

## Mastère TICV - option PCN

# Perception sonore, suite

Gaël MAHÉ

Université Paris Descartes / UFR math-info

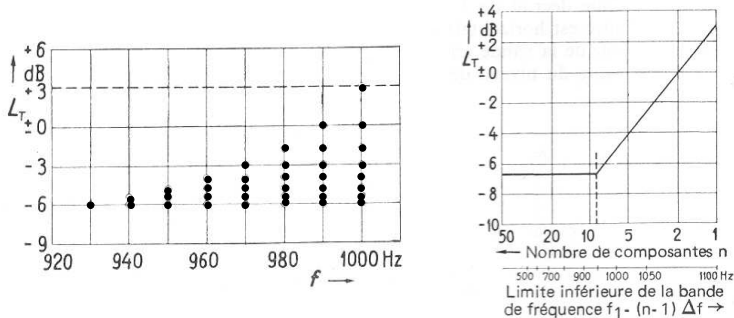
automne 2010

# Plan

- 1 Bandes critiques
- 2 Masquage fréquentiel
- 3 Masquage temporel
- 4 Spectre de phase
- 5 Timbre

## Qu'est-ce qu'une bande critique ?

Niveau des raies spectrales d'un son juste audible selon le nombre  $n$  de raies.

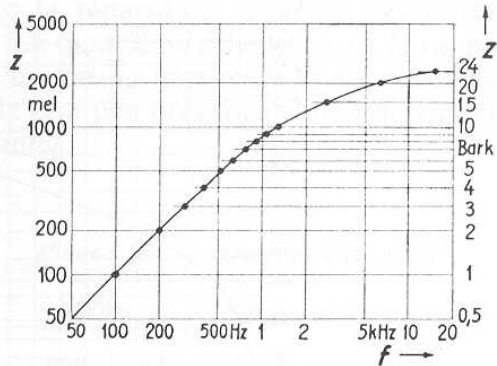


La force sonore perçue par l'oreille autour d'une fréquence  $f$  résulte d'une intégration de la puissance du son dans une bande fréquentielle  $\Delta f$  appelée **bande critique**

- Pour  $f < 500$  Hz,  $\Delta f = 100$  Hz
- Pour  $f > 500$  Hz,  $\Delta f$  proportionnel à  $f$

## Bandes critiques et hauteur

- Décomposition de la bande audible en 24 bandes critiques adjacentes.
- Tracé des points de coordonnées ( $f_{\text{max}}$  de la  $i^{\text{e}}$  BC,  $i$ ) :

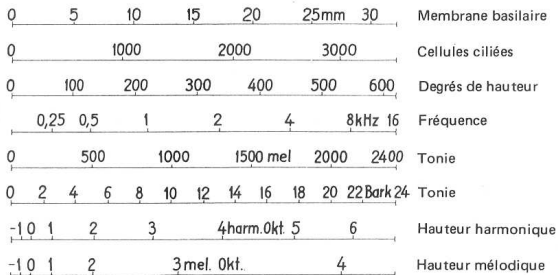


→ échelle mel = échelle des bandes critiques.

Nouvelle unité de tonie : 1 Bark = 1 BC = 100 mels

## Grandeurs physiques, perceptives et physiologiques

Echelles de hauteur et membrane basilaire :



Relation linéaire

- tonie / lieu d'excitation principal :  
 1 Bark  $\simeq$  1,3 mm de membrane
- degrés de hauteur perceptible / tonie / nombre de cellules ciliées :  
 1 degré  $\simeq$  3,9 mel  $\simeq$  6 cellules

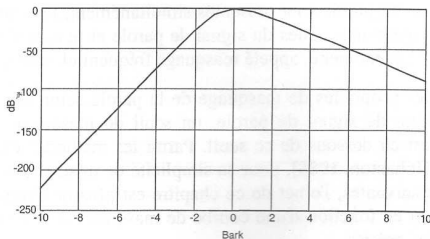
# Plan

- 1 Bandes critiques
- 2 Masquage fréquentiel
- 3 Masquage temporel
- 4 Spectre de phase
- 5 Timbre

## Seuil de masquage d'un son complexe (1)

Calcul selon la méthode de Johnston :

- Energie par bande critique :  $B(i) = \int_{f_{min}(i)}^{f_{max}(i)} |X(f)|^2 df$
- Convolution par la fonction d'étalement :  
 excitation  $E(i) = B(i) * f_E(i)$



## Seuil de masquage d'un son complexe (2)

- Seuil de masquage  $S(i) = E(i) - O(i)$ , avec

$$O(i) = \begin{cases} 5,5 \text{ dB} & \text{pour du bruit} \\ 14,5 + i \text{ dB} & \text{pour une tonale} \end{cases}$$

→  $O(i) = \alpha(15.5 + i) + (1 - \alpha)5.5$   
avec  $\alpha$  coef de tonalité

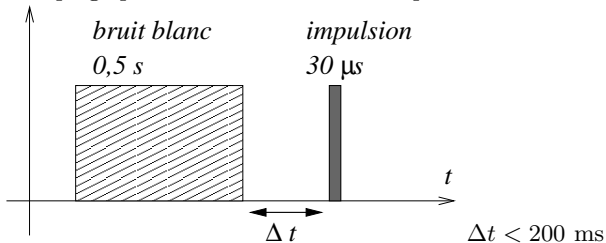


# Plan

- 1 Bandes critiques
- 2 Masquage fréquentiel
- 3 Masquage temporel**
- 4 Spectre de phase
- 5 Timbre

## Masquage temporel

- Masquage postérieur : le 1er son masque le 2e



- Masquage antérieur : le 2e son masque le 1er  
 $\Delta t < 40\text{ ms}$

# Plan

- 1 Bandes critiques
- 2 Masquage fréquentiel
- 3 Masquage temporel
- 4 Spectre de phase
- 5 Timbre

## L'oreille est peu sensible au spectre de phase, mais...

- différence de phase entre les oreilles → localisation du son
- déphasage entre deux composantes perceptible si elles sont dans la même BC
- déphasage non linéaire = retards différents pour les graves et les aigus → risque d'altération du son

# Plan

- 1 Bandes critiques
- 2 Masquage fréquentiel
- 3 Masquage temporel
- 4 Spectre de phase
- 5 Timbre

## Le timbre, mal défini...

Définition : attribut de la sensation sonore permettant de distinguer deux sons de même intensité et de même hauteur.

**Notion multidimensionnelle**, liée à plusieurs paramètres physiques :

- Forme de l'enveloppe spectrale
- Type de spectre : raies / bruit, harmoniques ou non
- aspects temporels : variation de l'énergie