Photo Bernard Lagnel

ACOUSTIQUE et ZONE D'ÉCOUTE

BERNARD LAGNEL
Ingénieur du son

Département Production en Studios (DPS)

Radio France

Juin 2013

Quelques notions de Prise de son (Pds)
Stéréo L R :

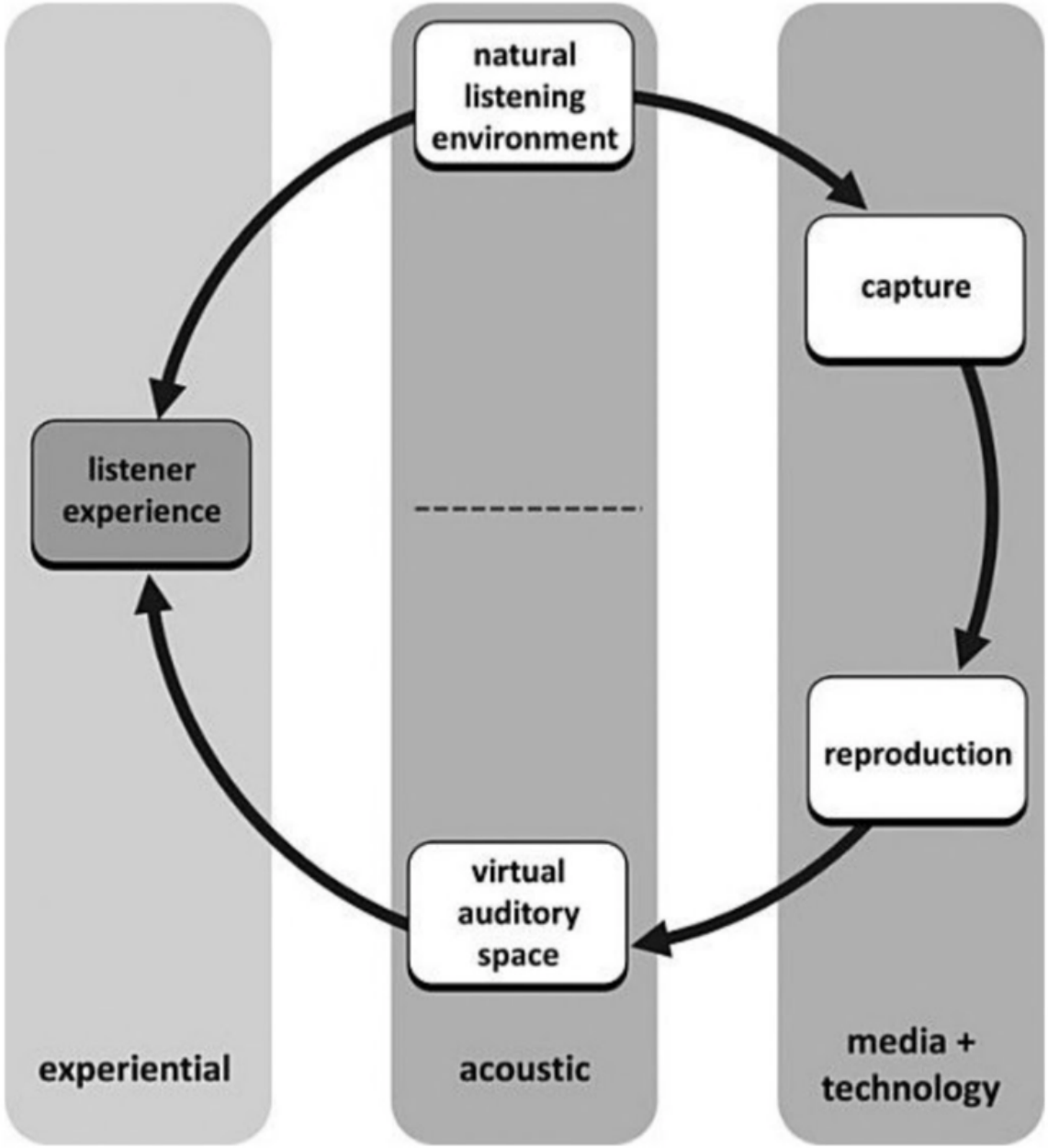
Liées aux micros :

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

- ***La Directivité*** **des micros (coefficient Q) : Omni = 1, Cardio = 3 Super Cardio ≈ 4** détermine la fidélité du timbre de la source.
- ***L'Angulation*** **des micros directionnels : *ILD* ou ΔI .**
- ***L'Espacement*** **entre les capsules des micros : *ITD* ou ΔT.**

Liées à l'acoustique du couple : capture / reproduction

- ***La Directivité de la source sonore*** **(coefficient Q) :**
  Cardioïde entre 500 Hz et 2 KHz : Q ≈ 3 ± 1 dans une grande majorité de cas *(voix, piano, instruments à cordes, les bois…)*.
- ***L'Onde directe :*** **- 6 dB lorsqu'on × 2 la distance**
- ***La Distance critique*** **Dc : son réverbéré / son direct = 1**
  (plus sensible en écoute monaurale ⇒ se boucher une oreille…)
- ***La Surface traitée d'une cabine de Prise de son (Pds)***
  ≤ 1/4 de la surface totale, n'est d'aucune utilité ou presque…
- ***Les Cabines de Pds sont souvent "médiocres",*** celles qui sont traitées avec ***beaucoup d'attention et de soins,*** moins…
- ***L'Identité sonore d'une cabine de Pds*** est donnée par la répartition des résonances **≤ 250 Hz** *(⇒ vérifier la présence de panneaux perforés, diaphragmes ou bass trap…)*



« La connaissance de l'homme ne peut aller au delà de son expérience » John Locke.

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

- ***La Distance critique* des enceintes (Hp), conditionne la *place de la console* et celle du preneur de son à *Dc*.**
  (***Exercice en St*** : trouver **Dc** avec du bruit rose corrélé à +0,3 ?)
- ***Le Triangle équilatéral* dont chaque *côté = Dc + (15% x Dc)***
  Note : **Dc + (15% x Dc) =** le rayon du cercle **ITU** pour le **5.1**
- ***La Hauteur des enceintes* pour la position assise ≈ 1,2 m :**
  le centre du Hp de basse = la hauteur des oreilles en position assise *(⇒ inclinaison des Hp pour éviter le filtrage en peigne…)*
- ***Les Réflexions sur un sol dur* (si possible en bois)** sont naturelles et indispensables à la création d'un son riche et vivant.
- ***Une hauteur sous plafond* ≥ 2,75 m** est plus adaptée à une écoute musicale et aérée *(avec un traitement efficace du plafond).*
- ***Une Lumière chaude*** faisant paraître le son plus doux…

Parc des Hp amplifiés au DPS (en cabines).

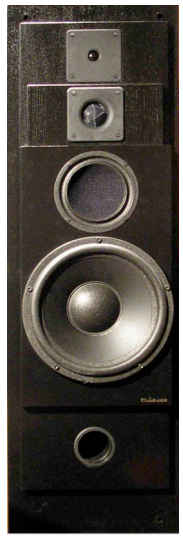
Photos Bernard Lagnel

Juin 2013

GENELEC
1037
« 2001 »
LF 30 cm
MF 12,5 cm
HF 2,5 cm
DCW MF et HF
Filtre: 420 Hz et 3,2 KHz
Entrée: +10 à +22 dBu pour SPL max
Parc = 5% (5.1)

ATC
150
« 2003 »
LF 38 cm
MF 7,5 cm
HF 2,5 cm
Filtre: 380 Hz et 3,5 KHz
Entrée: +9 à +21 dBu pour SPL max
Parc = 12% (5.1)

Cabasse
Galion 3VTA
« 1976 »
LF 30 cm
MF 5,5 cm
HF 2,5 cm
Filtre: 900 Hz et 5,5 KHz
Entrée: -2 dBu pour SPL max
Parc = 2% (St)
en disparition !

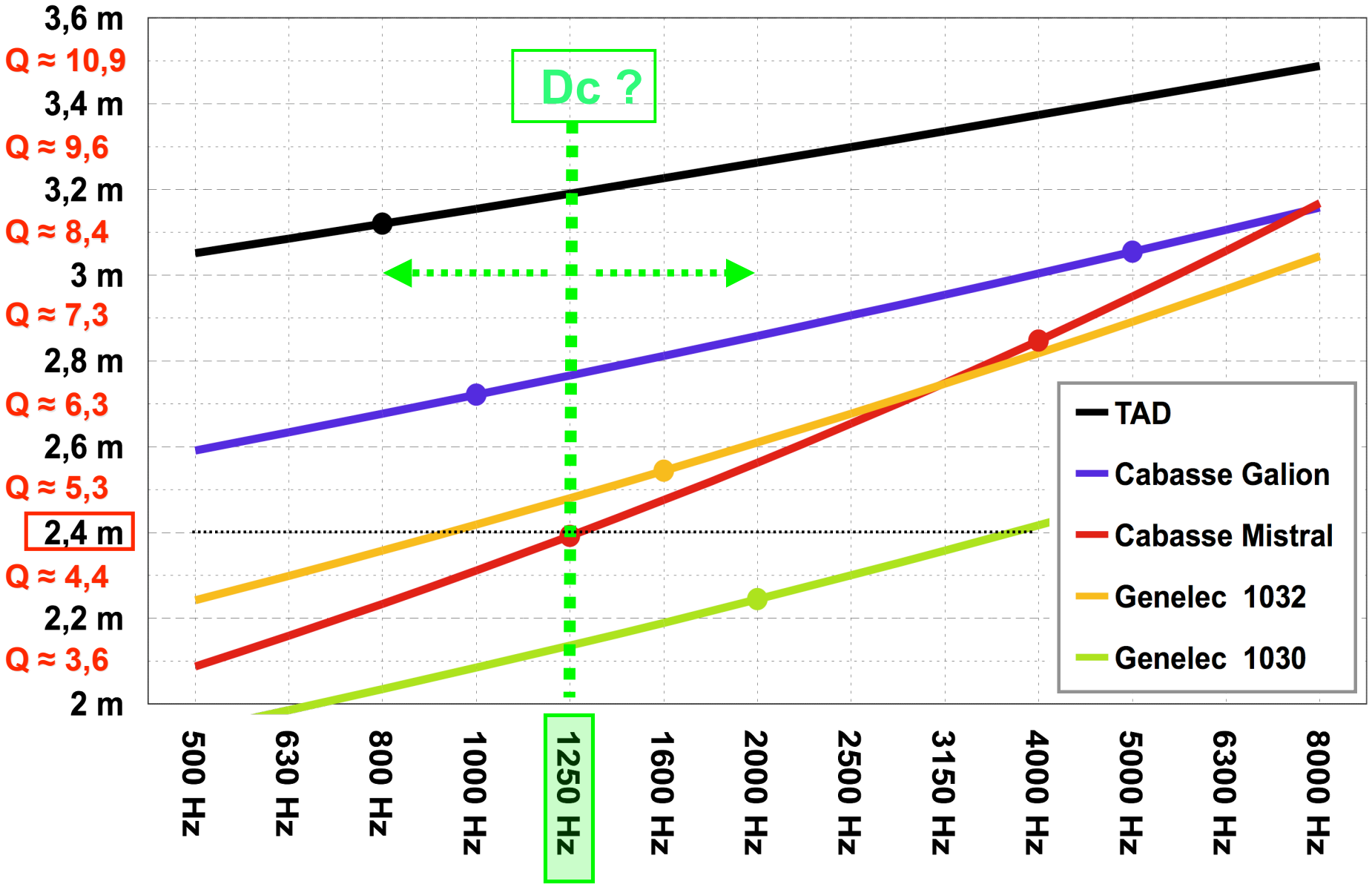


Cabasse
Mistral
« 1994 »
LF 30 cm
LMF 17 cm
MF 5,5 cm
HF 2,5 cm
Filtre: 350 Hz 1,2 et 3,9 KHz
Entrée: -2 à +18 dBu pour SPL max
Parc = 15% (St)

