CARDON Philippe

Cours d'acoustique - 1ère année

Test du 16 Mars 2006
Durée : 1h

Il sera accordé une grande importance à la cohérence du raisonnement, à la justification des propos et à la qualité et la clarté de la rédaction et de la présentation.

1. Définir la pression acoustique et le niveau de pression acoustique. Quel est l'avantage d'utiliser des niveaux en acoustique ? Quelle est la valeur de référence de la pression acoustique dans l'air (la pression utilisée pour calculer les niveaux) ? A quoi correspond-elle physiquement ?

2. Dans l'air, on mesure en un point M de l'espace une pression acoustique p_{eff}=1Pa due au passage d'une onde plane. Quelle est la vitesse particulaire efficace en ce point M ? Comparer cette valeur à la célérité du son dans l'air. Conclusion ?

3. On définit le déplacement particulaire $\vec{\xi}$ comme le déplacement d'une particule fluide localisée en un point M, lors du passage de l'onde. La vitesse particulaire au point M est donnée par:

$$\vec{v} = \frac{\partial \vec{\xi}}{\partial t}$$

Pour une pression acoustique p_{eff}=1Pa, quel est le module du déplacement particulaire au point M lorsque l'onde plane est harmonique de fréquence 100 Hz ? 1000 Hz ?

4. Un bruit rose est-il plus grave ou plus aigu qu'un bruit blanc de même niveau global ? Justifiez.

5. Expliquez physiquement le phénomène de divergence géométrique. Comment ce phénomène se traduit-il au niveau de l'intensité acoustique pour des ondes à symétrie cylindrique (on considèrera que ces ondes sont émises par un cylindre de longueur infini rayonnant une puissance acoustique linéique W [Wm-1])?

Exercice: La mesure du niveau de pression acoustique d'un bruit par 1/3 d'octaves normalisés est donnée dans le tableau suivant:

f (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Lp(dB)	67	66	66	66	66	63	62	61	61

f (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Lp(dB)	61	61	59	59	59	55	54	52	50

Tableau 1

explique

1. Compléter le tableau 1.
2. Quelle bande de fréquence recouvre le tiers d'octave de fréquence centrale 400Hz? Même question pour l'octave centrée sur 4000Hz ?

3. Calculer le niveau de bruit par octave. En déduire le niveau global en dB et en dB(A). Expliquez la différence entre dB et dB(A) et les raisons de l'utilisation du dB(A) ?

4. Quel bruit rose aurait le même niveau global en dB(A) ?

5. Déterminer le niveau d'isosonie en phones et la sonie d'un son pur de fréquence 100Hz dont le niveau de pression acoustique serait de 60dB (réf 20µPa) ?

6. A quel niveau de pression acoustique en dB (réf 20µPa) ce son doit-il être réduit pour que sa sonie soit réduite à 1/10ème de la valeur obtenue en 5. ?

7. Quel niveau de pression acoustique en dB (réf 20µPa) ce son doit-il avoir pour que sa sonie corresponde à 10 fois la valeur obtenue en 5. ?

On rappelle que la sonie est donnée par $s = 2^{\frac{Ls-40}{10}}$ (sones) où L_s est le niveau d'isosonie en phones.

Fréquence centrale octave	125	250	500	1000	2000	4000
Pondération (A)	-16	-8.5	-3	0	+1	+1

