

# Eléments d'acoustique

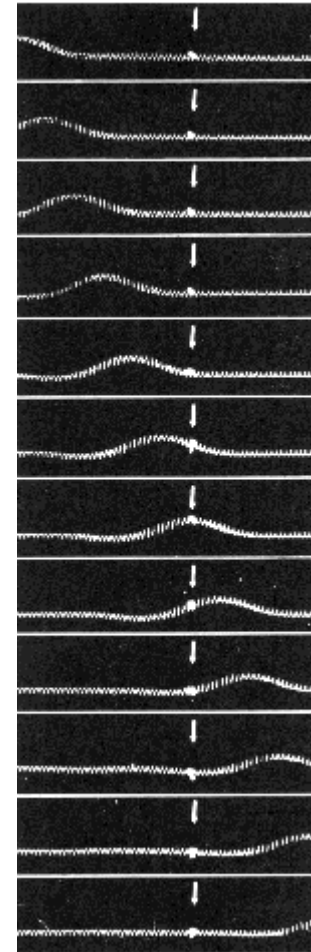
S. Natkin

Avril 2003

# Ondes (1)

LE SON EST LA PROPAGATION  
D'UNE ÉNERGIE MÉCANIQUE  
DANS UN MILIEU ÉLASTIQUE  
(AIR, L'EAU,...)

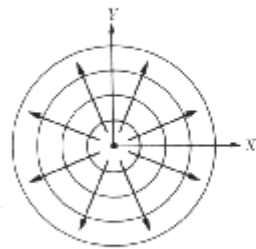
LA LUMIÈRE EST LA PROPAGATION  
D'UNE ÉNERGIE  
ELECTRO-MAGNETIQUE



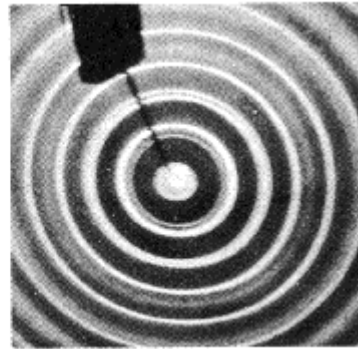
Déplacement d'une onde sur un ressort (AF)

# Ondes (2)

Ondes planes (AF)

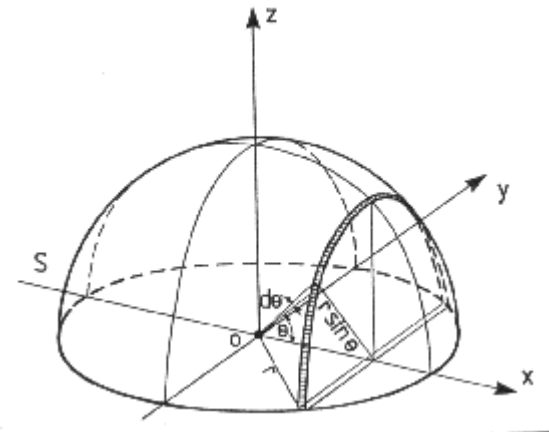


(a)



(b)

Ondes sphériques



# Caractéristiques d'une onde

Période:  $T$  (s)

Fréquence fondamentale :  $F=1/T$  (Hz)

Célérité  $C$  (m/s)

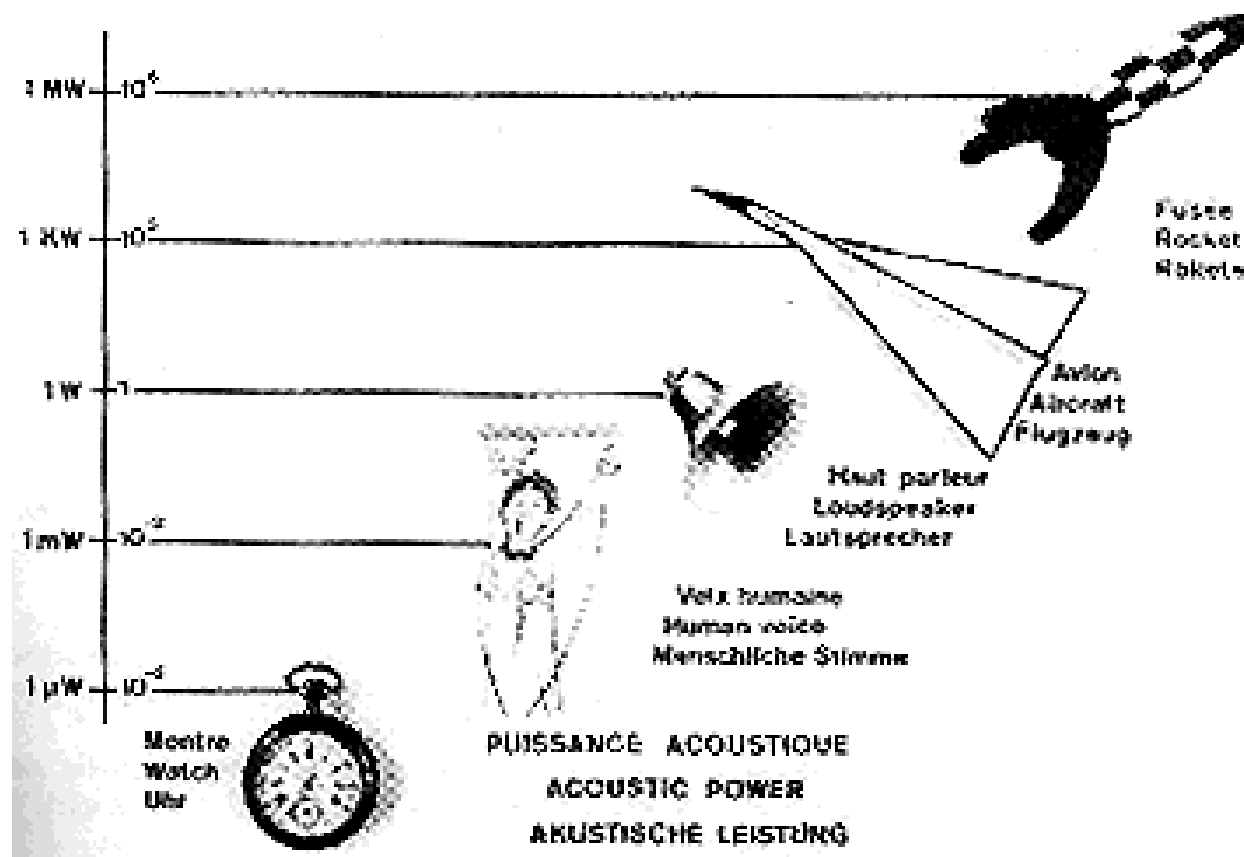
Longueur d'onde:  $L=CT$  (m)

