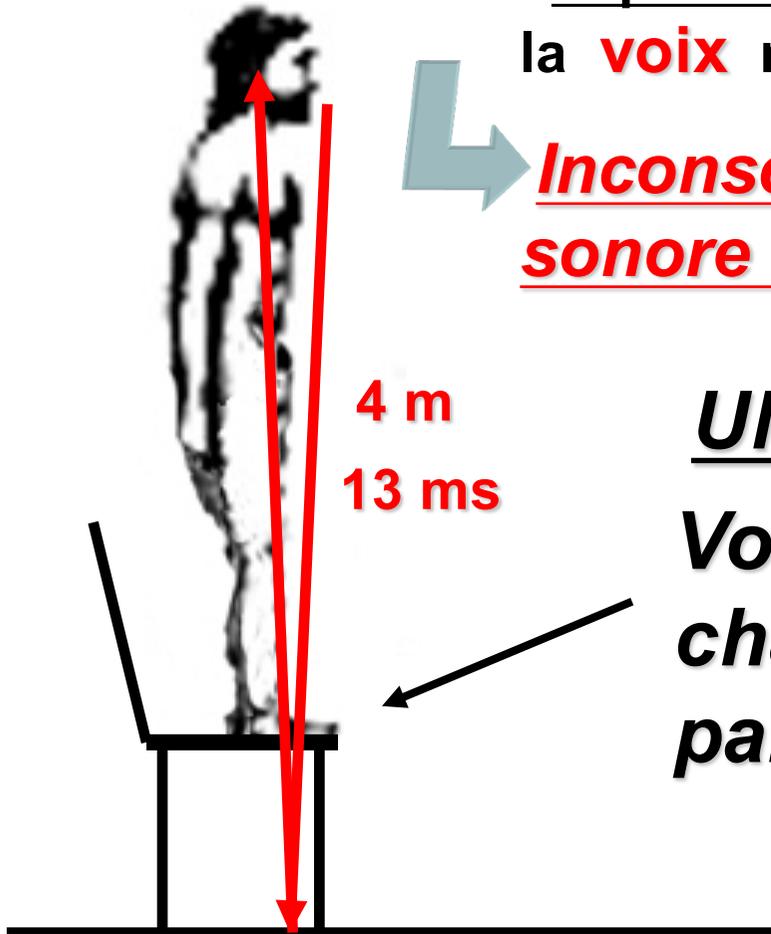
L'Homme ne perçoit plus sa **voix** clairement par la réflexion du sol, mais peut différencier sa nature : (absorbant = moquette) ou (réfléchissant = carrelage).

# Domaine **cognitif sensoriel** dans un environnement **3D**

## ▪ *Les Influences sur l'Évolution de l'Homme :*

Impression de ne plus avoir les pieds sur terre, la **voix** n'est plus "en phase" avec notre hauteur !!

Inconsciemment, notre voix est le référent sonore de notre propre hauteur.



### UNE PROPOSITION !

***Vous montez sur une chaise et vous parlez.....***

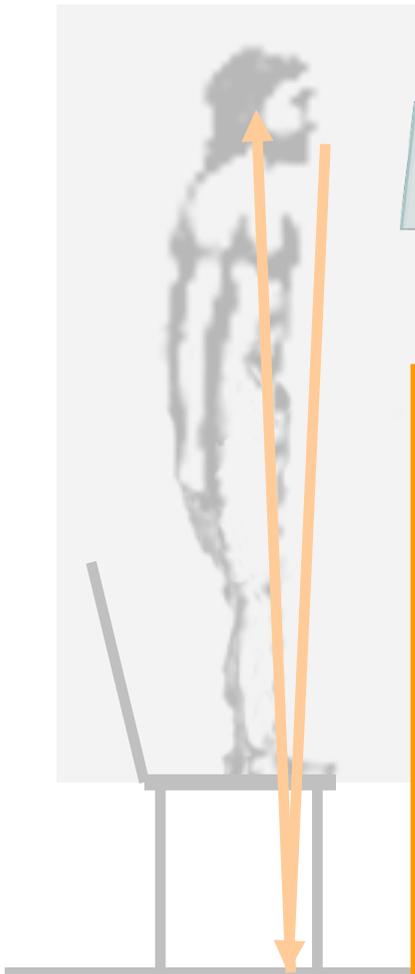
Réflexion du son de notre **voix** sur le sol réfléchissant.