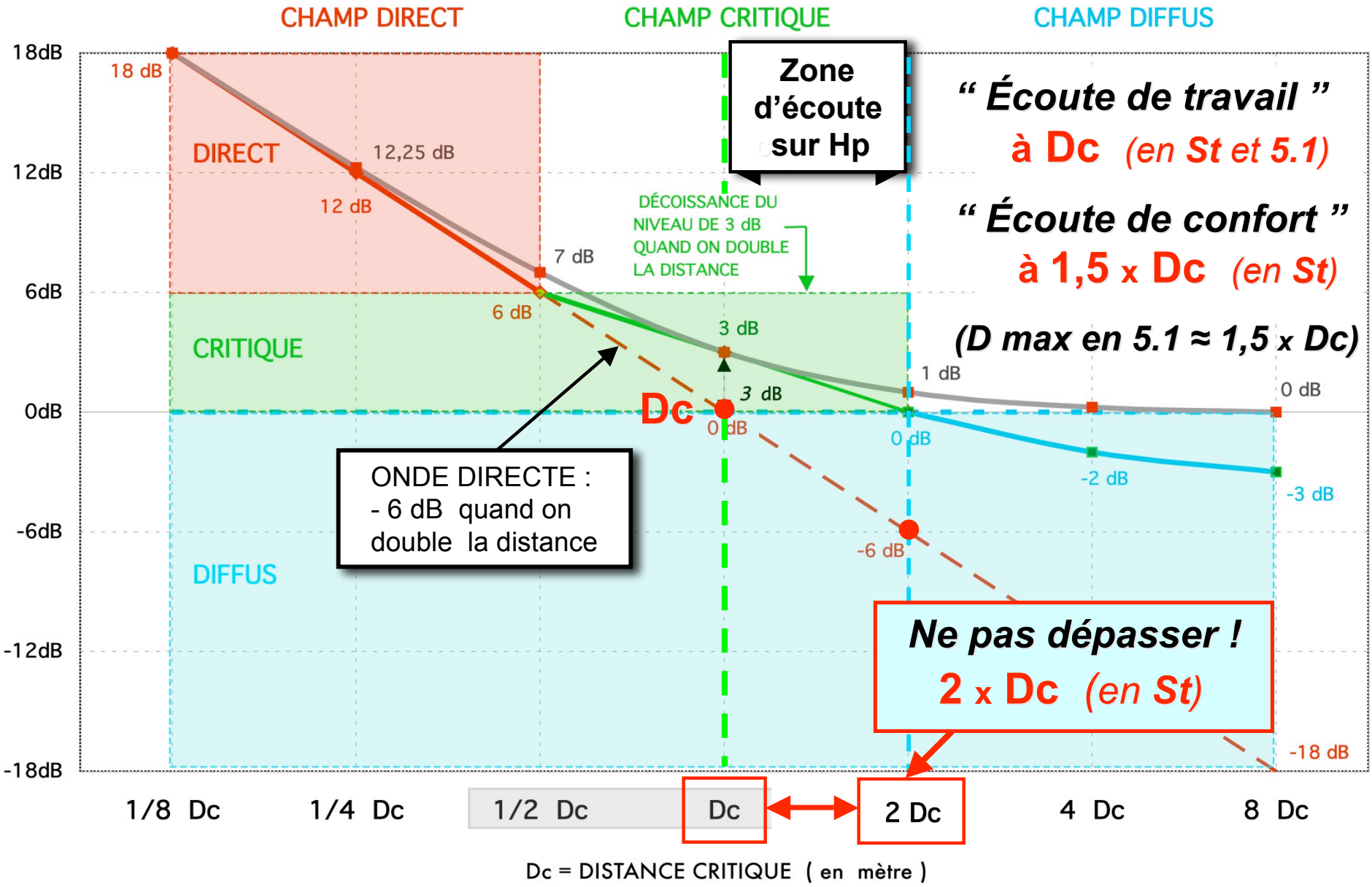
GENELEC
1032
« 1998 »
LF 24 cm
HF 2,5 cm
(DCW≈100°x100° Q contrôlé)
Filtre: 1,8 KHz
Entrée: +7 à +19 dBu pour SPL max
Parc = 49% (St et 5.1)

DISTANCE DES ENCEINTES (Hp) ⇒ POINT D'ÉCOUTE (Dc)

(en fonction de leurs directivités avec la fréquence)

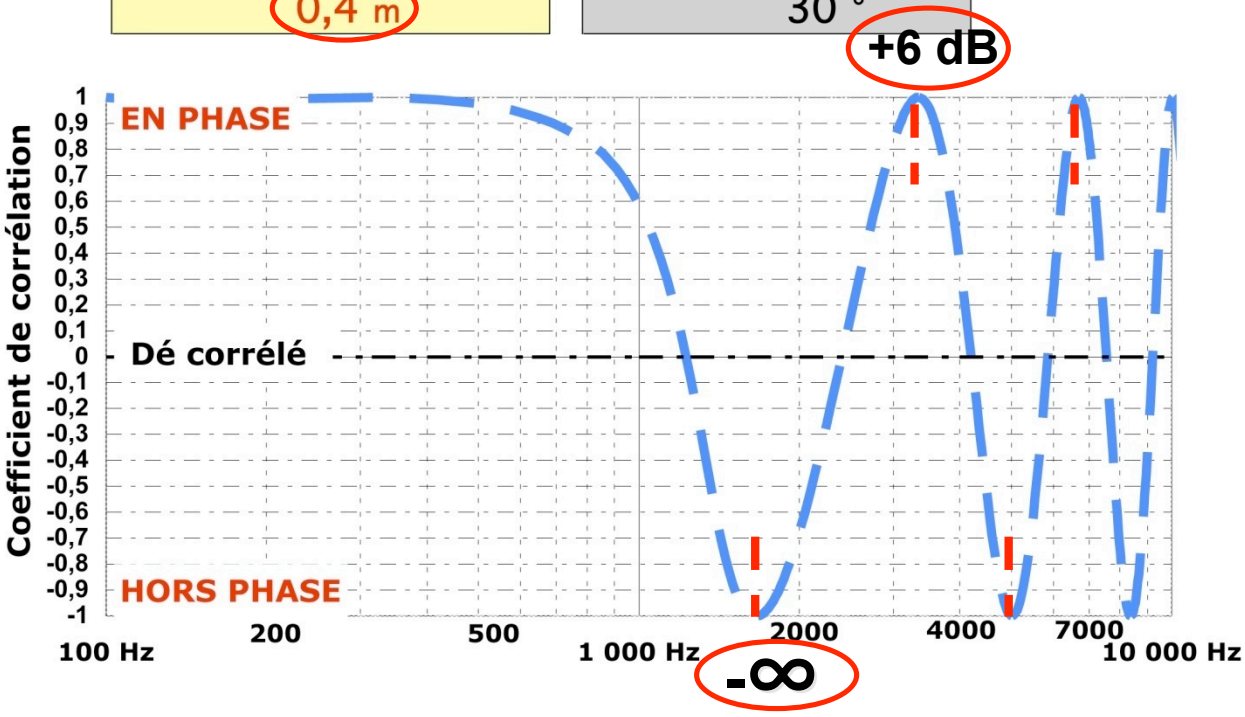


Zone d’écoute en fonction de Dc…

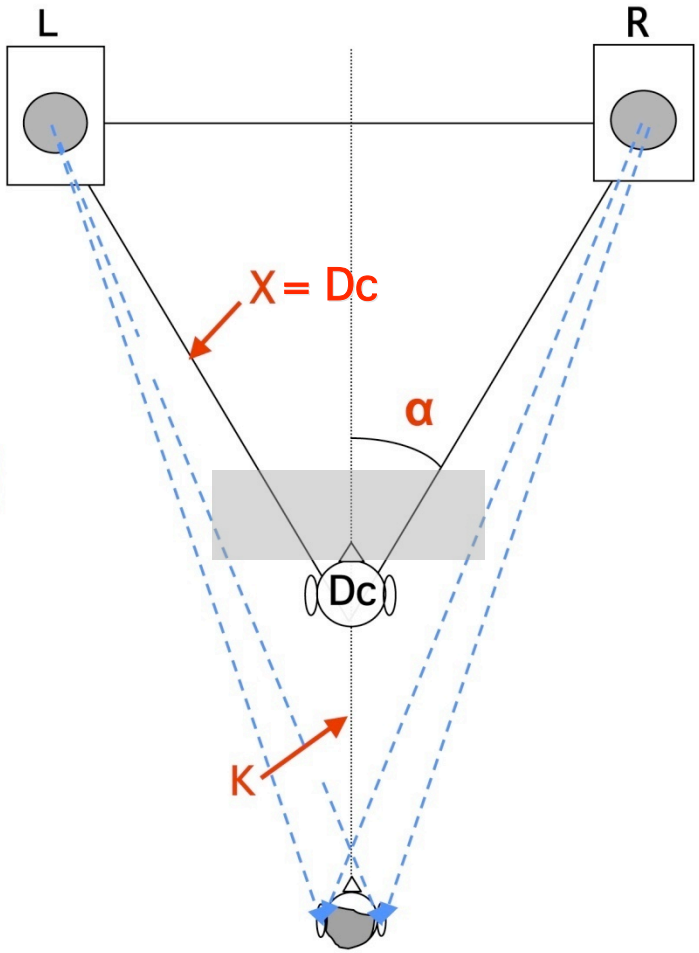


Stéréo : filtre en peigne .