Une onde sonore a une célérité de 330m/s A 16 ° C dans l'air

Une onde électromagnétique à une célérité de  
300 000 km/s dans le vide

200 000 Km/s dans un conducteur comme le cuivre

# Dynamique de la puissance sonore



# Echelle logarithmique le Décibel

On mesure la puissance d'un son sur une échelle logarithmique de décibel

$$P=10.\log(S/N)$$

Ou S est la puissance d'un son de référence de  $10^{-12}$  watts

On mesure selon le même principe d'autres rapports (rapport signal/bruit par exemple)

Ceci caractérise certains effets de perception acoustique

Ajouter 2 sons de même puissance p produit une augmentation de 3 dB

$$P=10 \log(2p)=10.\log(2)+10 \log(p)=p+3\text{dB}$$

Ajouter un son de puissance p et un son plus faible ( $p/10$ )

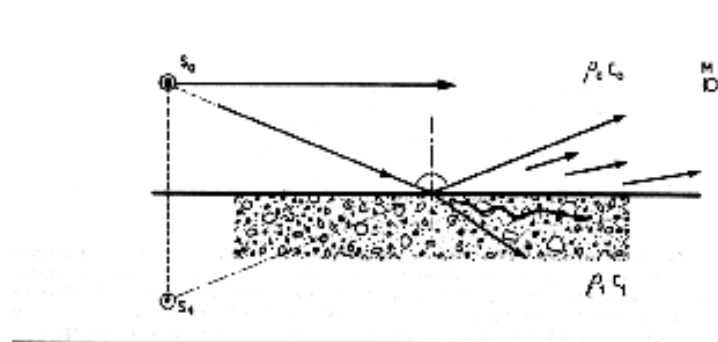
$$P=10 \log(1,1p)=10.\log(1,1)+10 \log(p)=p+0,4\text{dB}$$

# Longueur d'onde des sons perçus

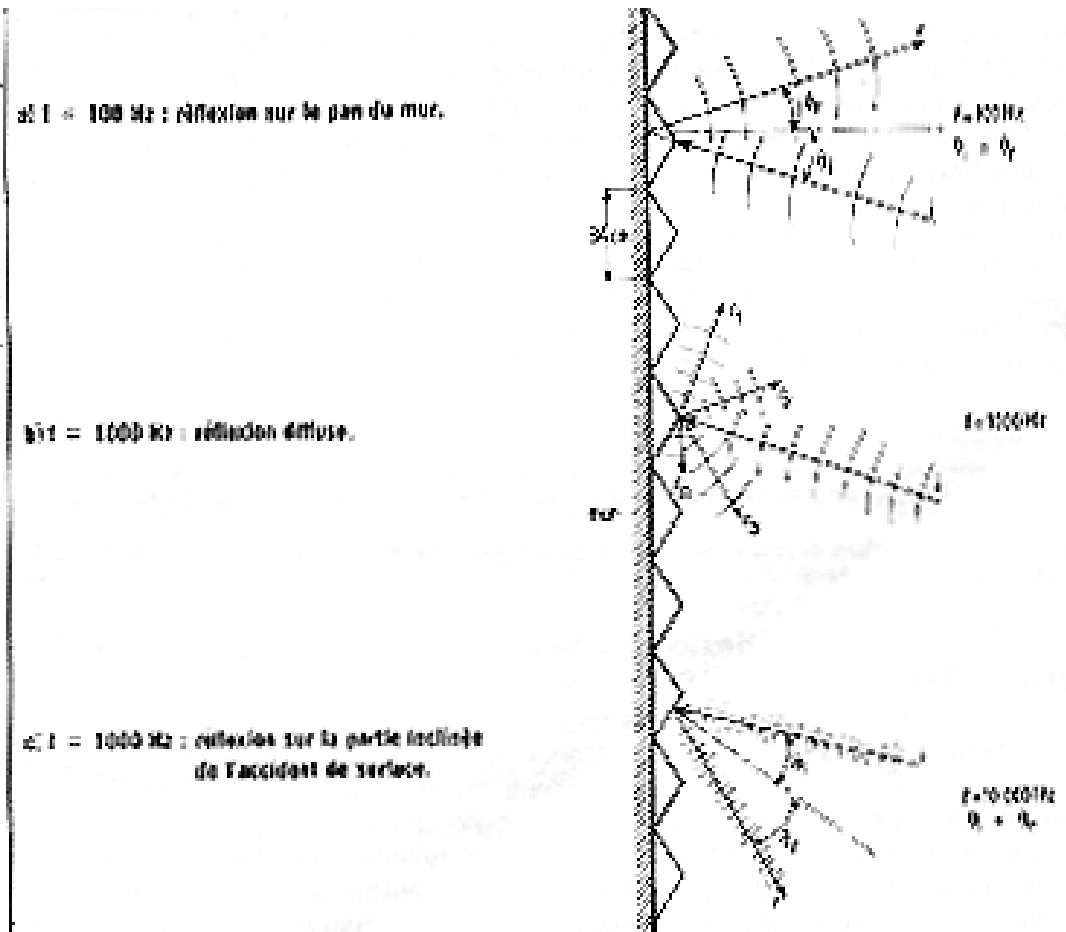
La fréquence des sons perçus par l'oreille  
varie de 20 Hz à 20000Hz