# Domaine cognitif sensoriel dans un environnement 3D

## ▪ *Les Influences sur l'Évolution de l'Homme :*

Impression de ne plus avoir les pieds sur terre, la voix n'est plus "en phase" avec notre hauteur !!

↳ *Inconsciemment, notre voix est le référent sonore de notre propre hauteur.*



### **Les enseignements en Pds et Mix 5.0 :**

- ✓ En Multicanal 3D : **micros à hauteur d'oreille.**
- ✓ Pour les **systèmes dissociés** d'ambiance : (croix IRT, carré Hamasaki...) **la distance avec LCR** devra être **> 1,5 m** et **≤ 3 m** (à + de 3 m ⇒ il faut appliquer un délai à LCR).
- ✓ Le Pré-Délai des **réverbérations numériques** : **≤ 10 ms** fusionne à la source, donne la matière et du relief (réverbération courte); **≥ 20 ms** colle aux murs, donne la profondeur (réverbération longue) ...

# Comment créer une **Réverbération Multicanal** à partir d'une Réverbération **Stéréo** ?

Sur la console, procéder en 4 temps :

1. Copier le retour "*Réverb Stéréo*" affecté en L R, sur la tranche stéréo suivante et la router en **Ls Rs** (L = Ls et R = Rs).
2. Tourner la phase de : **∅ Ls** et **∅ Rs**.
3. Croiser les affectations de : Ls Rs en **Rs Ls**.
4. Appliquer un délai : **≥ à 6 ms** et **≤ à 10 ms** à **L R** pour une plus grande profondeur frontale (*valeur idéale* : 7,5 ms ≈ 2,5 m).

# Comment créer une **Réverbération Multicanal** à partir d'une Réverbération Stéréo ?

Sur la console, procéder en 4 temps :

1. Copier le retour "Réverb Stéréo" affecté en L R, sur la tranche stéréo suivante et la router en Ls Rs (L = Ls et R = Rs).
2. Tourner la phase de :  $\emptyset$  Ls et  $\emptyset$  Rs.
3. Croiser les affectations de : Ls Rs en Rs Ls.
4. Appliquer un délai :  $\geq$  à 6 ms et  $\leq$  à 10 ms à L R pour une plus grande profondeur frontale (valeur idéale : 7,5 ms  $\approx$  2,5 m).