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 °



FILTRE INTERAURAL EN CHAMP PROCHE, POUR LA STEREO

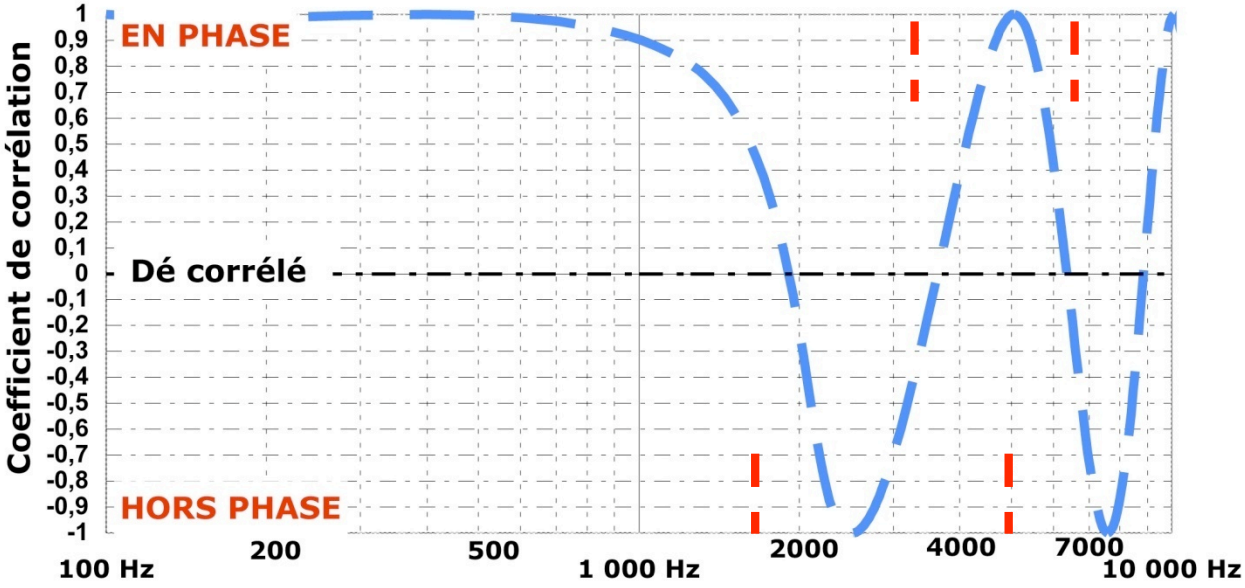


Chemins croisés :
Modèle de Woodsworth (1962).

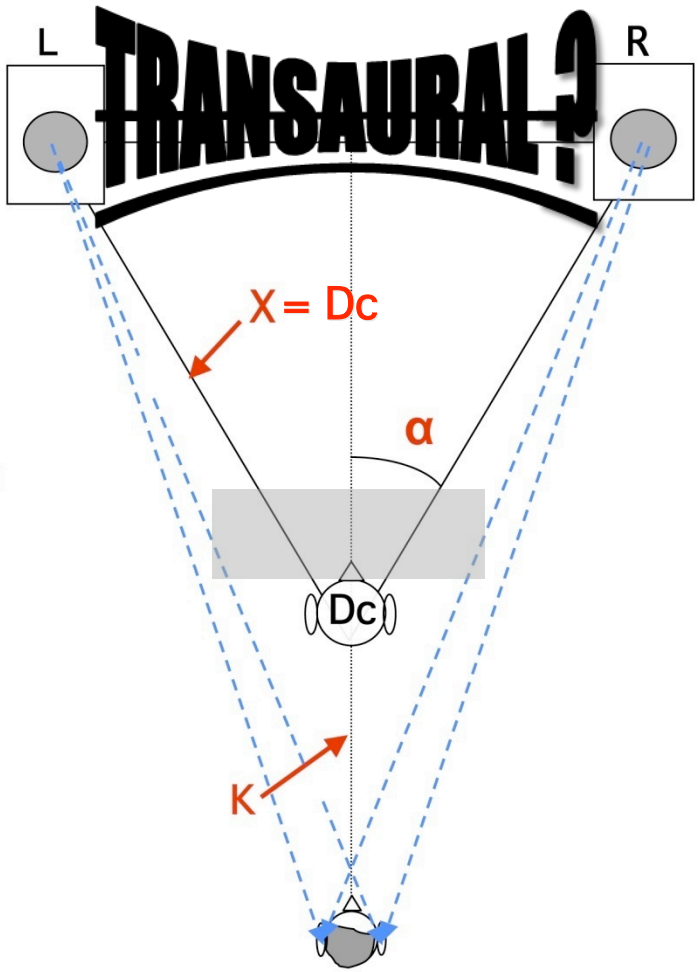
“ *Écoute de travail* ” = Dc (à la console) + 40 cm

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
2 m	20 °



FILTRE INTERAURAL EN CHAMP PROCHE, POUR LA STEREO



Chemins croisés :
Modèle de Woodsworth (1962).

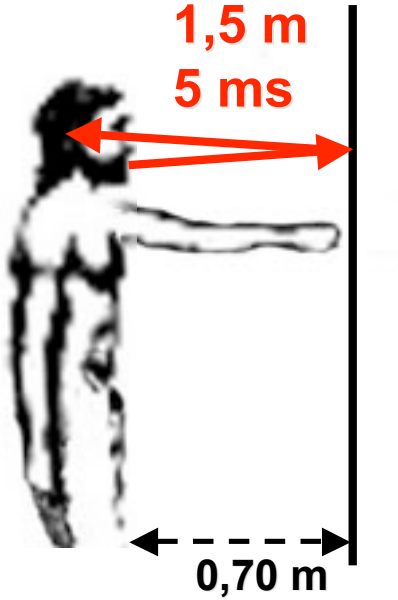
“ ***Écoute de confort*** ” = **Dc (à la console) + 2 m**

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

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

Réflexion de notre voix sur le sol = la 1ére 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 :***

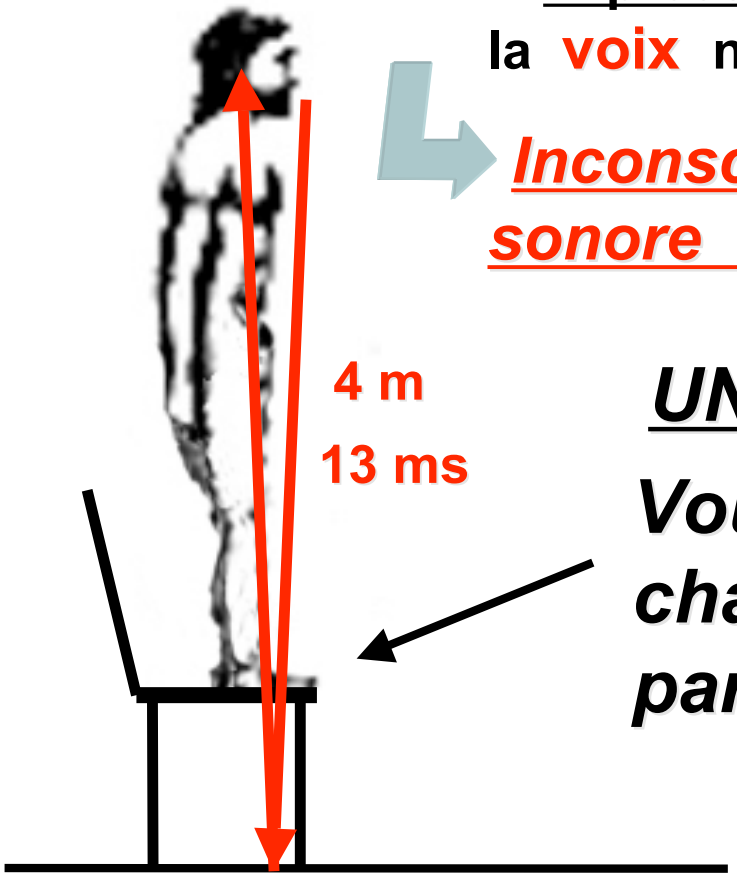
Réflexion de notre voix sur le sol = la 1ére réflexion dans la nature.

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

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…….

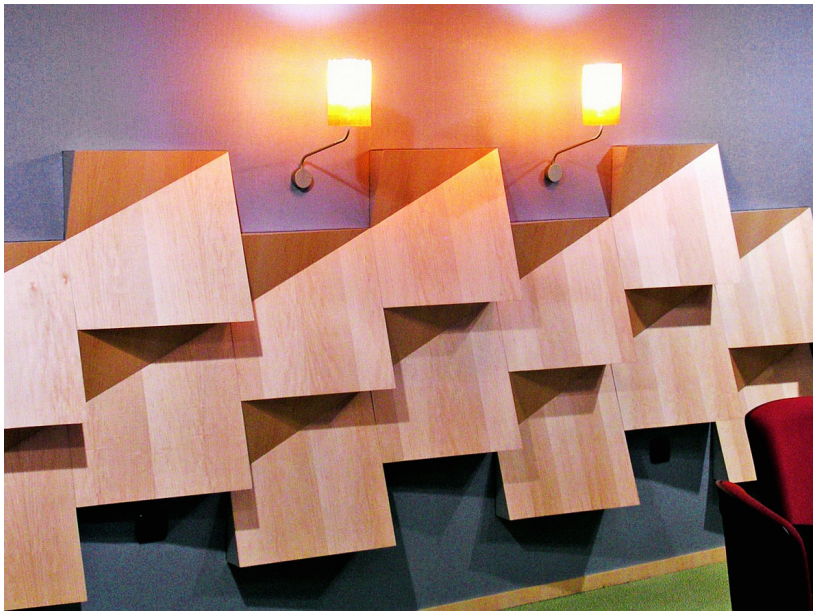
Réflexion du son de notre voix sur le sol réfléchissant.

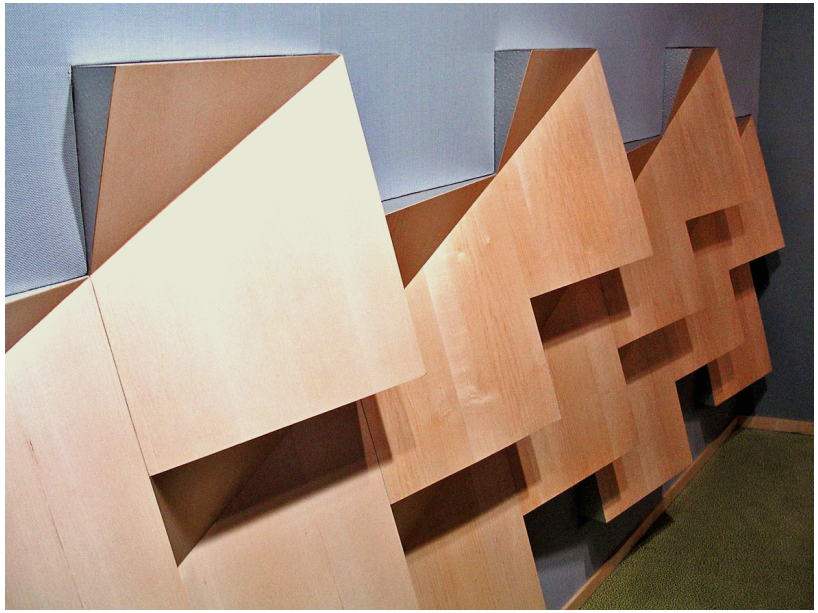
Les enseignements :

- En **Stéréo**, la Zone d'écoute s'élargie avec le relief et l'extra largeur (mélange de 2 couples en Pds…).
- 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).
- Dans la cabine de Pds, les **réflexions latérales** dont les différences de marche sont **≥ 3 m** doivent être traitées **≥ - 12 dB** par rapport au son direct…
- La Zone d'écoute doit être **≥ 1 m** du mur arrière de la cabine de Pds (seul le canapé au fond de la cabine **à plus de 2 x DC** peut être contre le mur !!).

