

Eléments d'acoustique

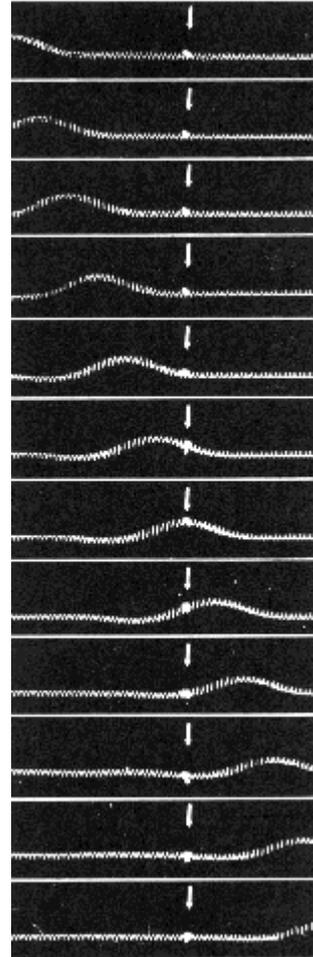
S. Natkin

Février 2004

Ondes (1)

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

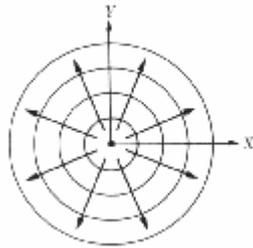
LA LUMIÈRE EST LA PROPAGATION
D'UNE ÉNERGIE
ELECTRO-MAGNETIQUE



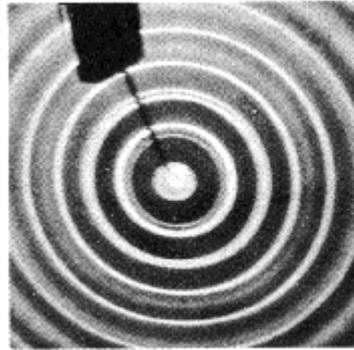
Déplacement d'une onde sur un ressort (AF)

Ondes (2)

Ondes planes (AF)

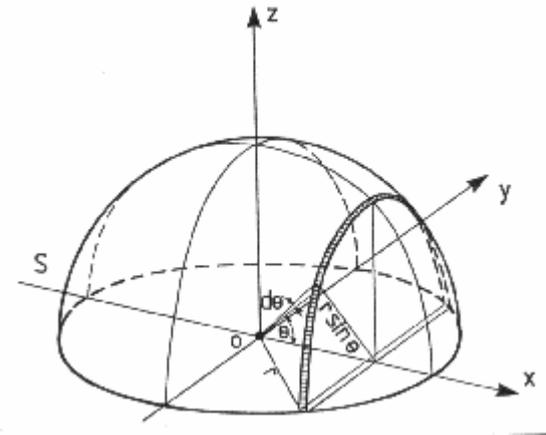


(a)



(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)