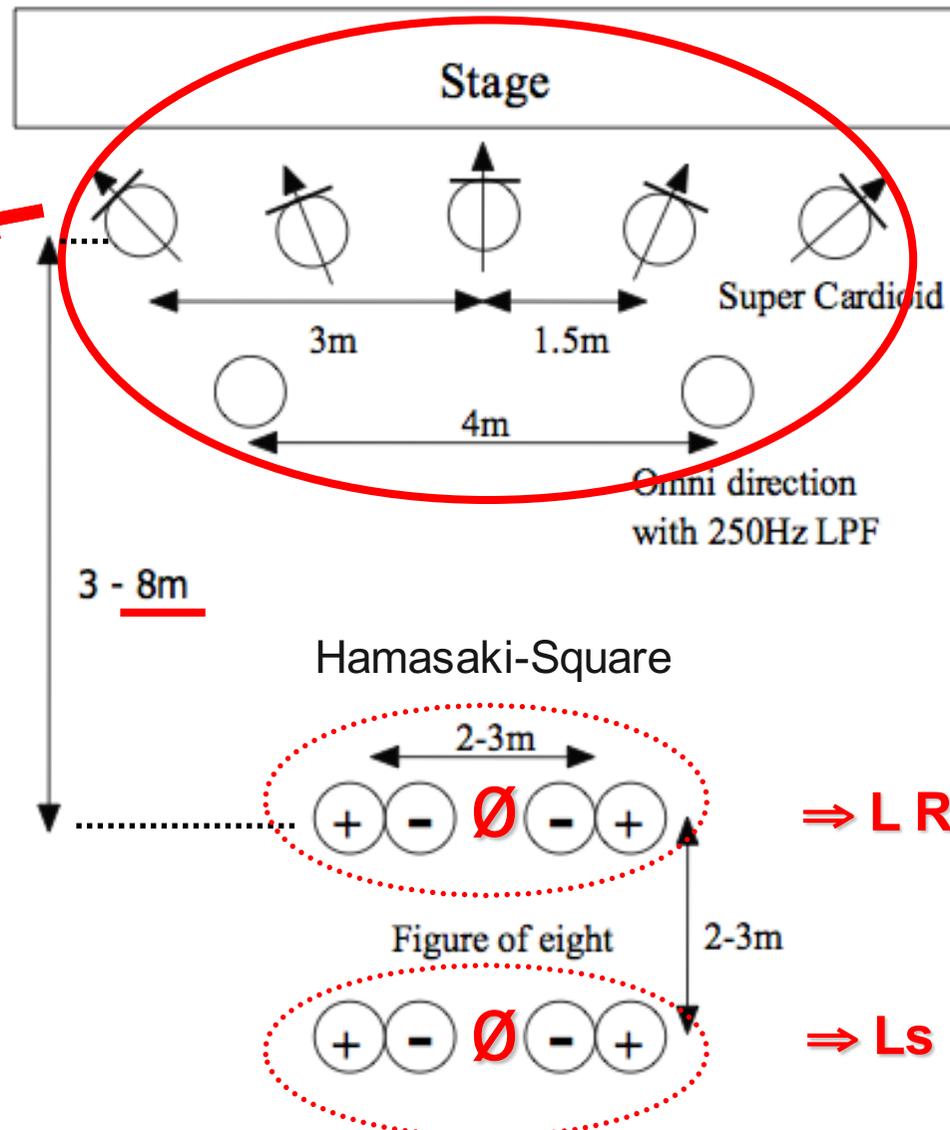


**Création d'une Réverbération Multicanal 4.0** très enveloppante (décorrélation des 4 canaux : L R Ls Rs), comparable au **carré Hamasaki** de côté  $\approx$  2,5 m.