Ce qui représente des longueurs d'ondes  
variant de  $330/20=16,5\text{m}$  à 1,65 cm

# Acoustique géométrique: effets de diffusion et de diffraction des ondes sonores



Réflexion et diffusion  
Sur une paroi (TS)

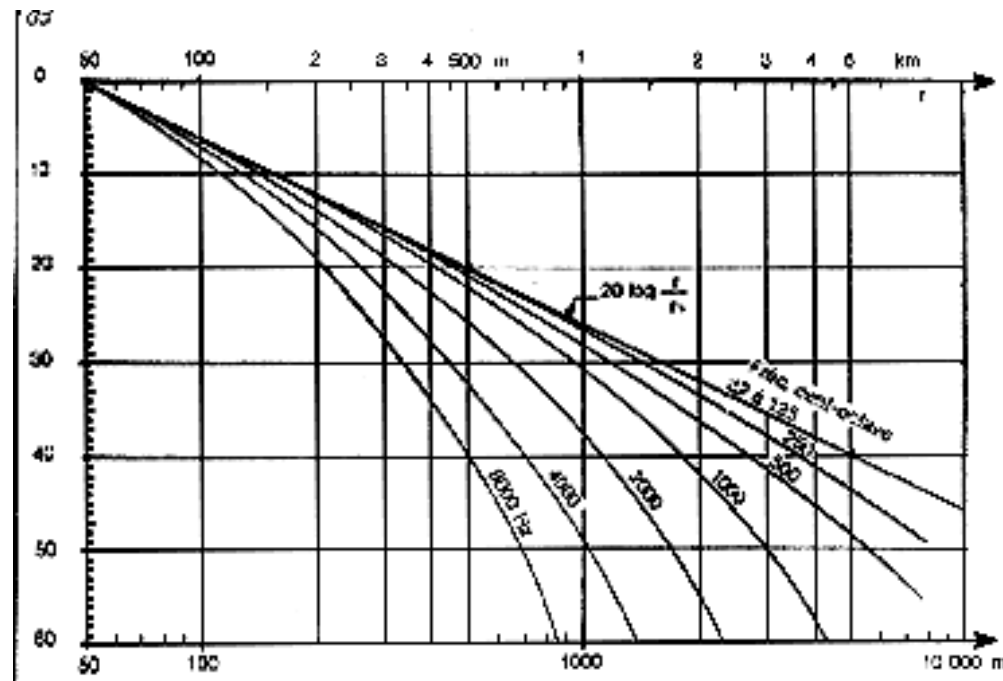




# Transformation du son

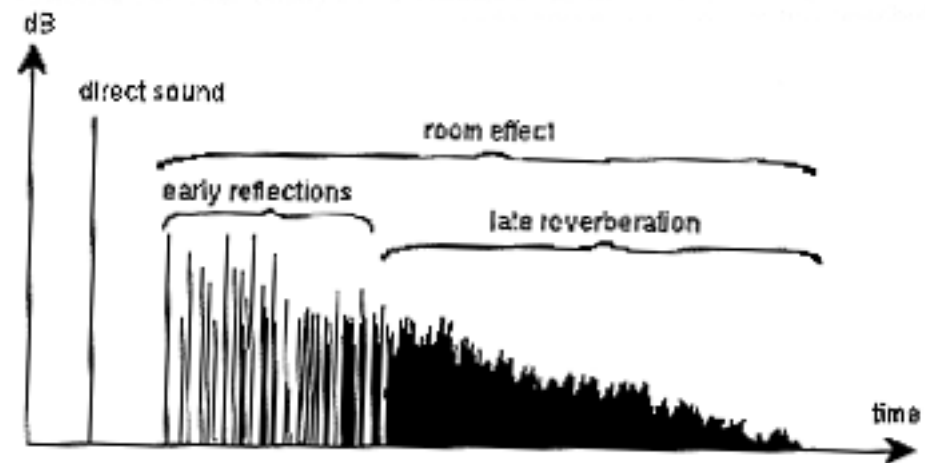
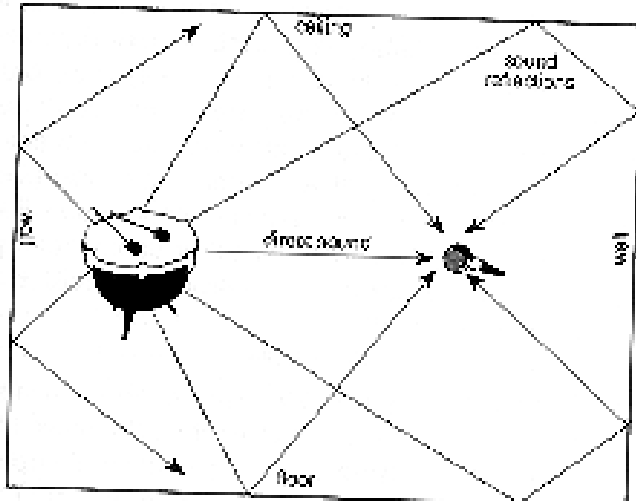
Une vibration initiale d'un objet est transformée par:

- des phénomènes d'ondes stationnaires
- des relations entre le son initial et les fréquences propres de "la salle"
- l'affaiblissement lié à la propagation dans l'air



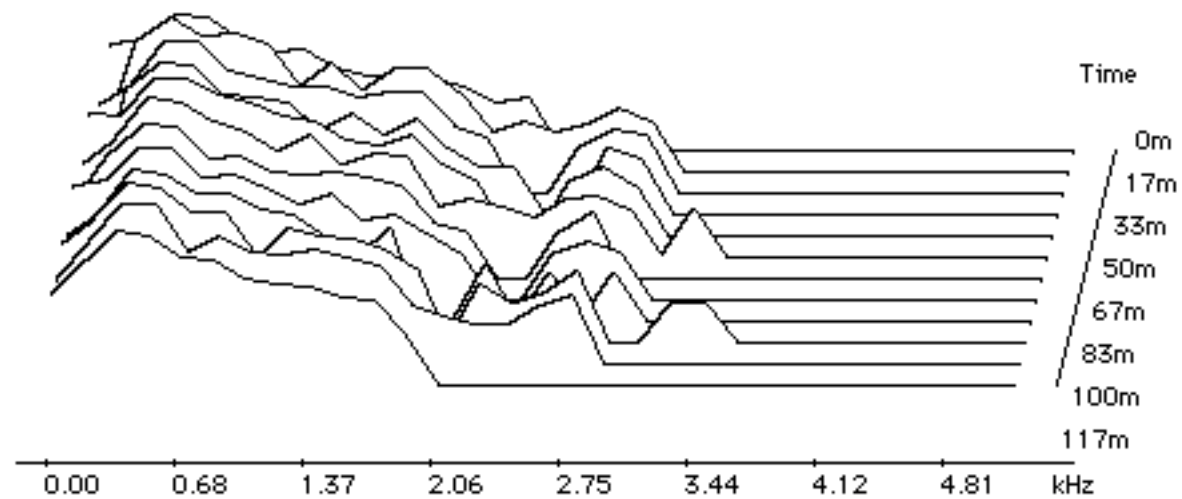
Courbes d'atténuation de la puissance sonore en fonction de la distance (TS)

# Exemple: Effet de réverbération

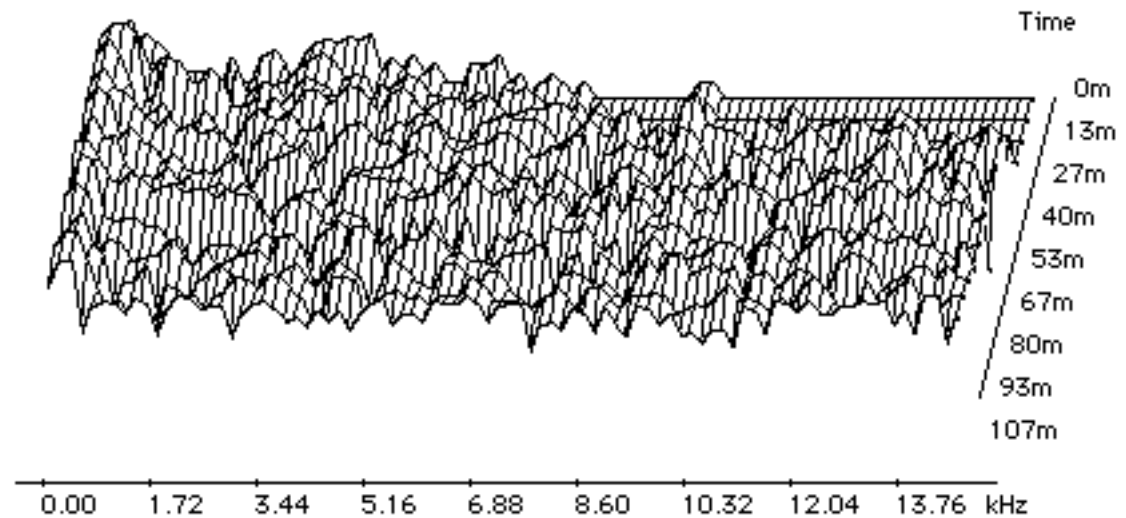
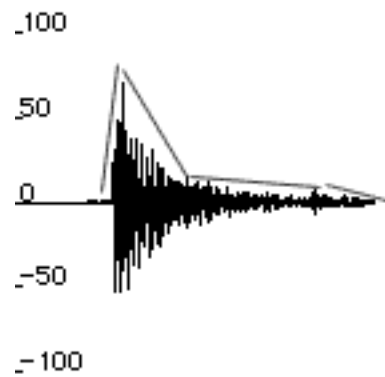