Tableau 1 : Pondération (A) par octave

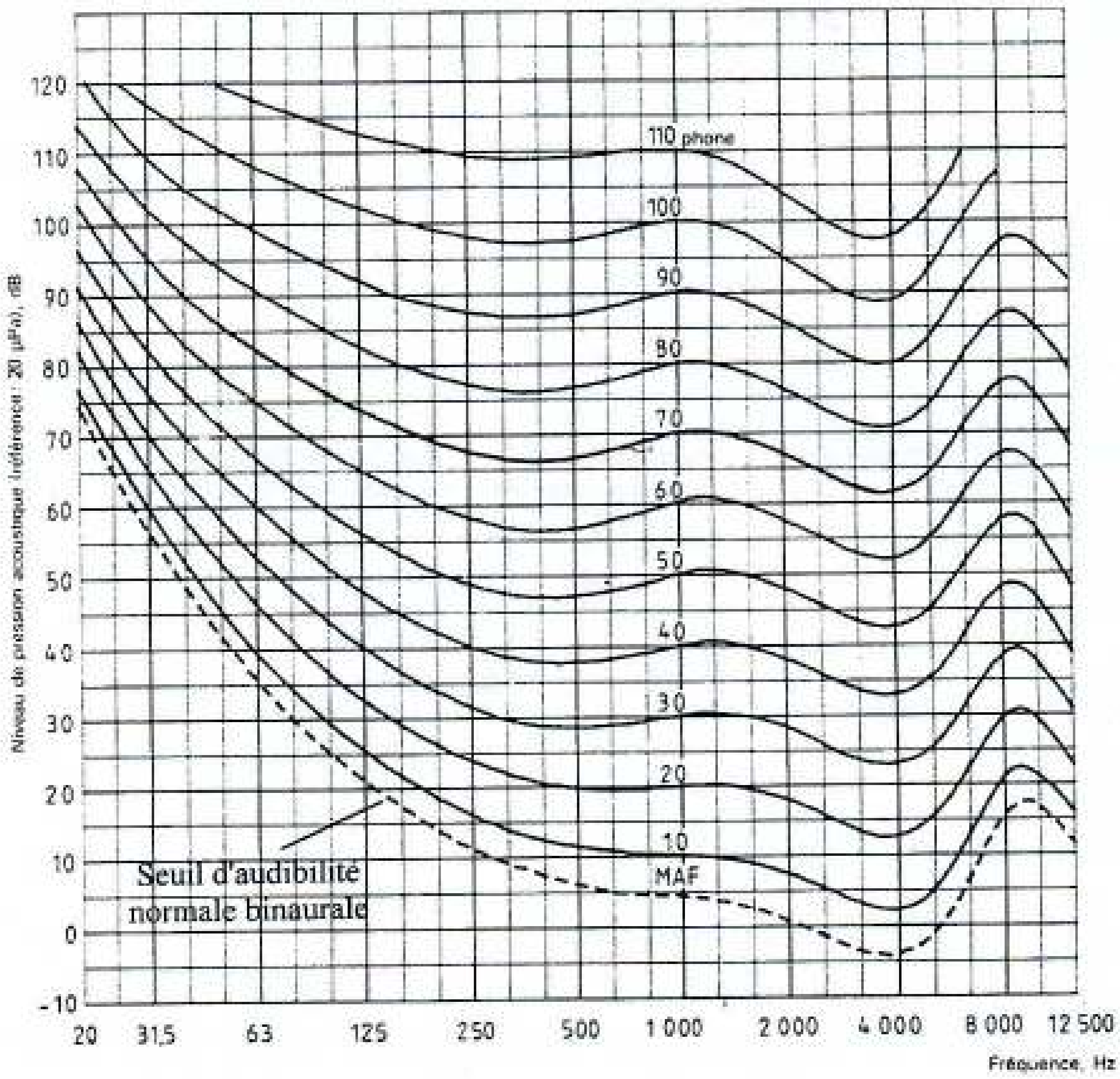

Figure 1: Courbes isosoniques (ISO266) (abscisse=fréquence centrale des tiers d'octave normalisés)

CARDON Philippe 16 mars 2006 1/2

1^e A G4

10,5/20

ACOUSTIQUE
TEST N° 1

COURS

1/ La pression acoustique est la différence de pression que provoque un son lorsqu'il se propage dans un milieu.

Le niveau de pression acoustique est une échelle logarithmique qui permet de comparer plus aisément des sons de pressions différentes.

Les niveaux en acoustique présentent l'avantage que lorsqu'on multiplie la pression d'un son ou le nombre de sources, il suffit d'ajouter un certain nombre de dB.

Définition du niveau de pression acoustique :

$$L_p = 10 \log\left(\frac{P_{eff}^2}{P_{ref}^2}\right)$$ où P_{eff} est la pression efficace

et $P_{ref} = 2.10^{-5}$ Pa, pression correspondant au seuil d'audibilité de l'oreille humaine.

1,75

2) $P_{eff} = 1\ Pa$

$$v_{eff} = \frac{P_{eff}}{\rho_0 c} = \frac{1}{400}$$

1

$$\boxed{v_{eff} = 2,5 \cdot 10^{-3}\ m \cdot s^{-1}}$$

$v_{eff} << c = 340\ m \cdot s^{-1}$ dans l'air.

3) $|\xi| = v_{eff} T$ où T est la période de l'onde

$$T = \frac{1}{N}$$

$\rightarrow |\xi| = \frac{v_{eff}}{N}$

D'après 2/, pour $P_{eff} = 1\ Pa$, $v_{eff} = 2,5 \cdot 10^{-3}$

À 100 Hz : $|\xi_{100}| = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{100}$

$$\boxed{|\xi_{100}| = 2,5 \cdot 10^{-5}\ m}$$

À 1000 Hz : $\boxed{|\xi_{1000}| = 2,5 \cdot 10^{-6}\ m}$

4) La densité spectrale d'un bruit blanc est constante ce qui induit que la pression acoustique augmente avec la fréquence, et donc qu'elle est très faible à basse fréquence.