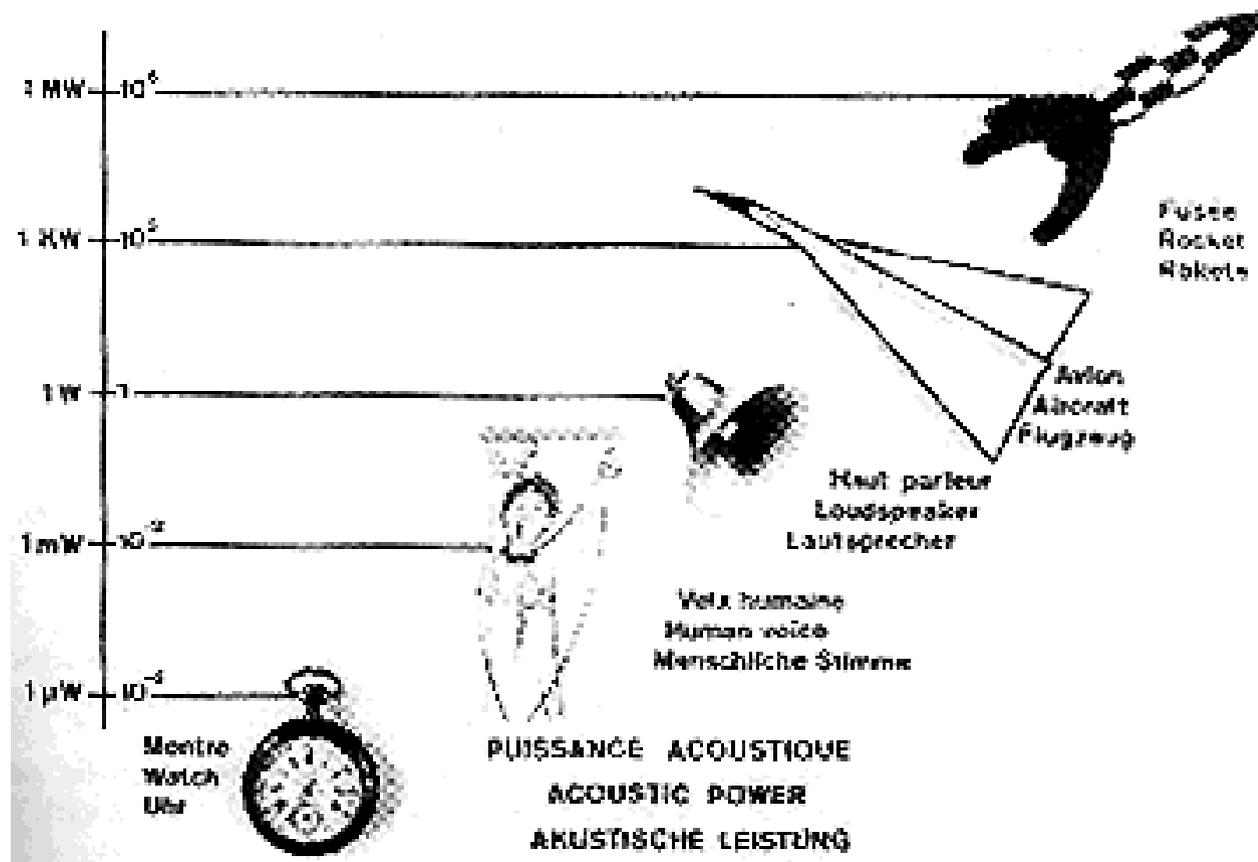
Une onde sonore a une célérité de 330m/s A 16 ° C dans l'air

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



Mesure des sons perçus

P Watt	P/Pr	DbA	Exemple	
1E+6	1E+17	170	Fusée	
1000	1E+14	140	Seuil de la douleur	
1	1E+11	110	Coup de marteau sur une plaque d'acier	Grosse caisse à 3m
0,001	1E+8	80	Usines et ateliers	Piano à 3m
1E-6	1E+6	50	Petit magasin	Clarinette à 3m
1E-08	1000	30	Auditorium	
1E-10	10	10	Chuchotement	