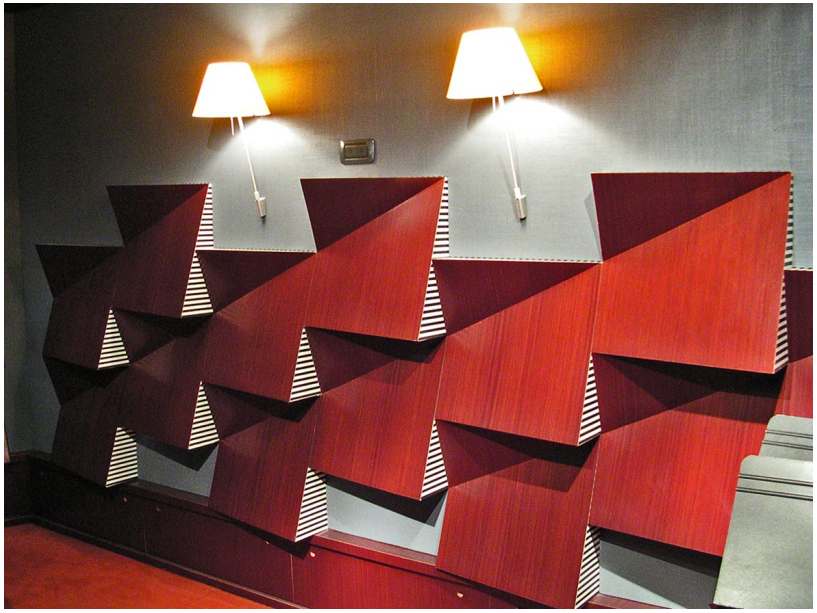
Studio 124 (05/2003)

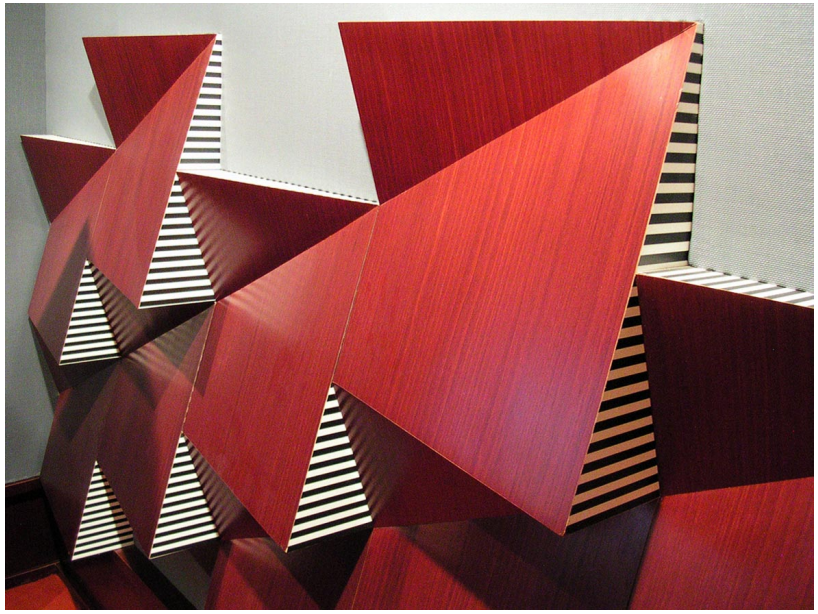
Photos Bernard Lagnel





Studio 126 (05/2003)





Cabine 208 (03/2003)

Cellule 220 (06/2003)

Écran A (05/2003)

Réflexion et Diffusion :

Diffusion et Réflexion pour un objet de dimension ≥ 1/2 x λ

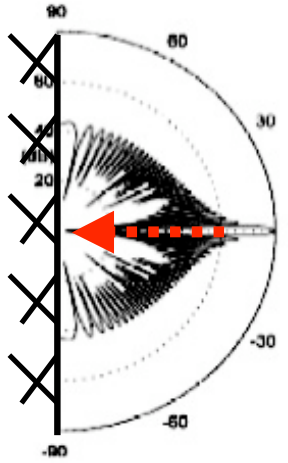
DPA 4060 + DUA0560

PAVILLON **pour l'espace *frontal*.**

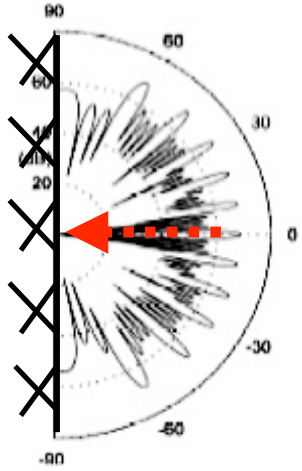
4 cm ≈ 1/2 x λ (à 4 kHz)

2 cm ≈ 1/2 x λ (à 8 kHz)

TRAGUS **pour l'espace *dorsal*.**



Réflexion



Diffusion

Réflexion **:**

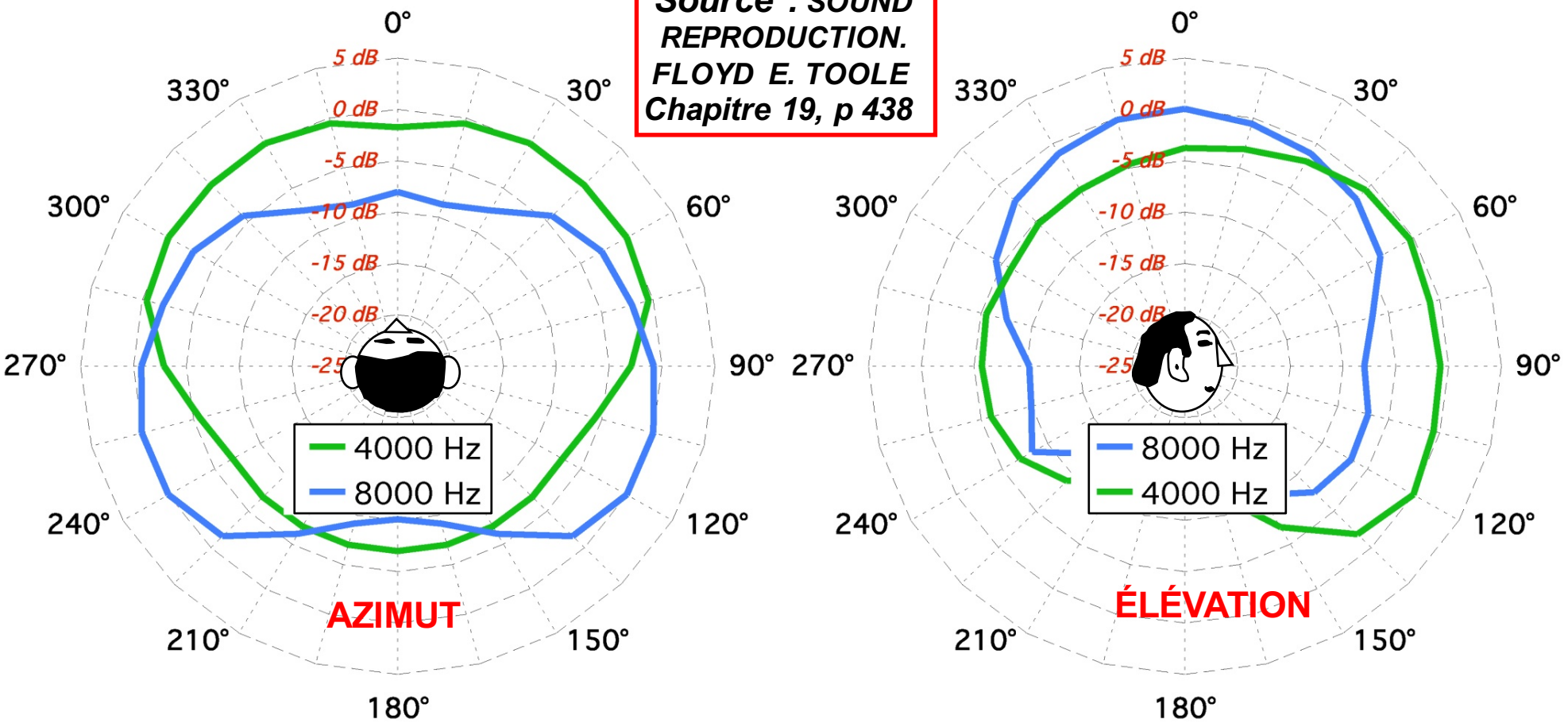
Angle d'incidence = Angle de réflexion

(Comme la lumière…)