# Microphone array for recording an orchestra

**8 m** entre les micros de scène et le carré Hamasaki  
 ⇒ délai de **15 ms** sur les micros de scène.

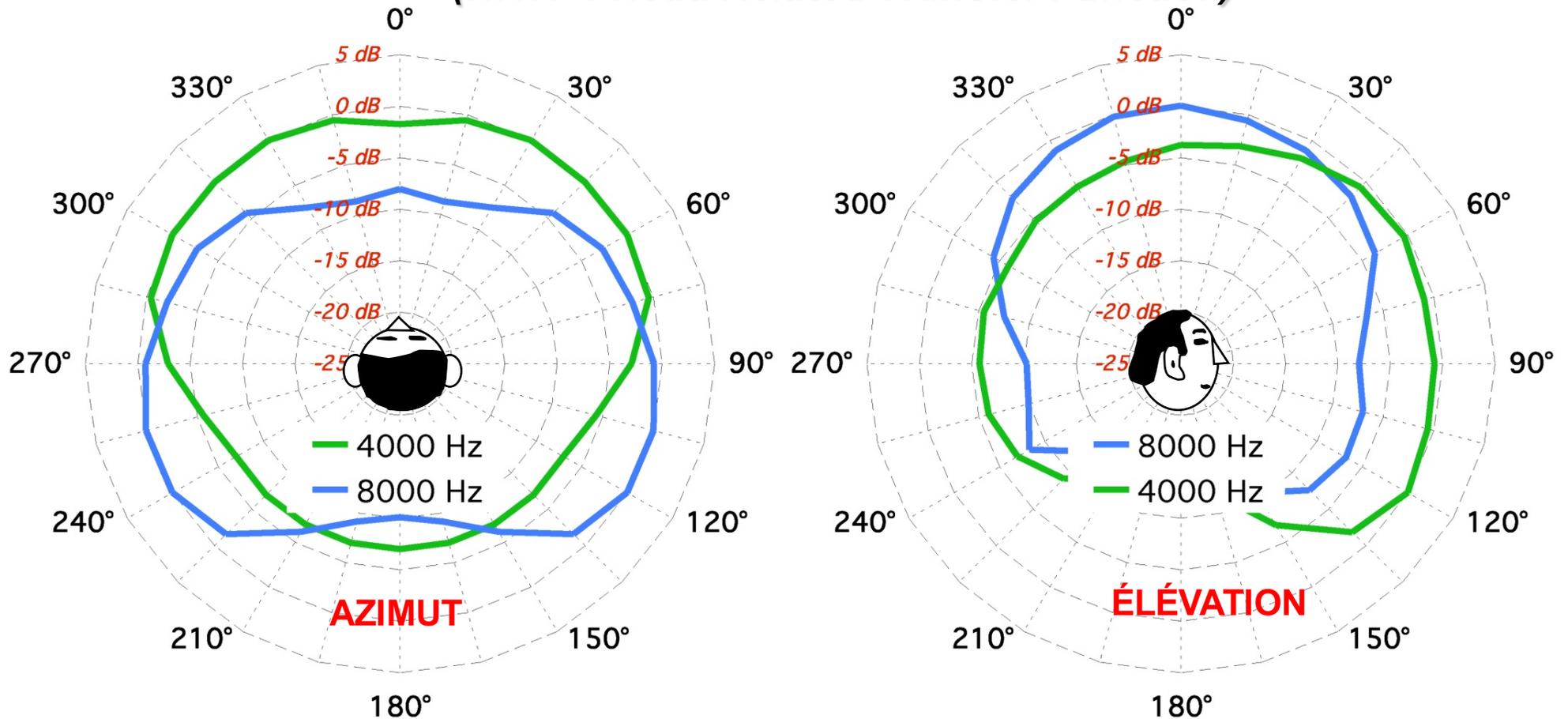
Rappel : 1 m = 3 ms



# Domaine cognitif sensoriel dans un environnement **3D**

- Les **HRTF** de **Robinson & Whittle 1960** :

(HRTF : Head Related Transfer Function)