Echelle logarithmique le Décibel

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

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

Ou N 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

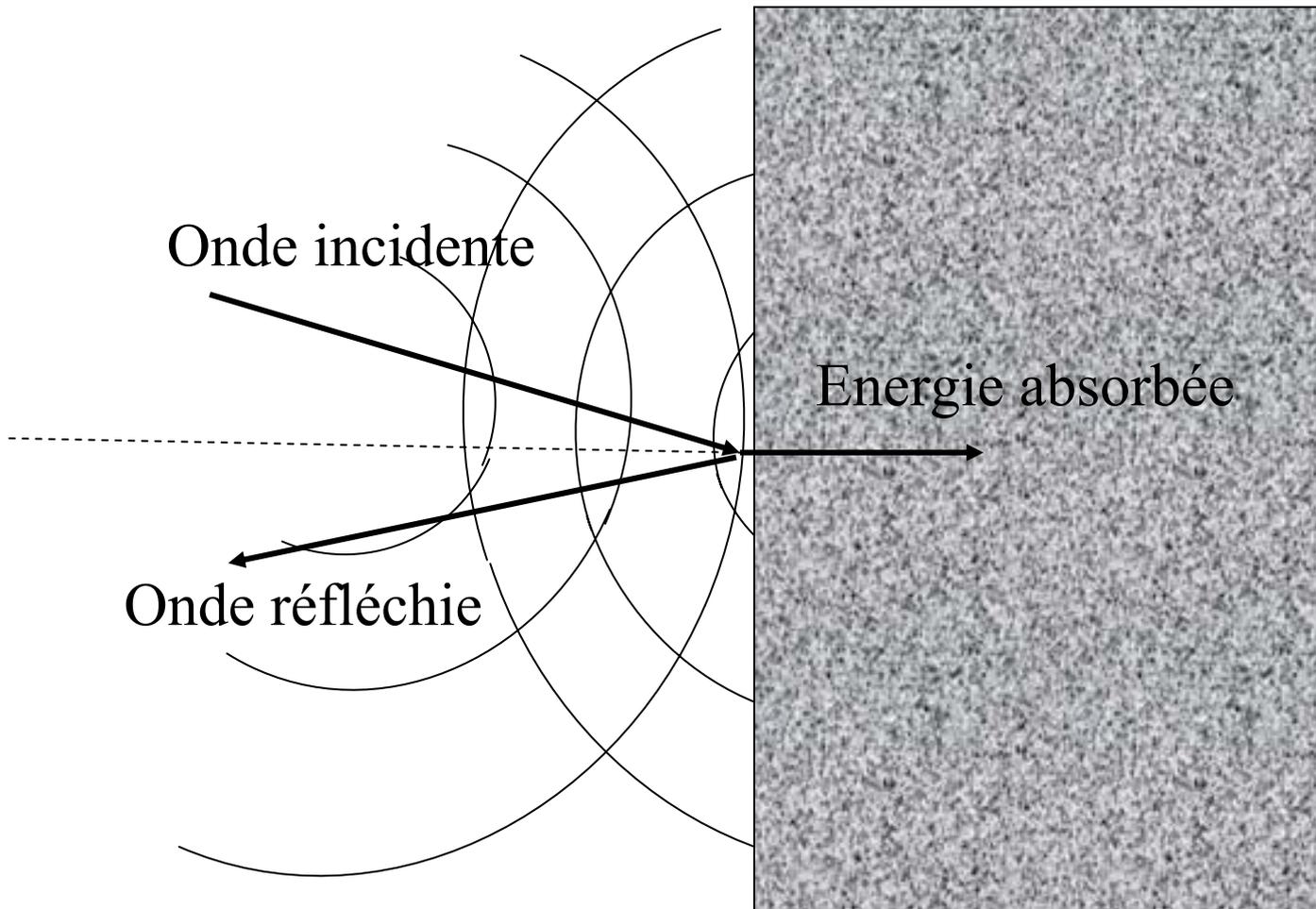
Ajouter 2 sons de même puissance p produit une augmentation de 3 dB

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

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

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

Propagation des ondes: modèle géométrique

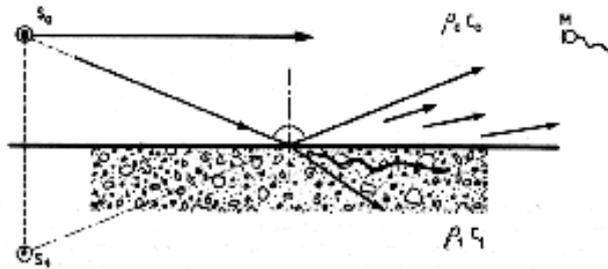


Spectre et longueur d'onde

- Spectre audible: 30Hz et 20 Khz
- Longueur d'onde comprise entre $330/30=11\text{m}$ et $330/20000=1,6\text{ cm}$