Spectre du signal réverbéré (JMJ)

# Envelope d' amplitude: piano

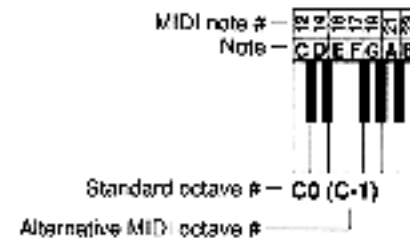
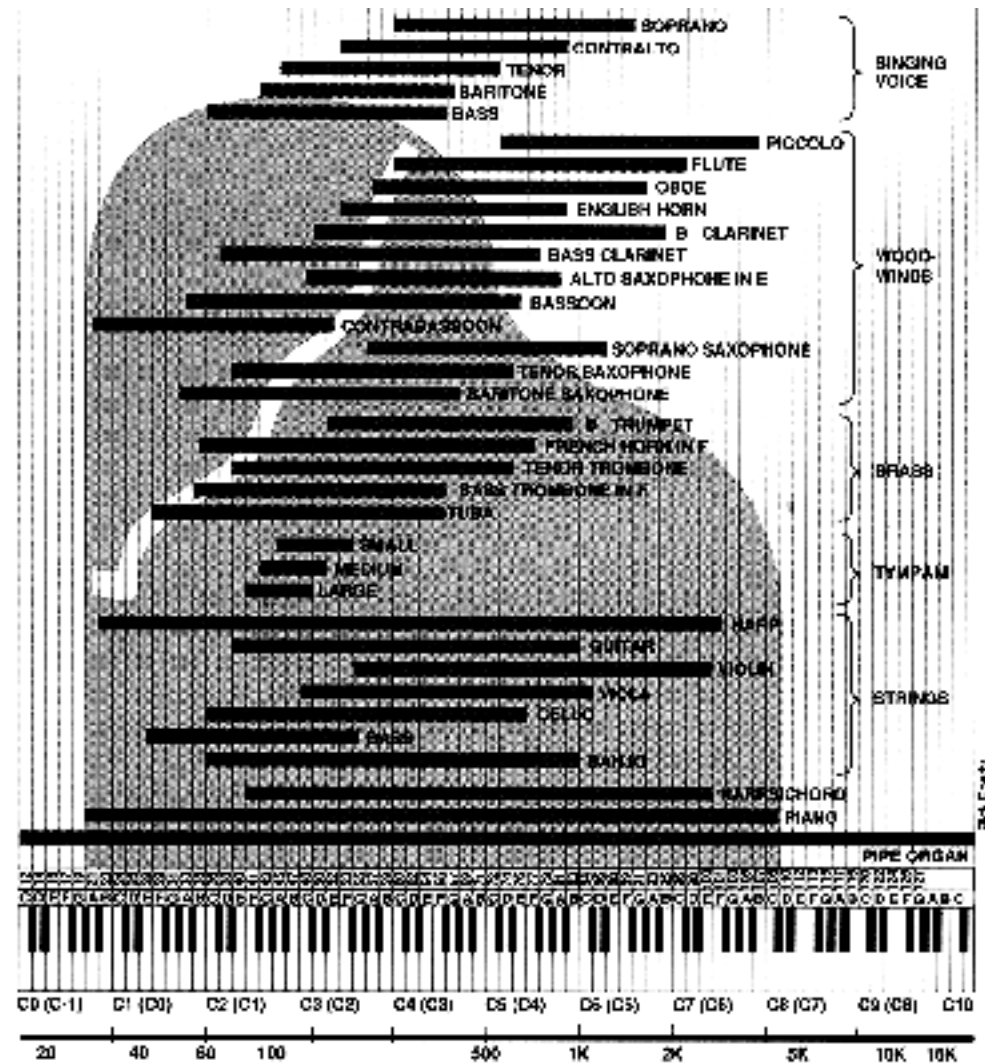


# Envelope d' amplitude: piano



# Spectre des instruments de musique

(fondamentale (JB))