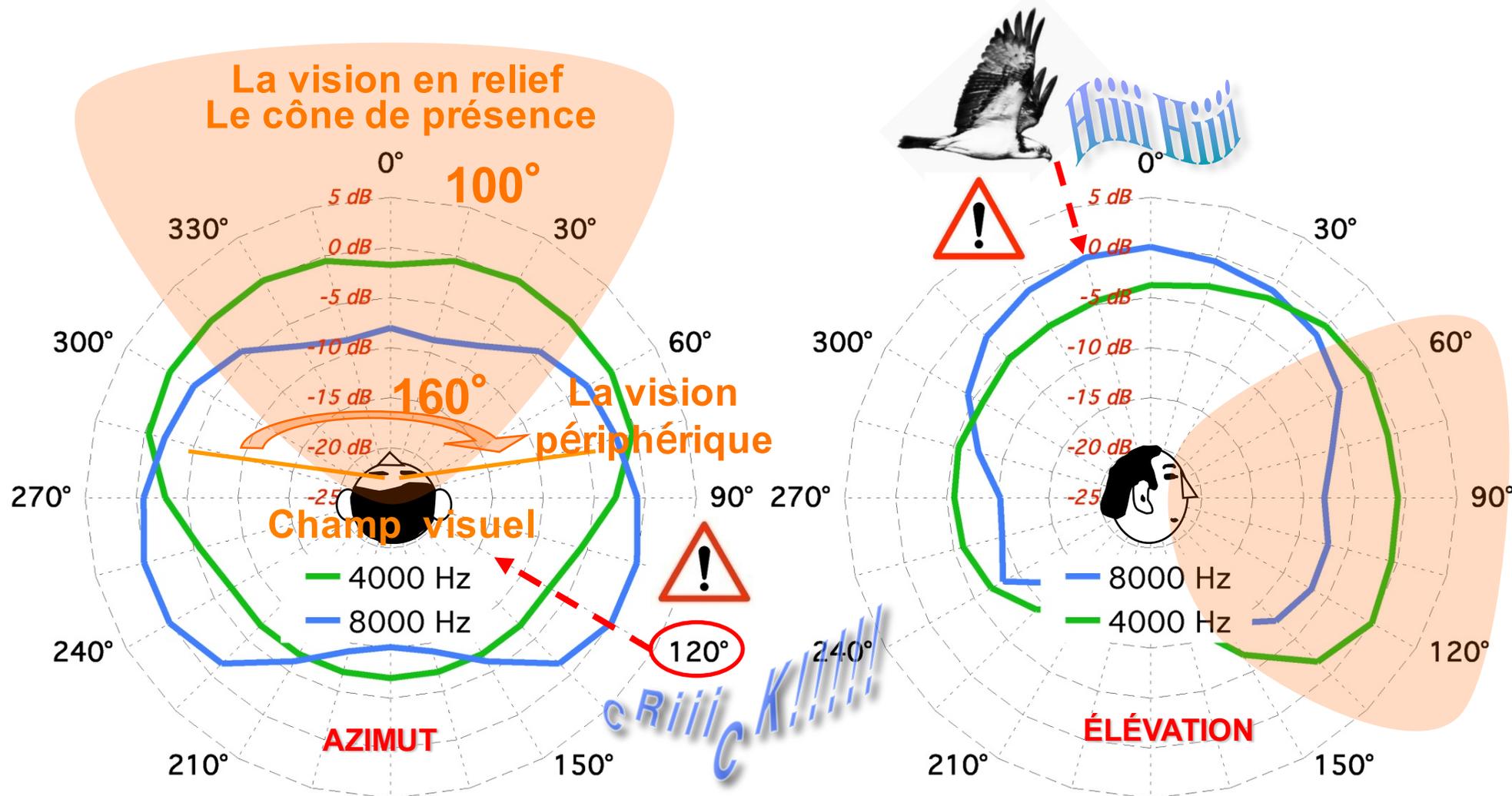


Directivité *marquée* de 2 fréquences : **4 kHz** et **8 kHz**.

- le **4 kHz** = (présence / absence) ou la perception des distances.
- le **8 kHz** = (brillance / mat) et l'Espace sonore en **3D**.

# Domaine cognitif sensoriel dans un environnement 3D

- Les **HRTF** de **Robinson & Whittle 1960** :



Oreille primitive ↔ “Écoute de vigilance” en 3D.

Pas d'homogénéité de l'espace sonore perçu.