Ordre de grandeur de la perception physique

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

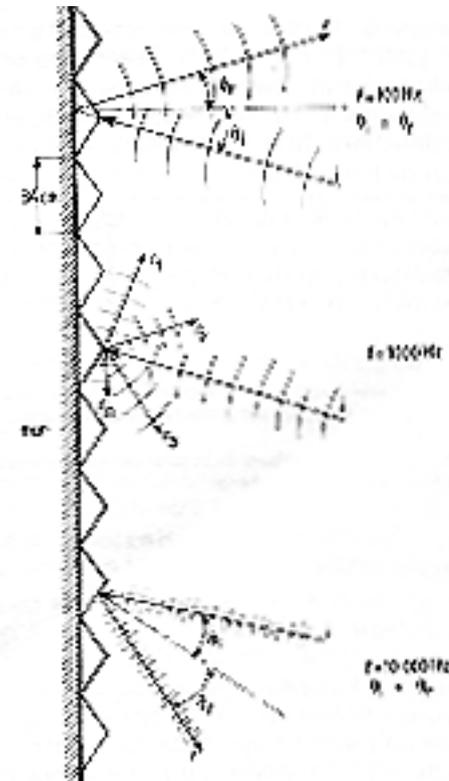


Réflexion et diffusion
Sur une paroi (TS)

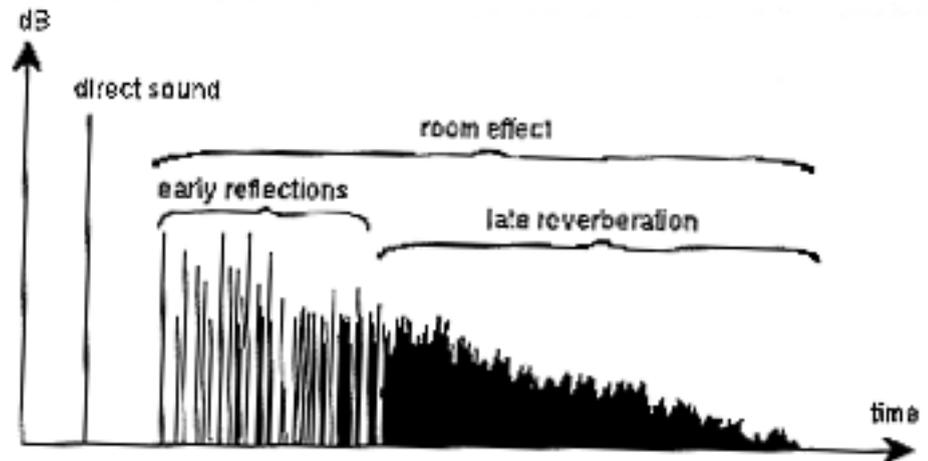
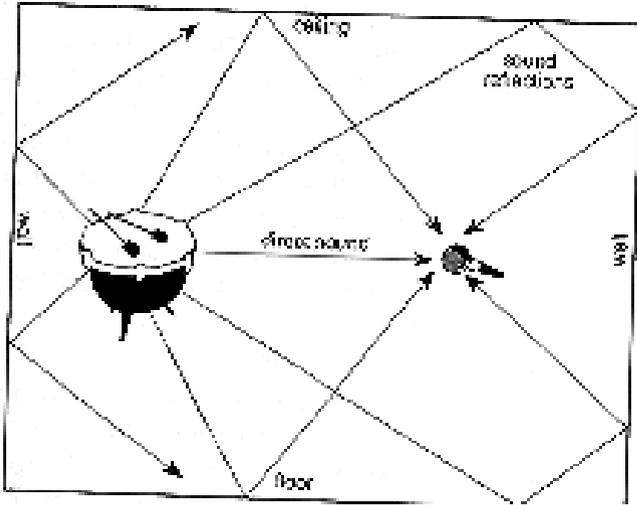
a) $f = 100 \text{ Hz}$: réflexion sur le pan de mur.

b) $f = 1000 \text{ Hz}$: réflexion diffuse.

c) $f = 1000 \text{ Hz}$: réflexion sur la partie inclinée de l'accident de surface.