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

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

Source : SOUND REPRODUCTION. FLOYD E. TOOLE Chapitre 19, p 438



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.**

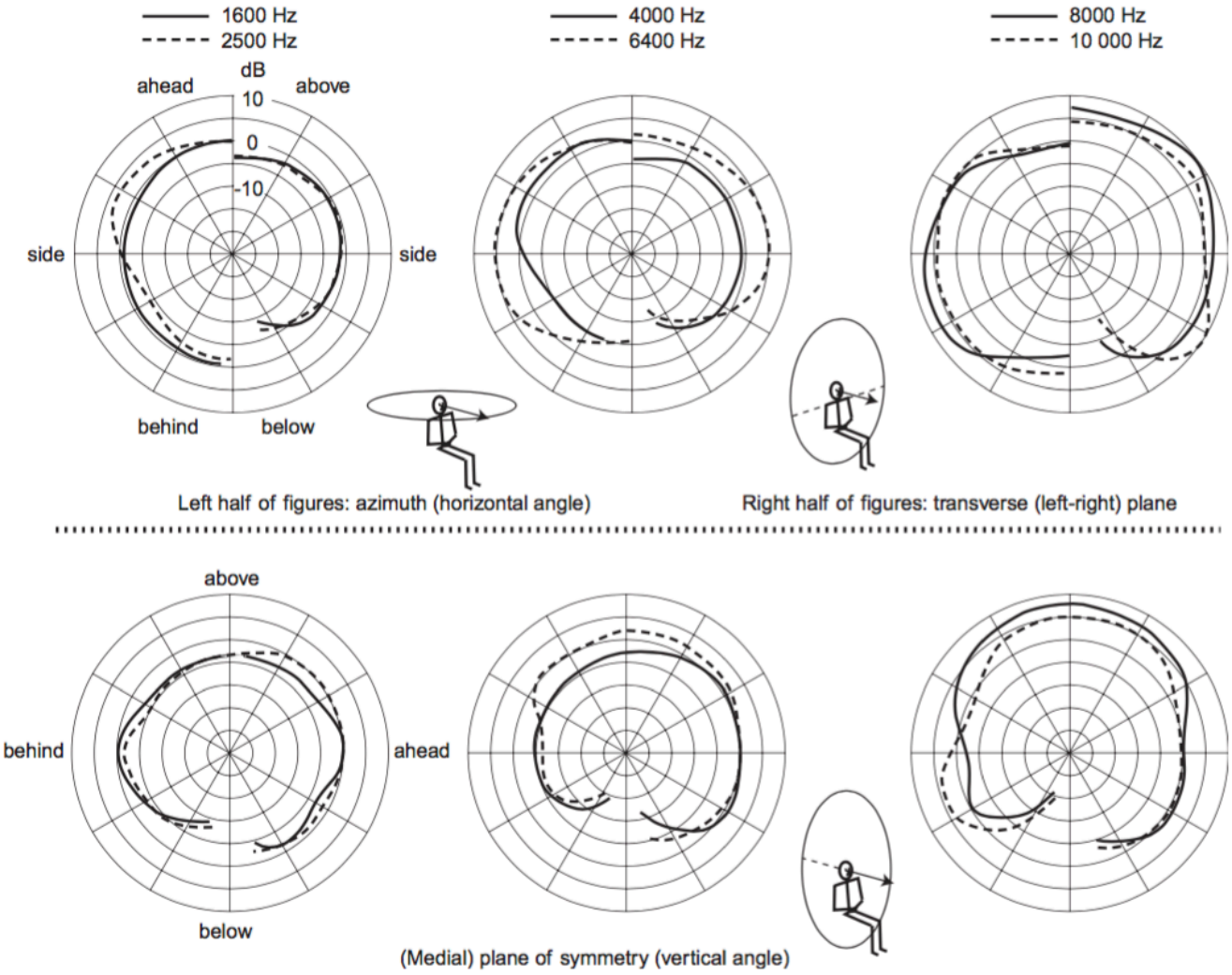
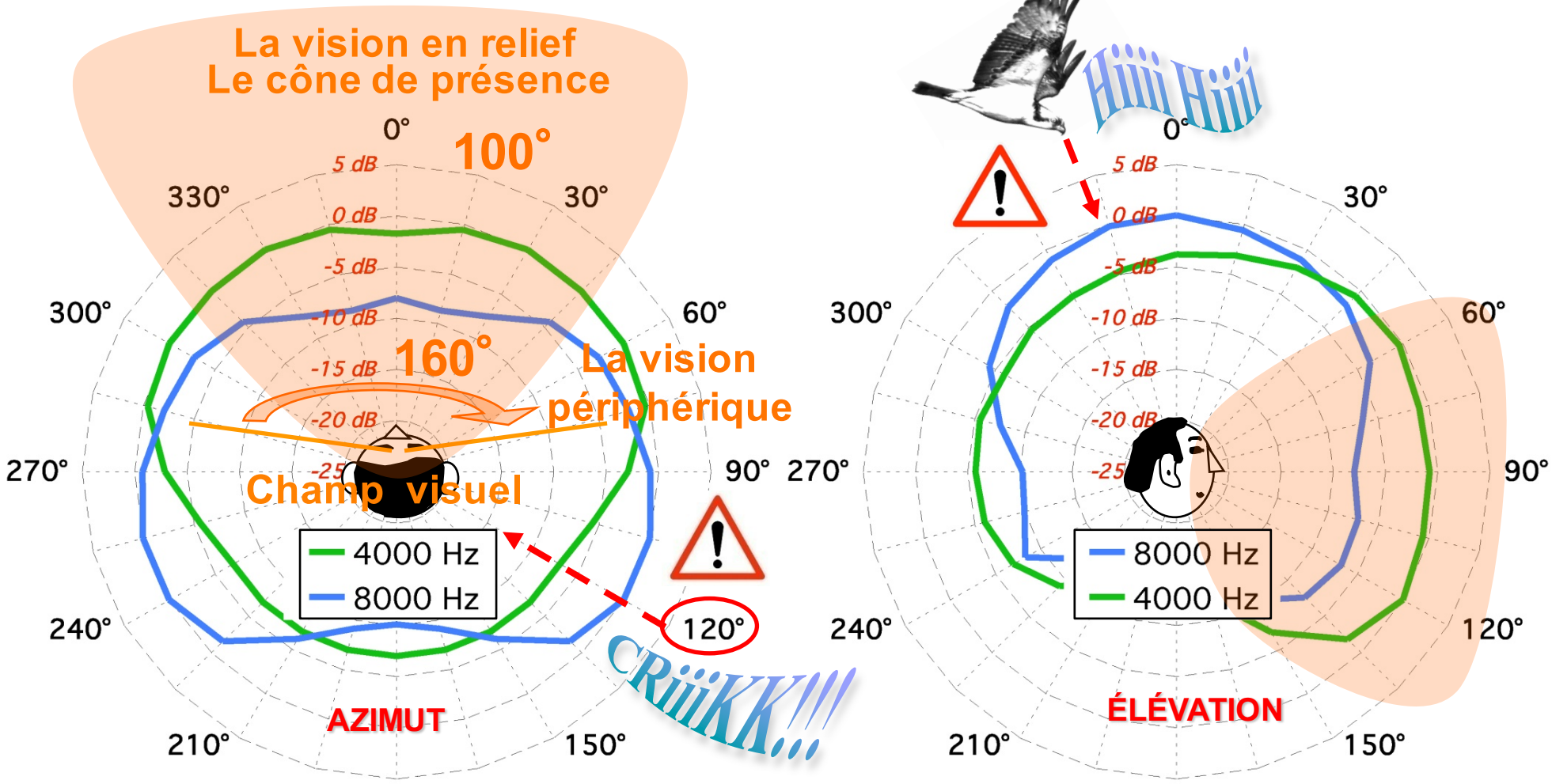


FIGURE 19.6 *Hearing thresholds as a function of angle for three rotational axes. The greater the distance from the center of the polar plot, the greater is the perceived loudness. From Robinson and Whittle, 1960.*

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

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

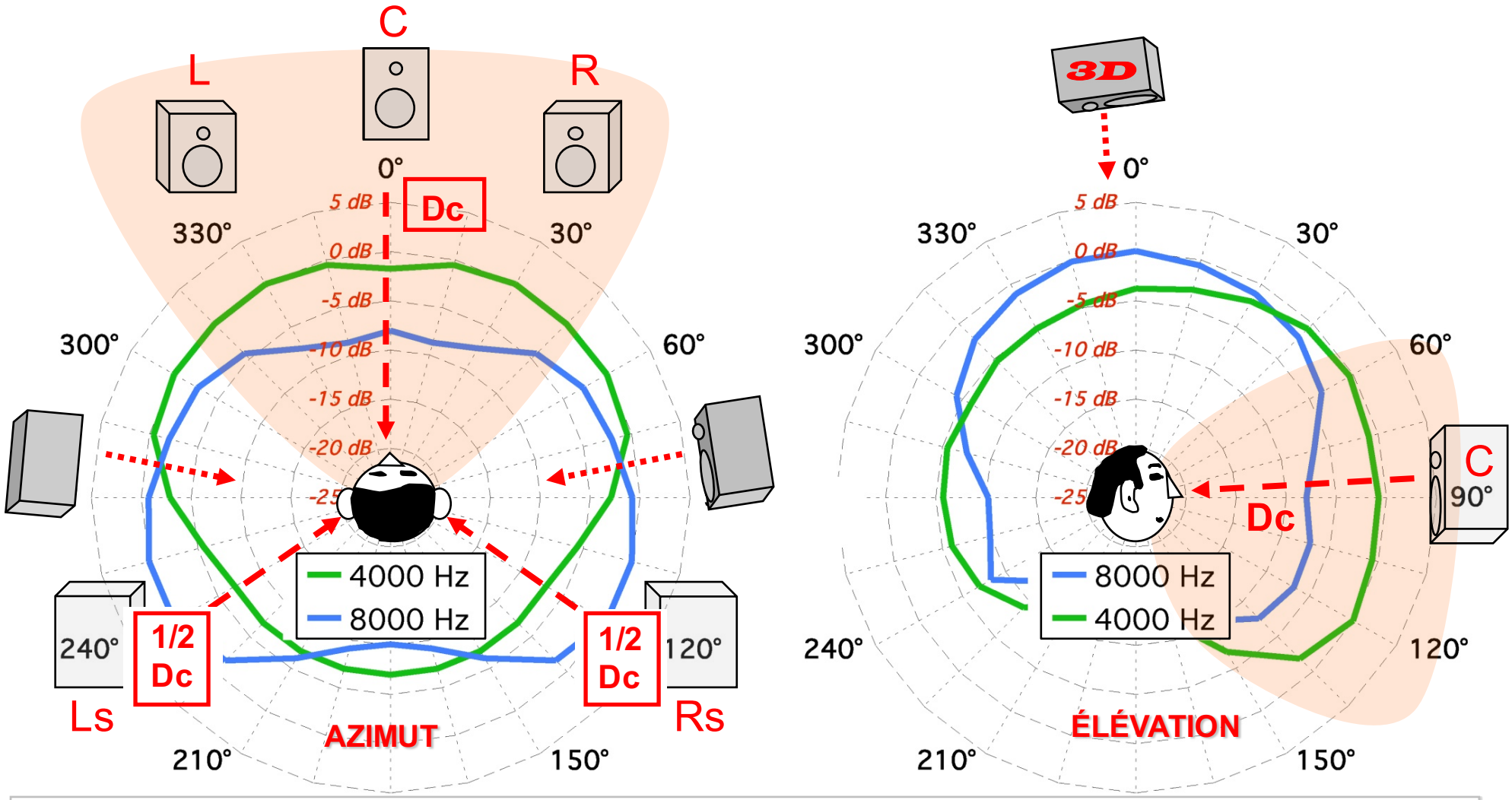


Oreille Primitive ⇔ Écoute de Vigilance en 3D

Pas d'homogénéité de l'espace sonore perçu.

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

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



Localisation instable d'une source fantôme entre R et Rs ⇒ 7.1

Dc est mal perçue à l'arrière (Ls Rs) ⇒ délai pour conformité ITU.

*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 et du**

wikipedia.org/Rétine

Fidélité de restitution en multicanal ?