# Bande passante de l'oreille humaine

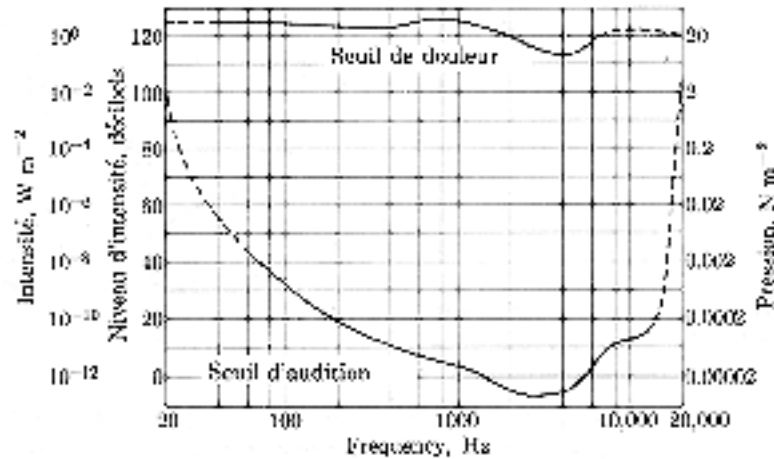
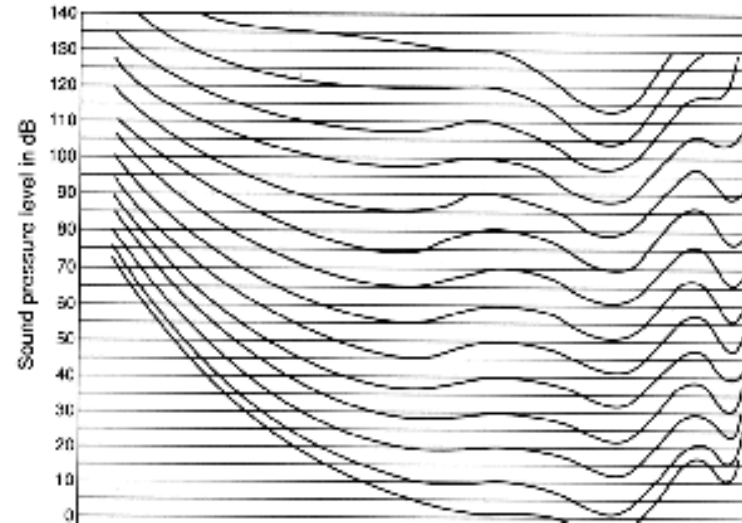
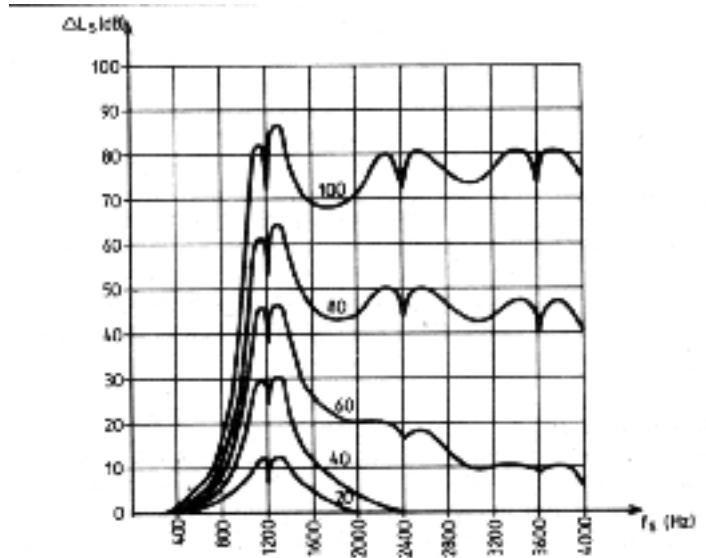


Fig. 1B-23. Domaine moyen d'audition de l'oreille humaine. (AF)



Abaques de Fletcher-Muson de sensibilité de l'oreille (JB)