Effet de réverbération



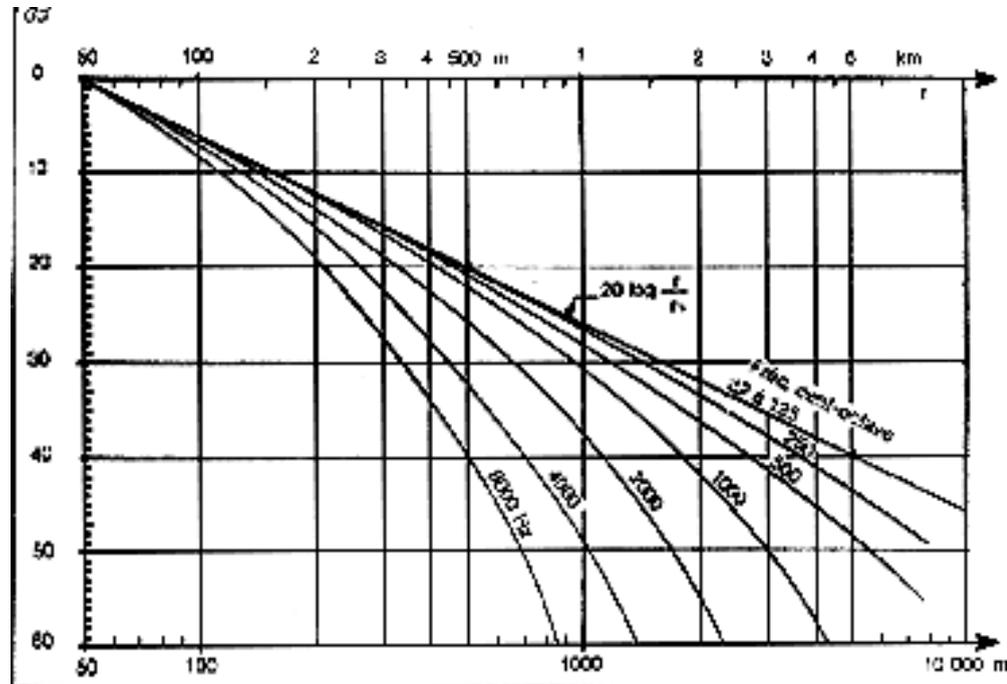
Spectre du signal réverbéré (JMJ)

Transformation physique du son

Une vibration initiale d'un objet est transformée par:

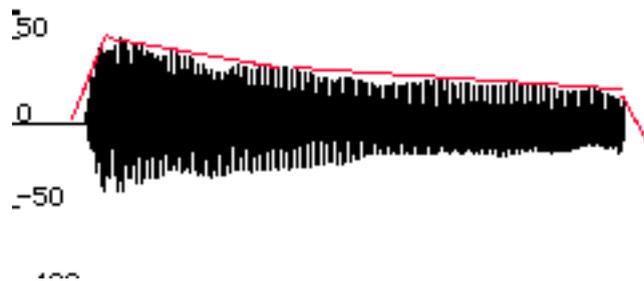
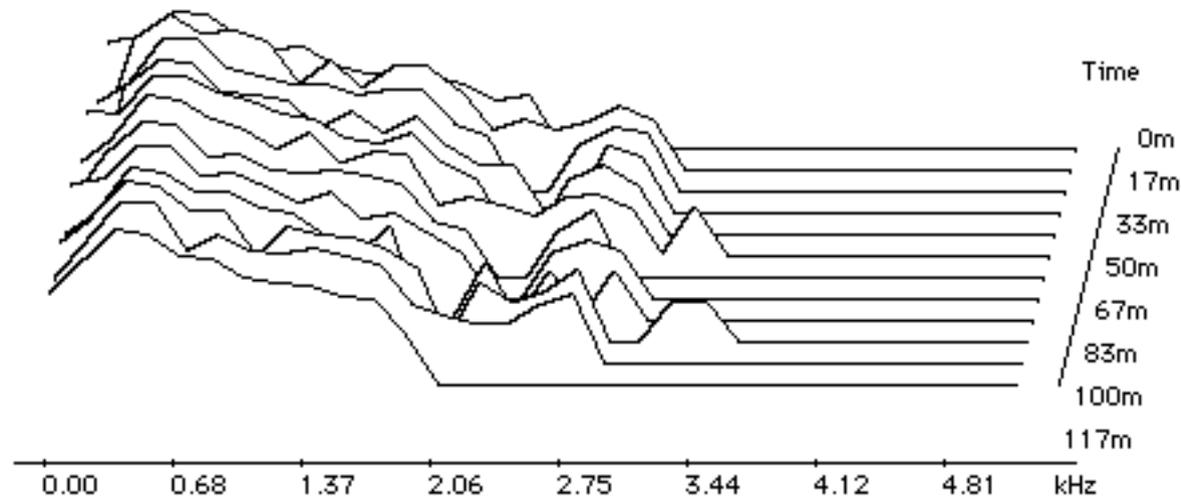
des phénomènes d'ondes stationnaires : relations entre le son initial et les fréquences propres de "la salle"