# COMPARAISON ENTRE L'**AUDITION** ET LA **VISION** :

↔ 4 KHz

## Rétine Centrale :

- Présence de cônes
- Faible sensibilité
- Forte acuité
- Traite les informations relatives à la forme et à la couleur
- Rôle : Reconnaissance de l'information

↔ 8 KHz

## Rétine Périphérique :

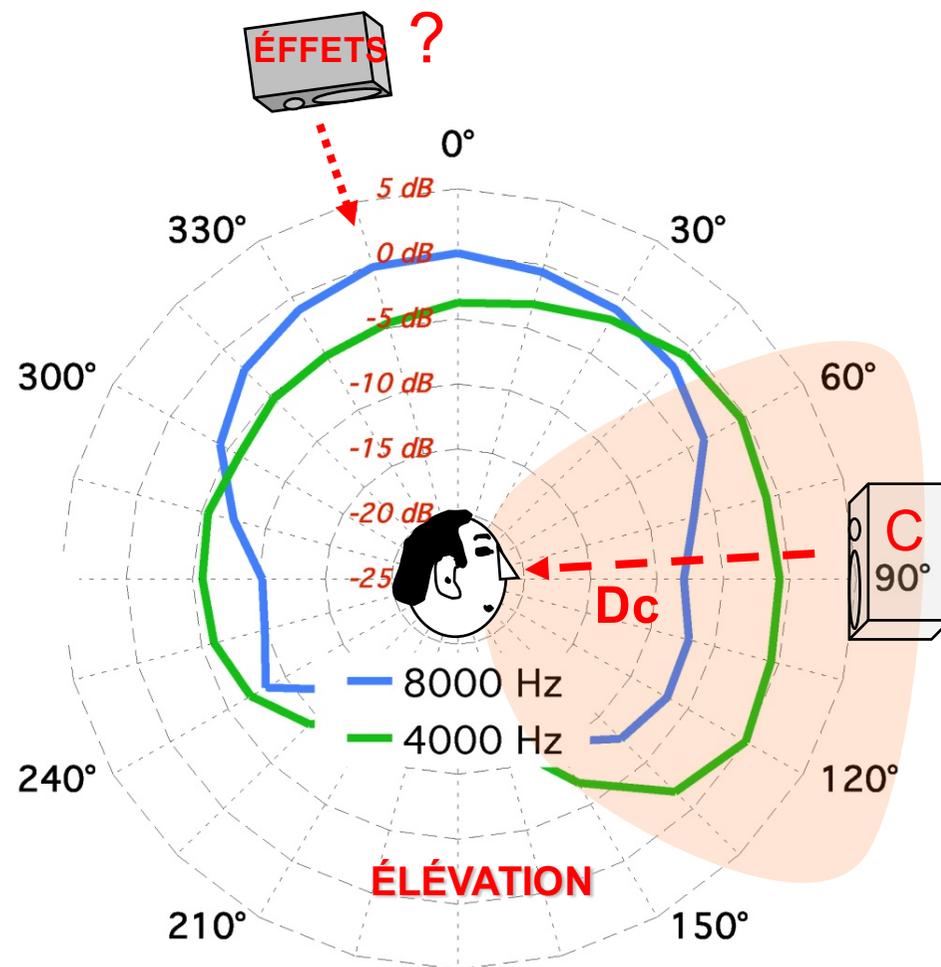
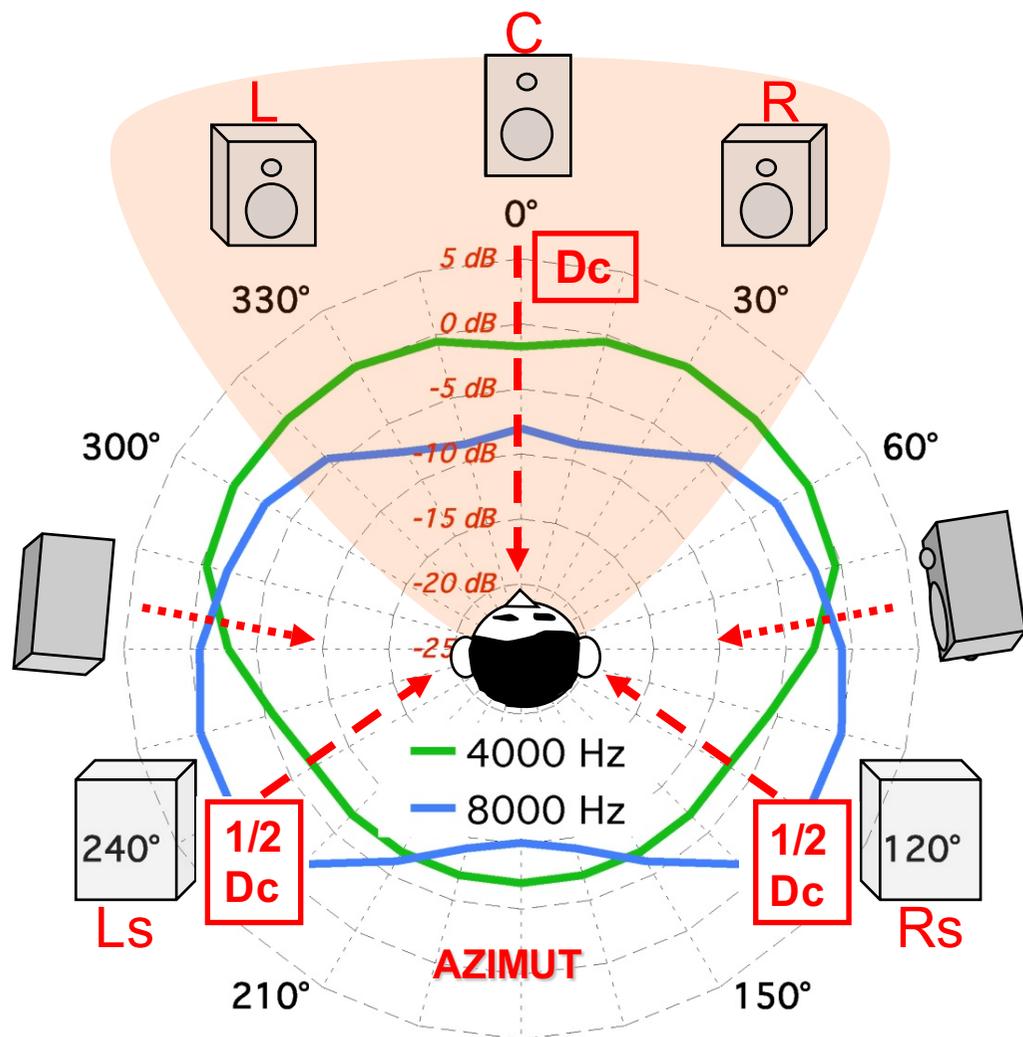
- Présence de bâtonnets
- Forte sensibilité
- Faible pouvoir de discrimination
- Traite les informations relatives au mouvement
- Rôle : Détection de l'information



Voir : [wikipedia.org/Rétine](https://wikipedia.org/Rétine)

# Domaine cognitif sensoriel dans un environnement 3D

- Les **HRTF** de **Robinson & Whittle 1960** :



Localisation instable d'une source fantôme entre **R** et **Rs**  $\Rightarrow$  **7.1**

**Dc** est mal perçue à l'arrière ( **Ls Rs** )  $\Rightarrow$  délai pour conformité ITU.

# L'enregistrement binaural :

Diffusion et Réflexion pour un objet de dimension  $\geq 1/2 \times \lambda$



4 cm  $\approx 1/2 \times \lambda$  (à 4 kHz)

2 cm  $\approx 1/2 \times \lambda$  (à 8 kHz)

TRAGUS pour l'espace *dorsal*.

PAVILLON pour l'espace *frontal*.

**DPA 4060 + DUA0560**



ADPHOX BME-200



ROLAND CS-10EM

MAIS QUE LE TRAGUS



**Merci de votre attention**

**Site : <http://www.lesonbinaural.fr>**

**Mail : [b.lagnel@gmail.com](mailto:b.lagnel@gmail.com)**

**PHOTOS Bernard Lagnel**