Quelques réflexions :

1. **De la Hi Fi stéréo** *(**Hi**gh **Fi**delity)* **des années 60-70, on est passé à la HR** *(**H**aute **R**ésolution)* **avec le «Tout Numérique».**

2. **La <u>Mono</u> = la Voix** *(la Radio)* **; la <u>Stéréo</u> = le Mouvement et le Relief** *(travail au couple ORTF…)* **; le <u>Multicanal</u> = la Lumière en "Multi Mono"** *(comparable au travail de la Photo au cinéma).*

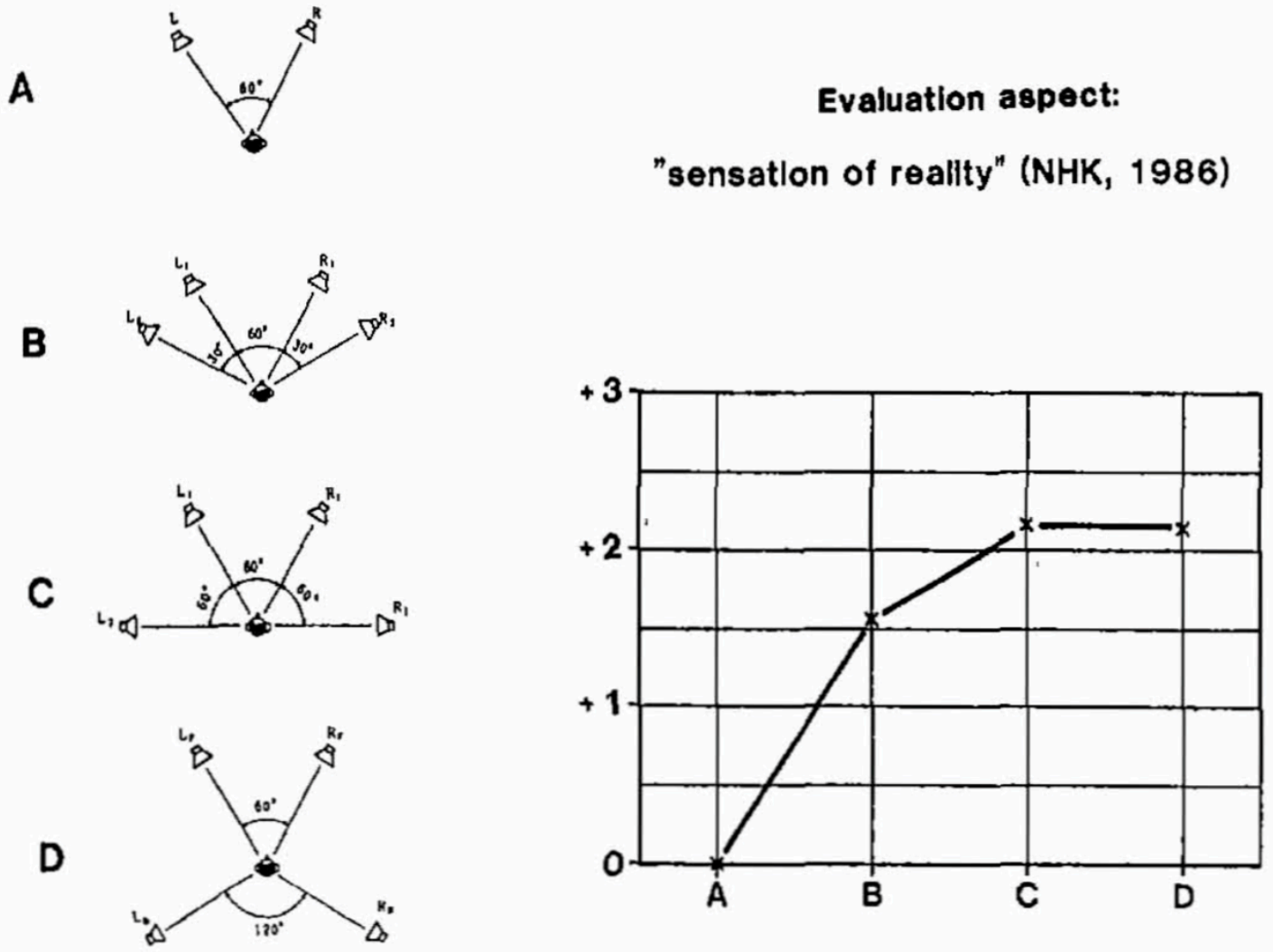
3. **Les Nuances, le timbre et le rythme sont discernés avec plus d'acuité** *(démasquage des sources images : 60°⇒ 360°).*

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).*

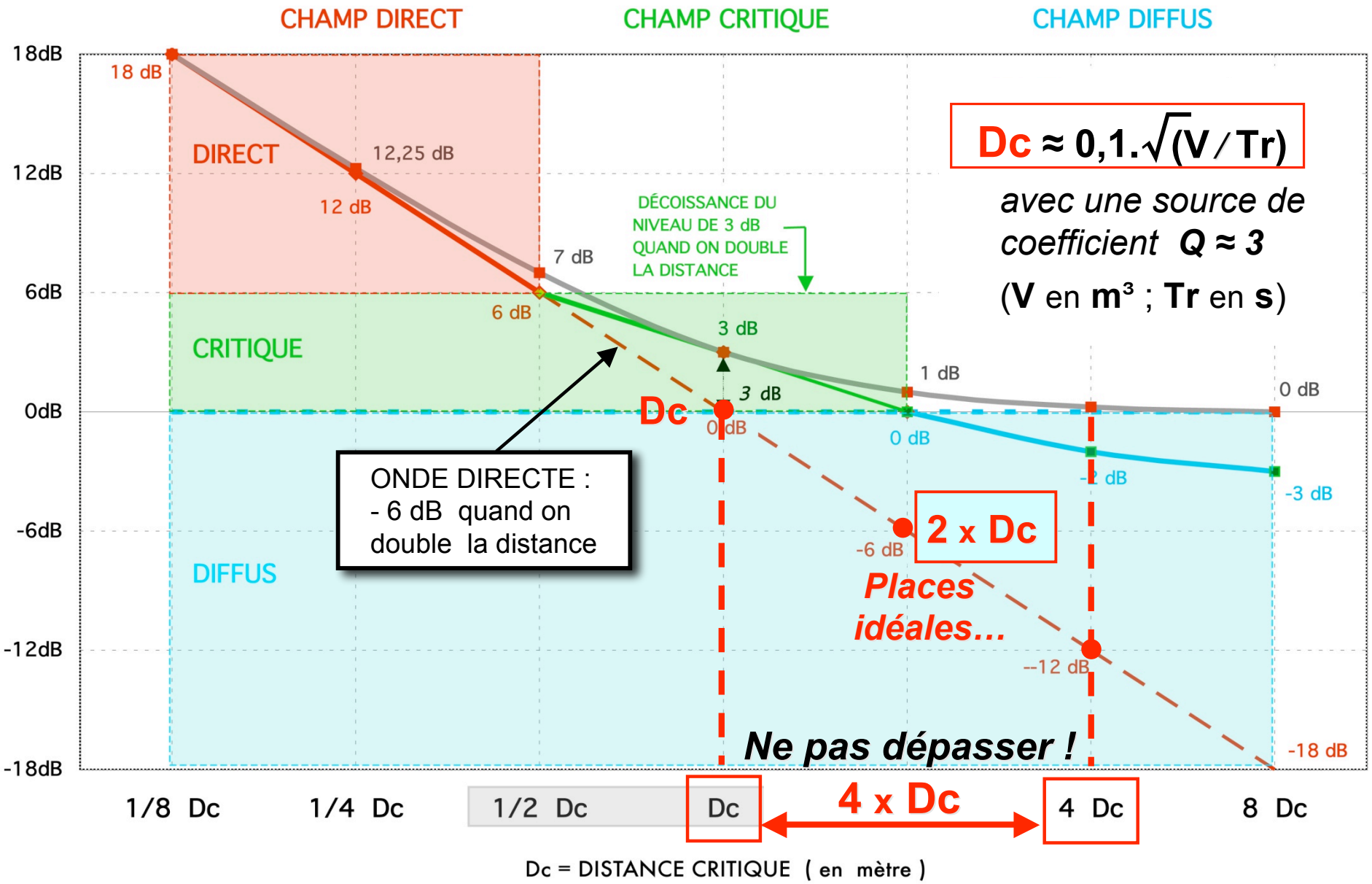
6. **Le domaine cognitif sensoriel =** <u>vivre avec</u> sans le savoir…

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



Effect of various arrangments of one pair of surround loudspeakers
(Adapted from Ohgushi et al /38/)

Dc pour l'écoute directe (pour Q ≈ 3) dans une salle…



$$Dc \approx 0{,}1.\sqrt{(V / Tr)}$$

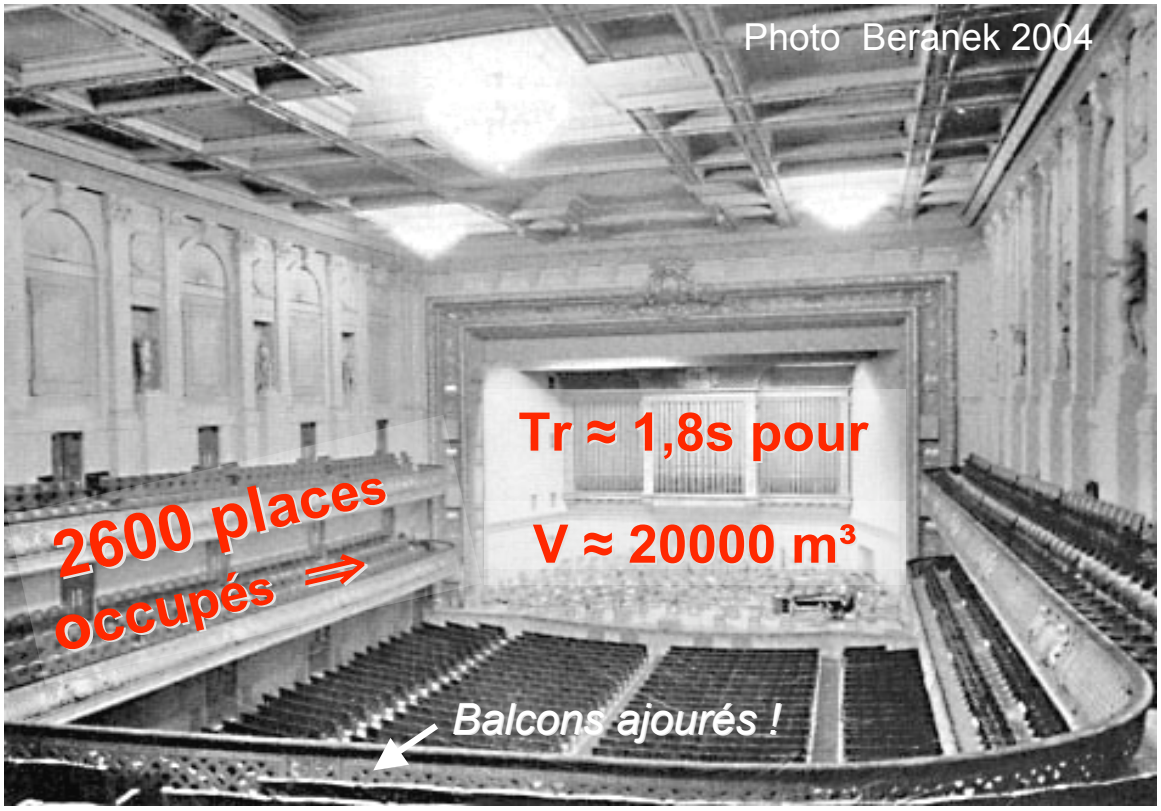
avec une source de coefficient ***Q ≈ 3***