l'affaiblissement lie a la propagation dans l'air

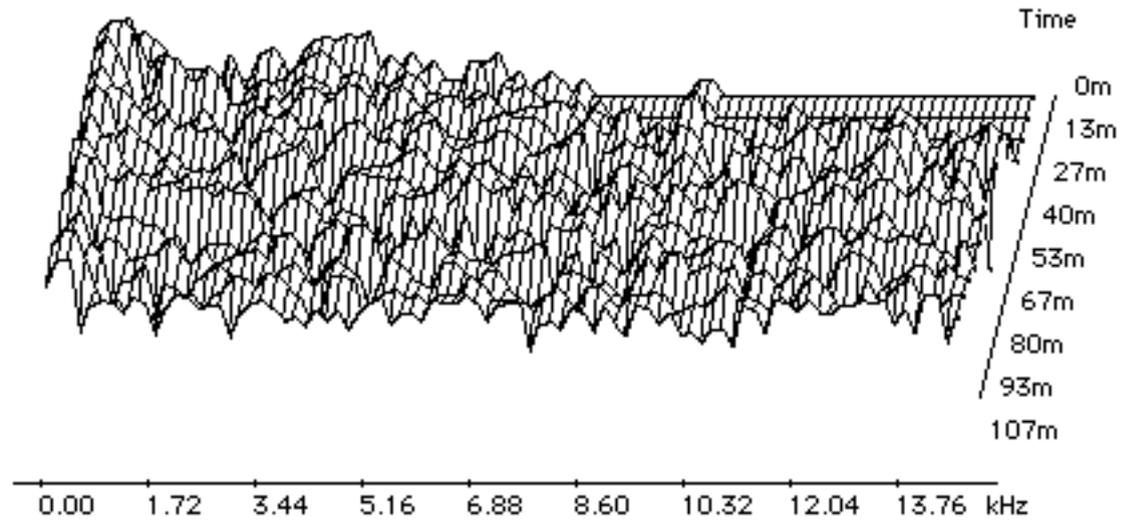
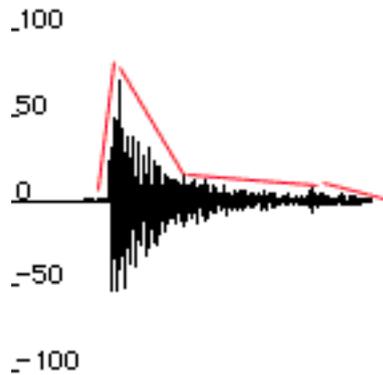


Courbes d'atténuation de la puissance sonore en fonction de la distance (TS)