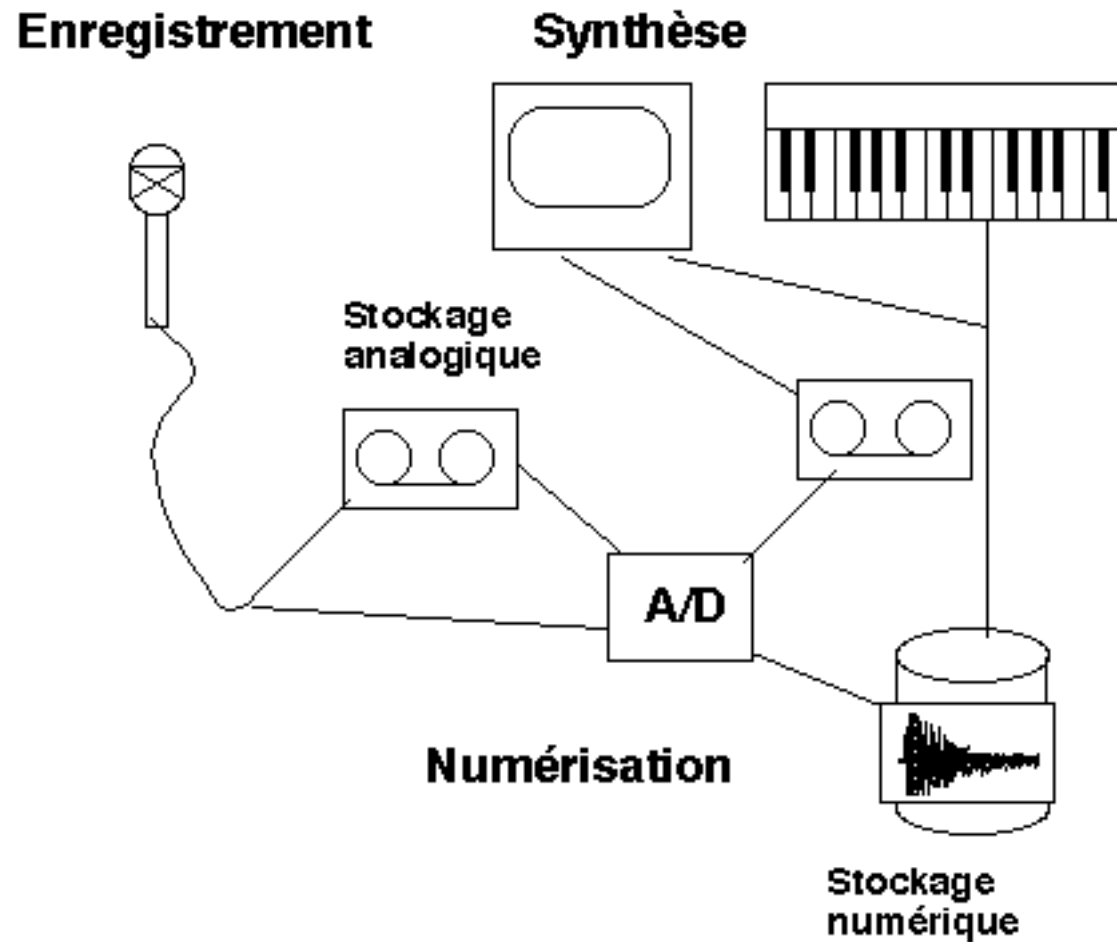


Effet de Masquage d'un son à 1200 Hz (TS)

# Audio Numérique

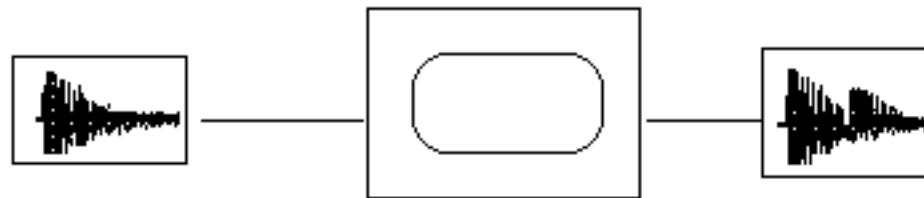
- Introduction: la chaîne des outils  
audionumériques
- Numérisation du son
- Transformations et effets
- Exemple d'outils