(**V** en **m³** ; **Tr** en **s**)

BOSTON SYMPHONY HALL

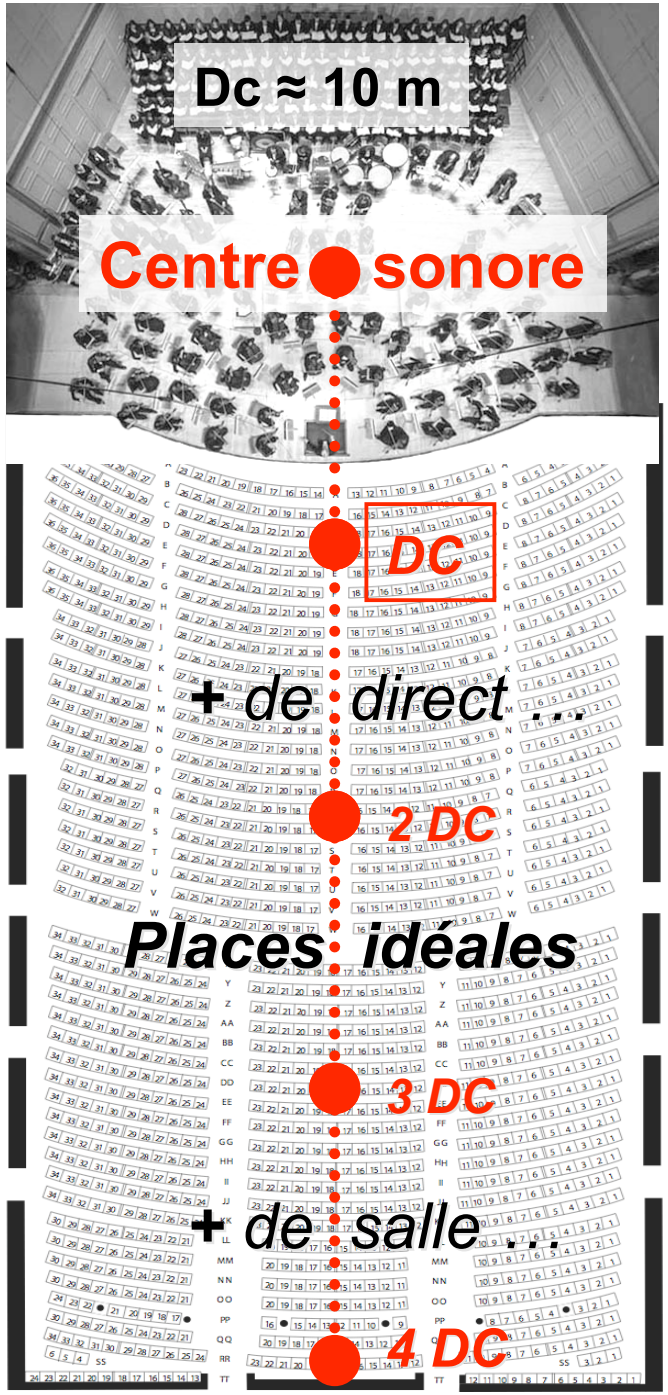
Inauguré en 1900

(dans le Top 10 des meilleures salles…)



Wallace C. Sabine (Acousticien consultant), y met au point sa *"formule magique"*, à 32 ans !!

$$Tr = \frac{0{,}16 \,.\, V}{S_a \,.\, \alpha_{éq}}$$

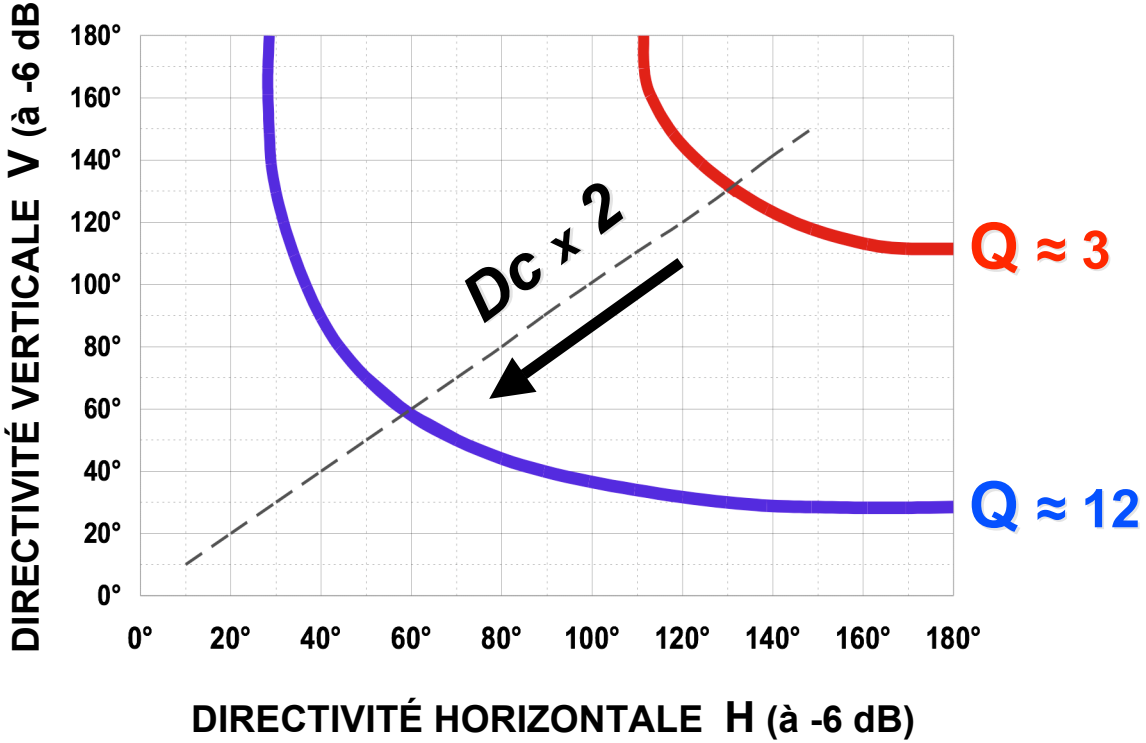


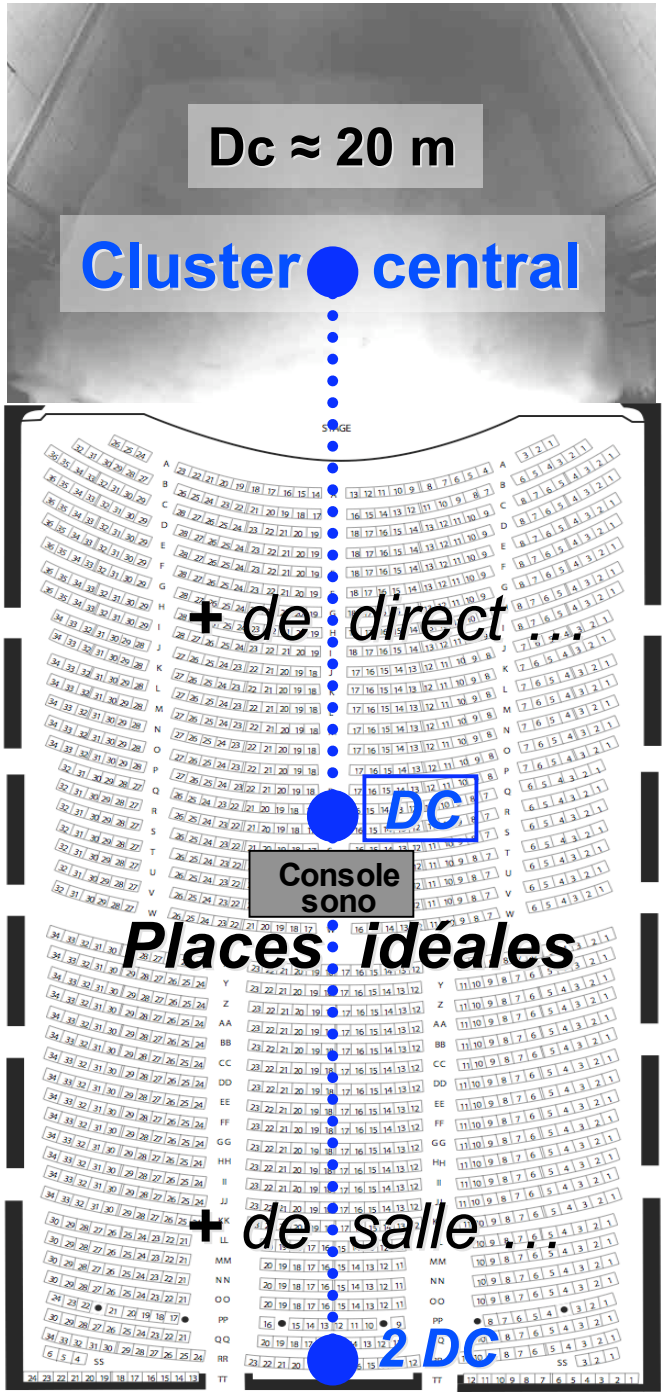
BOSTON SYMPHONY HALL
(configuration SONO)

Formule simplifiée :