Envelope d' amplitude: piano



Enveloppe d'amplitude: percussion

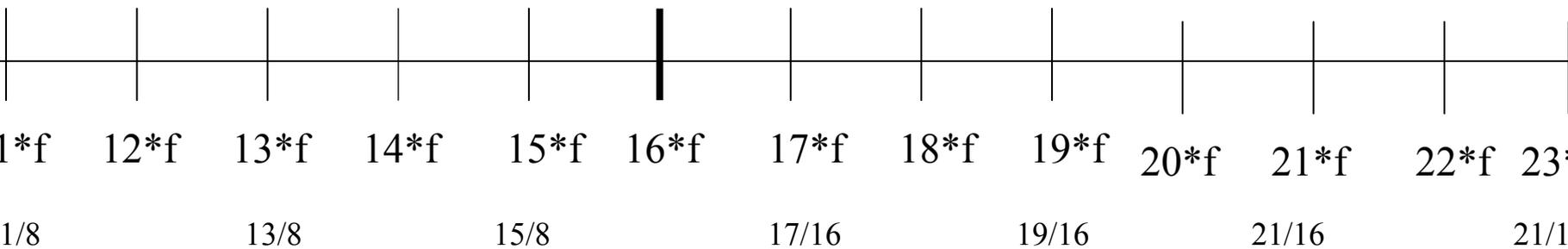
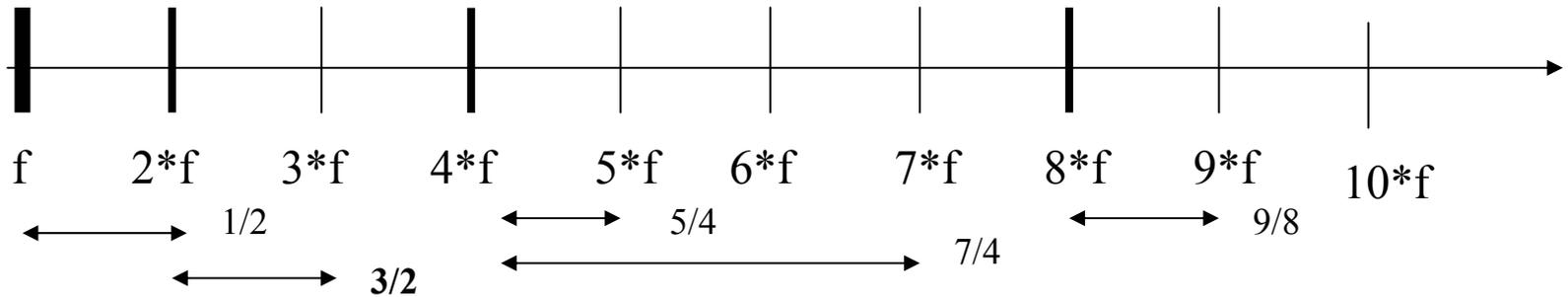