# La chaîne de traitement du son

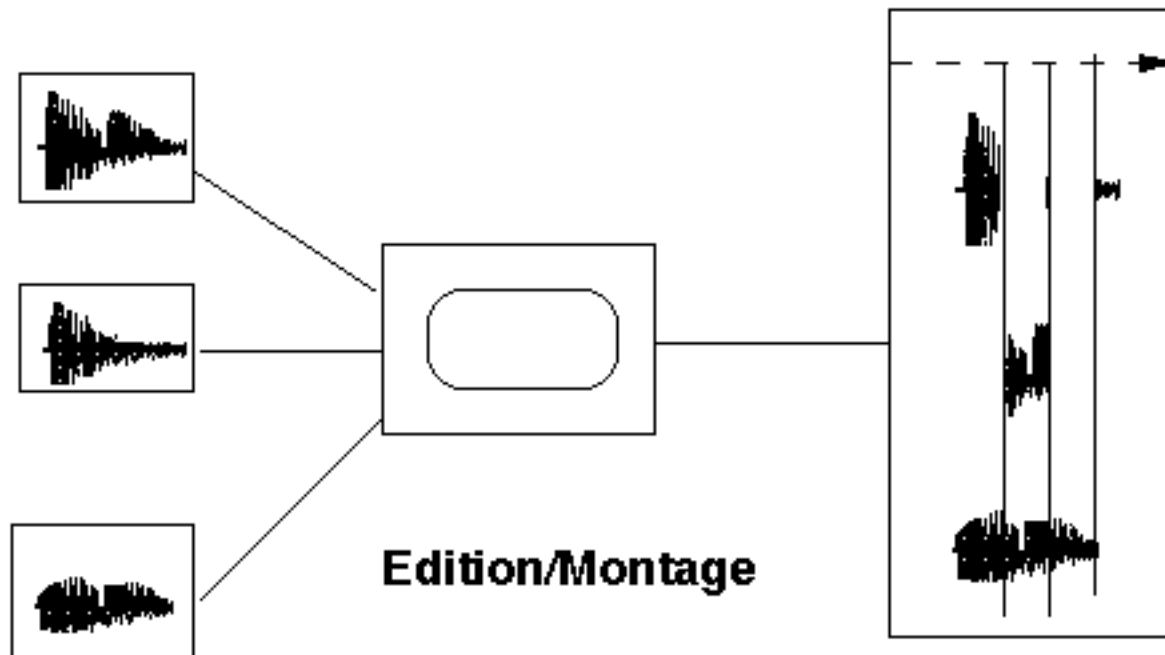




# La chaîne de traitement du son (2)

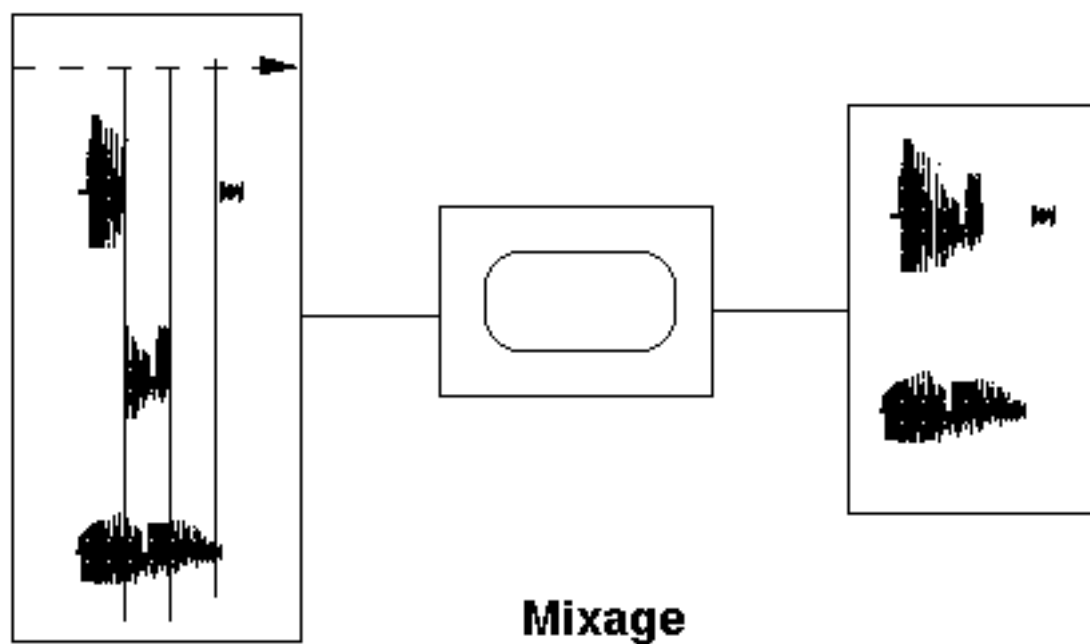


**Transformations/Effets**

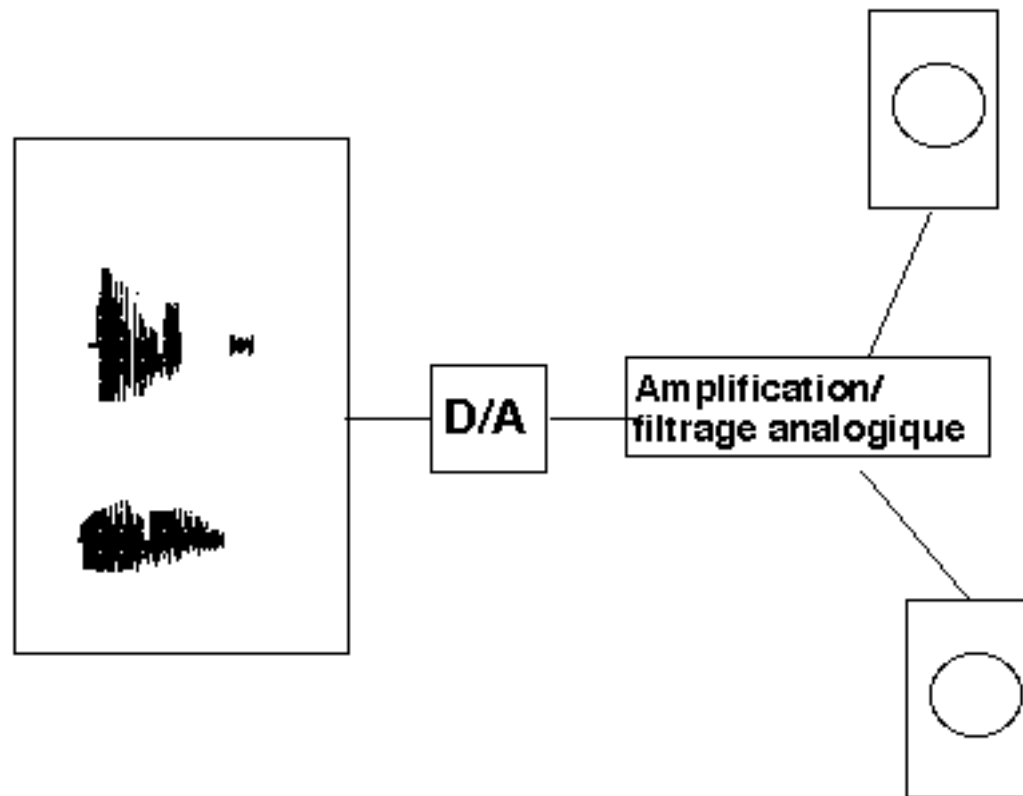


**Edition/Montage**

# La chaîne de traitement du son (3)



# La chaîne de traitement du son (4)



# Limites

Capacité de traitement

(Fft/convolution) => la réalisation des étapes complexes

en temps réel nécessite soit des processeurs dédiés (dsp), soit une capacité de traitement relativement importante

Capacité de stockage

1 s de son mono a 44.1 mpeg layer2 = 128kb

1h de son stéréo qualité cd=500 à 600 mo