En revanche, la pression acoustique d'un bruit rose est constante (en fonction de la fréquence). Non $G_{pp}(f) \neq$ cte

par bande de fréquence

De ce fait, un bruit rose est plus grave qu'un bruit blanc de même niveau global.

0,75

5) Plus on s'éloigne d'une source sonore omnidirectionnelle, plus l'intensité et la pression du son qu'elle produit diminuent. C'est la divergence géométrique.

Ceci s'explique par la conservation dans le temps et l'espace de la puissance du son produit.

$\overline{W}$ est linéique

Soit un cylindre de longueur L et de rayon r.

Alors $\overline{W}L = \int_S I \, dS$

où $S = L \times 2\pi r$, surface du cylindre

et $dS = dl \cdot r \, d\theta$

$\rightarrow \overline{W}L = \int_S I \, dl \, r \, d\theta$

$\overline{W}L = \int_0^L dl \int_0^{2\pi} I r \, d\theta = L \, 2\pi \, I r$

$\overline{W} = 2\pi r I$

$\rightarrow \boxed{I = \frac{\overline{W}}{2\pi r}}$

2 Ici, l'intensité acoustique diminue, comme fonction inverse de la distance à la source.

Exercice :

1/ Voir sujet 2

2/ $f_0 = 400 \text{ Hz}$

$f_1 = 400 \times 2^{-\frac{1}{6}} \simeq 355 \text{ Hz}$ 0,75

$f_2 = 400 \times 2^{1/6} \simeq 448 \text{ Hz}$

La bande de fréquence du tiers d'octave centré en 400 Hz est donc [355 , 448]

3/ Tous les tiers d'octave peuvent être considérés comme des sources de bruit incohérentes entre ~~elle~~ elles.

Donc $L_p = 10 \log\left(\sum_i 10^{\frac{L_{pi}}{10}}\right)$

Octave (100, 125, 160) : $L_{p_1} = 10 \log(10^{6,7} + 10^{6,6} + 10^{6,6})$

$= 10 \log(5.10^6 + 4.10^6 + 4.10^6)$

$= 10 \log(13.10^6) = 10 \log(1,3.10^7)$

$= 70 + 10 \log(1,3)$

$L_{p_1} = 71 \ dB$

Octave (200, 250, 315) : $L_{p_2} = 10 \log(10^{6,6} + 10^{6,6} + 10^{6,3})$

$= 10 \log(8.10^6 + 2.10^6)$

$= 10 \log(10^7)$

$L_{p_2} = 70 \ dB$

Octave (400, 500, 630) : $L_{p_3} = 10 \log(10^{6,2} + 2.10^{6,1})$

$= 10 \log(1,5.10^6 + 2,5.10^6)$

$= 60 + 10 \log(4)$

$L_{p_3} = 66 \ dB$

Octave (800, 1000, 1250) : $L_{p_4} = 10 \log(2.10^{6,1} + 10^{5,9})$

$= 10 \log(2,5.10^6 + 8.10^5)$

$= 10 \log(3,3.10^6)$

$L_{p_4} = 65 \ dB$

Octave (1600, 2000, 2500) : $L_{p_5} = 10 \log(2.10^{5,9} + 10^{5,5})$

$= 10 \log(16.10^5 + 3,2.10^5)$

$= 10 \log(1,9.10^6)$

$L_{p_5} = 63 \ dB$

Octave (3150, 4000, 5000) : $L_{p_6} = 10 \log(10^{5,4} + 10^{5,2} + 10^5)$

$= 10 \log(2,5.10^5 + 1,6.10^5 + 10^5)$

$= 10 \log(5,1.10^5)$

$L_{p_6} = 57 \ dB$

$L_{p_{global}} = 10 \log(10^{7,1} + 10^7 + 10^{6,6} + 10^{6,5} + 10^{6,3} + 10^{5,7})$

CARDON Philippe

$$L_{P global} = 10 \log(1{,}25.10^7 + 10^7 + 4.10^6 + 32.10^6 + 2.10^6 + 5.10^5)$$
$$= 10 \log(3{,}22.10^7)$$

$$\boxed{L_{P global} = 75 \text{ dB}}$$

2

5) $L_S = 68$ phones

$S = \log(10^{\frac{L_S - 40}{10}}) = \cancel{\log(2{,}8)}$

$S = 2{,}8$

6) ~~[illegible]~~

$\rightarrow L_S = \cancel{[illegible]}$ 58 phones

$L_P = 49$ dB