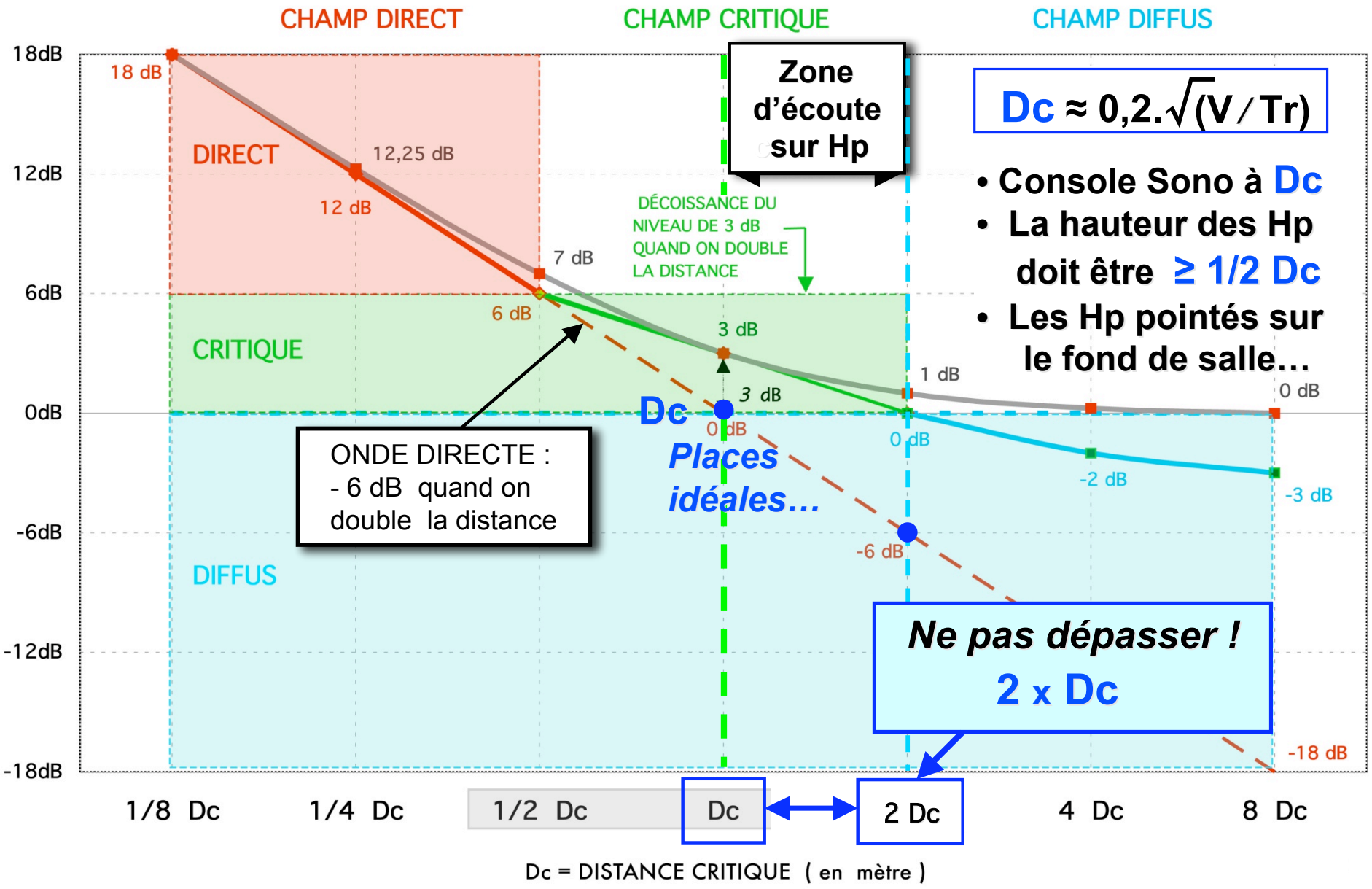
$$Q = \frac{0{,}7 \,.\, (180 \,.\, 360)}{(H \,.\, V)}$$

Q pour les pavillons à directivité contrôlée entre 500 Hz et 8 KHz.





Dc pour une écoute sonorisée (pour Q ≈ 12) dans une salle…



$$Dc \approx 0{,}2.\sqrt{(V/Tr)}$$

- Console Sono à Dc
- La hauteur des Hp doit être ≥ 1/2 Dc
- Les Hp pointés sur le fond de salle…

L'audio orienté objets pénètre le marché du broadcast...
22.2 NHK Japon

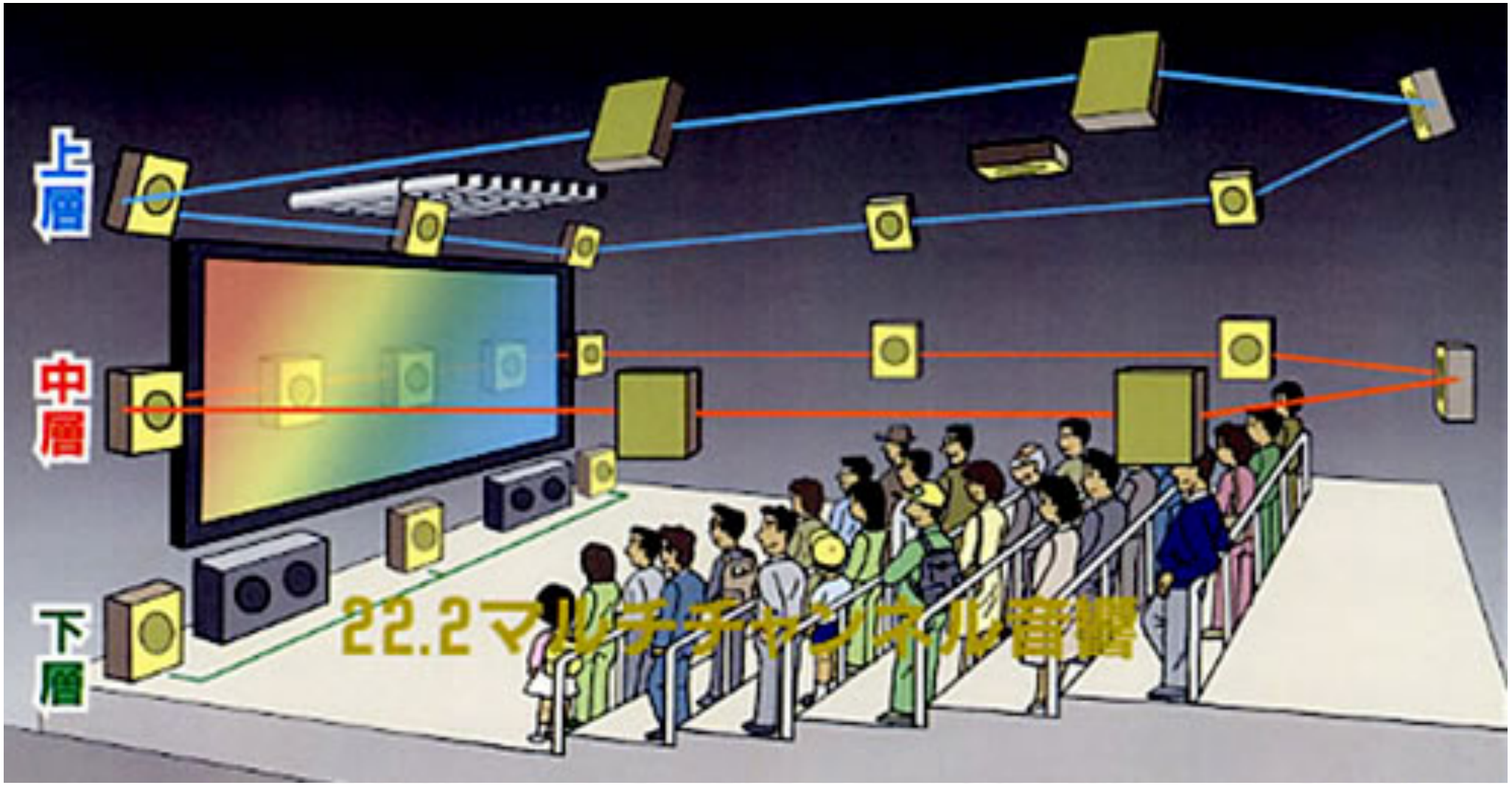


Fig. 6 Acoustic evaluation room at NHK. This room strictly adheres to Rec. ITU-R BS.1116-1.

Table 4. Geometric parameters of loudspeaker arrangement.

	Top	Middle	Bottom
Height	2.9 m	1.4 m	0.3 m
Radius	2.5 m	2.5 m	2.5 m
Elevation angle	31°	0°	−23°

We carried out the subjective evaluation in an acoustic evaluation room at NHK (Fig. 6). The design of the room strictly adheres to Rec. ITU-R BS.1116-1 [24]. The reverberation time is 0.38 s at 500 Hz, the room dimensions are 6.4 m (W) × 8.0 m (D) × 4.5 m (H), and the room complies with NR-10.

230 m³

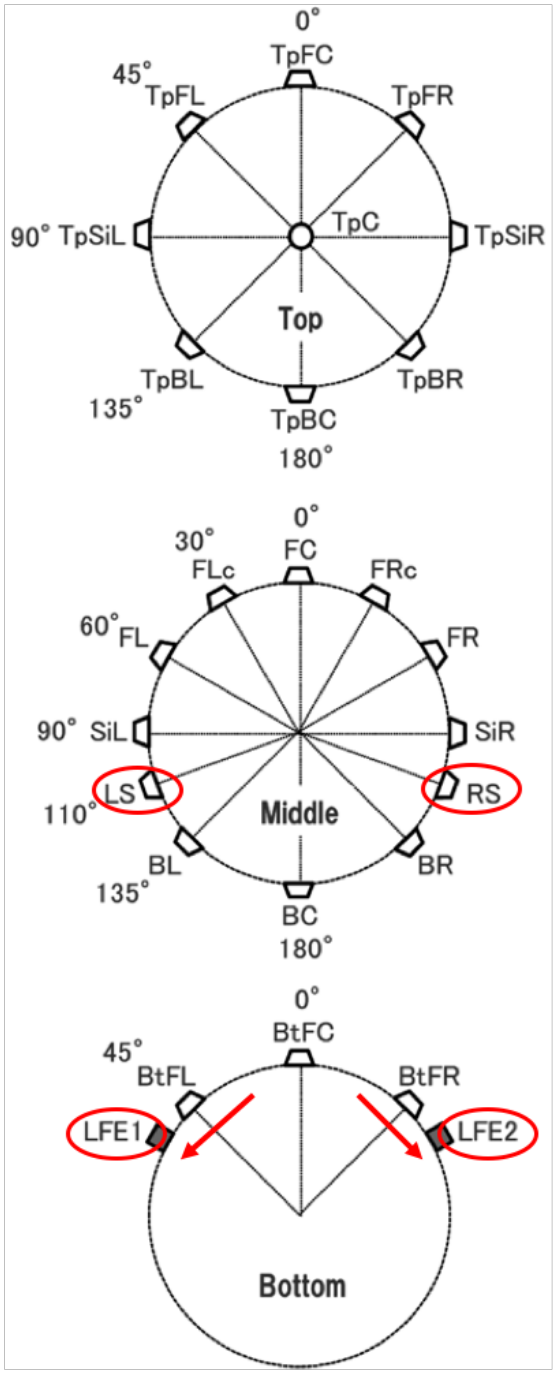


Fig. 7 Azimuthal angle of the loudspeaker arrangement in each layer.

Car régie 22.2 NHK Japon

Cabine 22.2 France Télévision

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

ACOUSTIQUE 12 - LES BASS TRAPS À RÉSONATEUR HELMHOLTZ

Publié le : 15/05/2018 13:46:33

Catégories : ACOUSTIQUE , STUDIO

Réhabilitation STUDIOS MOYENS :

- Fiction Studio 114

- Fiction Studio 115

- Fiction Studio 110

- Recommandations 2005 Studios de Fiction

- Musique Studio 106

- Musique Studio 107

- Musique Studio 118

Vintage Studio Monitors :

- Cabasse Mistral

- GENELEC 1032

- ATC SMC150A

- GENELEC 1037

- B&W DM4 / Spendor BC1

- Spendor BC3

- Rogers LS 3/5a

- TANNOY LGM Little Gold Monitor

Casques Vintage :

AKG K240 BEYER DT990 ULTRASONE HFI580

Merci de votre attention

Site : **https://www.lesonbinaural.fr**

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