Intervalles musicaux

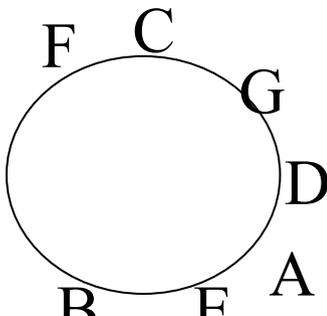
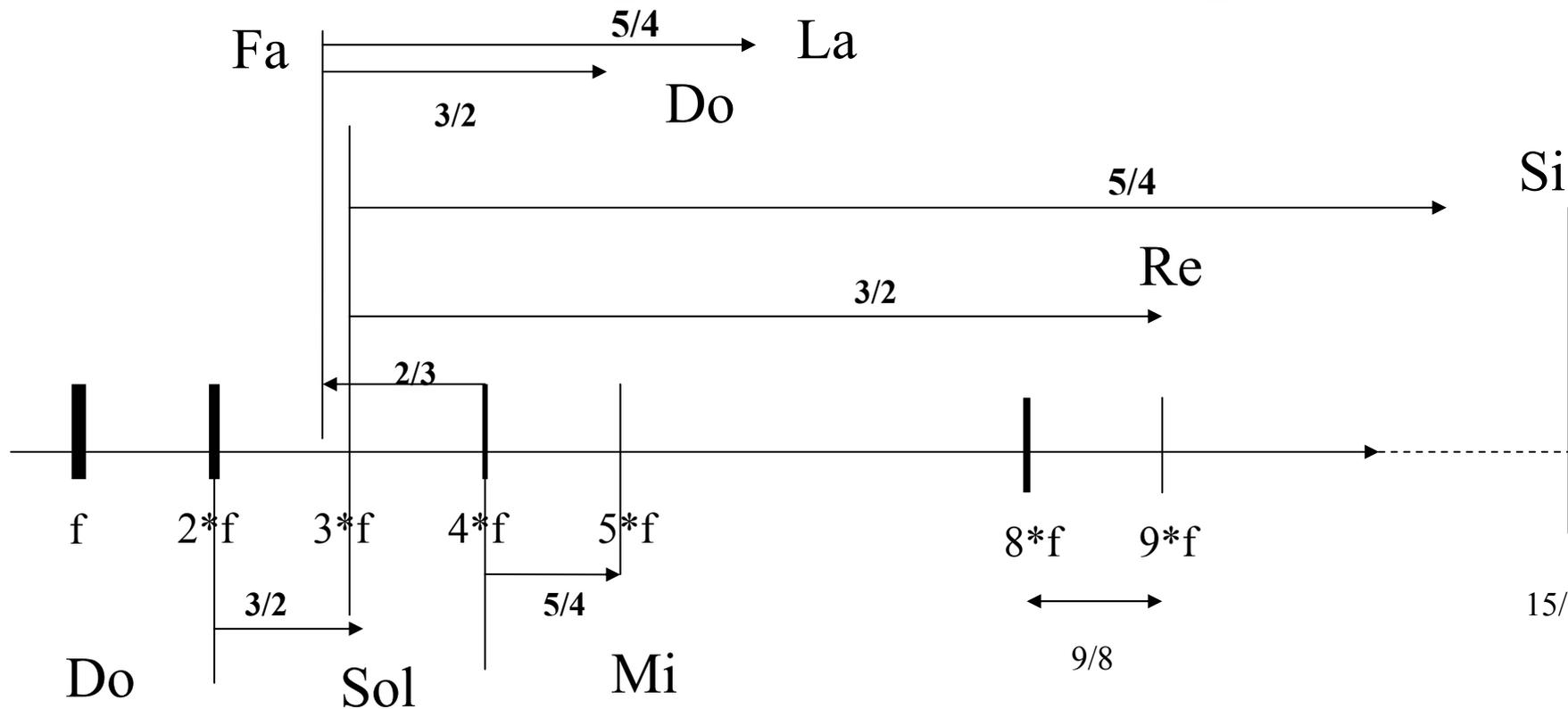
Base de la construction des gammes dans la musique occidentale

Un octave= multiplication par 2 de la fréquence

Division d'une corde selon des proportions harmoniques $1/2, 1/3, 1/4...$



Construction par tierces et quintes



Gamme naturelle et gamme tempérée

Notes	Intervalle	Gamme nat.	Gamme temp.
Do-Re	Seconde majeure	$9/8=1,125$	$(1,059)^2=1,122$
Do-Mi	Tierce Majeure	$5/4=1,250$	$(1,059)^4=1,26$
Do-Fa	Quarte	$4/3=1,333$	$(1,059)^5=1,335$
Do-Sol	Quinte	$3/2=1,5$	$(1,059)^7=1,498$
Do-La	Sixte Majeure	$5/3=1,666$	$(1,059)^9=1,68$
Do-Si	Septième Majeure	$15/8=1,875$	$(1,059)^{11}=1,88$
Do-Do	Octave	2	$(1,059)^{12}=2$

Le système tonal

