Questions de cours

La sonie est l'équivalent sensoriel de l'intensité physique d'un son. Elle mesure le rapport subjectif entre deux sensations d'intensité sonore. Elle dépend non seulement du niveau acoustique, mais aussi du contenu fréquentiel et de la durée des signaux.

Son unité est le sone.

La sonie est un indice très influent dans les études sur la qualité sonore et est également un facteur prédominant dans l'évaluation de la gêne.

La presbyacousie est un phénomène plus ou moins marqué selon les individus et qui résulte du vieillissement. Elle est définie comme une perte progressive de l'audition, liée à l'âge, bilatérale et symétrique, surtout dans les fréquences élevées (sons aigus) lesquelles permettent une bonne perception de la parole. Le terme provient des mots grecs *presby*, qui signifie 'plus vieux', et *akousis*, signifiant 'audition'. Le parallèle avec la presbytie, qui concerne l'effet du vieillissement sur la vision est assez évident.

Couplage sonie-tonie ; le niveau d'intensité est un facteur influençant la tonie. La tonie des fréquences médium reste inchangée. En revanche, les graves tendent à être plus graves, et les aigus plus aigus lorsque le niveau d'intensité augmente : la sensation de hauteur dépend donc de l'intensité.

Le bruit blanc a une densité spectrale de puissance constante quel que soit la bande du spectre. L'impression obtenue est celle d'un souffle ; il paraît plutôt brillant car notre oreille intègre la fréquence par fraction d'octave (oreille équivalente à un filtre de largeur proportionnelle à une bande d'octave ; +3 dB par octave).

1. Quel est le niveau équivalent (Leq) de ce signal pour une durée d'observation de 40 secondes (temps de passage d'un train) ?

$$Leq(T) = 10\log\left(\frac{1}{T}\left(\underbrace{\int_0^{t1} 10^{\frac{Lp1(t)}{10}} dt}_{I_1} + \underbrace{\int_{t1}^{t2} 10^{\frac{Lp2(t)}{10}} dt}_{I_2} + \underbrace{\int_{t2}^{T} 10^{\frac{Lp3(t)}{10}} dt}_{I_3}\right)\right)$$

Par symétrie $I_1=I_2$, les deux signaux développent la même énergie.

$Lp_1(t) = a.t+b$ t=0 => $Lp_1(t) = 60=b$

t=10 => $Lp_1(t) = 90=10a+b$, d'où a=3

$Lp_1(t) = 3t+60$ d'ou

$$I_1 = \int_0^{10} 10^{0,.3t+6} dt = 10^6 \int_0^{10} 10^{0,3t} dt = 10^6 \int_0^{10} e^{0,3\ln 10.t} dt$$ soit

$$I_1 = 10^6 \left[\frac{e^{0,3\ln 10.t}}{0,3\ln 10}\right]_0^{10} = 1.446.10^9$$

2. Quel est le niveau équivalent sur une heure ($Leq_{(1h)}$) pour le passage d'un seul convoi ?

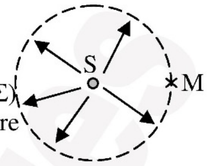
Soit Lp_1 le niveau du bruit de fond, on a alors :

$$Leq(1h) = 10\log\left(\frac{1}{3600}\left(40\times 10^{\frac{Leq(40s)}{10}} + 3560\times 10^{\frac{Lp_1}{10}}\right)\right)$$

3. Même question s'il y a 10 passages de trains dans l'heure.

$$Leq(1h) = 10\log\left(\frac{1}{3600}\left(400\times 10^{\frac{Leq(40s)}{10}} + 3200\times 10^{\frac{Lp_1}{10}}\right)\right)$$

1. a) On utilise l'indice haut (0) pour le cas d'une source omnidirectionnelle.



La surface (Σ) est une sphère

SM = d

L'intensité sonore I, en M, s'écrit : $I = \dfrac{P}{4\,\pi\,d^2}$

Le niveau sonore, en M, s'écrit :

$$L_I^{(0)} = 10\log\frac{P}{4\,\pi\,d^2 \times I_0} \quad \text{puis :} \quad L_I^{(0)} = 10\log\frac{P}{I_0} - 10\log(4\,\pi\,d^2) \ \text{(A)}$$

Maths : Surface d'une sphère de rayon d : $4\,\pi\,d^2$

Maths : $L_I^{(0)} = 10\log\dfrac{P}{4\,\pi\,d^2 \times I_0} = 10\log\dfrac{P}{I_0} + 10\log\dfrac{1}{4\,\pi\,d^2}$ et : $10\log\dfrac{1}{4\,\pi\,d^2} = -10\log 4\,\pi\,d^2$

Le niveau de puissance de la source s'écrit :

$$L_W = 10\log\frac{P}{P_0} = 10\log\frac{P}{I_0 \times 1\,m^2} \quad \text{soit :} \quad L_W = 10\log\frac{P}{I_0} - \underbrace{10\log(1\,m^2)}_{\text{terme nul}} \ \text{(B)}$$

La comparaison des relations (A) et (B) donne : $\boxed{L_I^{(0)} = L_W - 10\log 4\,\pi\,d^2}$

b) Dans la situation (1), la puissance P émise par la source se répartit sur une surface deux fois moins grande. Le niveau sonore, en M, s'écrit :

$$L_I^{(1)} = 10\log\frac{P}{\dfrac{4\,\pi\,d^2}{2} \times I_0} = 10\log\frac{2\,P}{4\,\pi\,d^2 \times I_0} \quad (*)$$

Le niveau d'intensité sonore s'écrit encore : $L_I^{(1)} = 10\log 2 + L_I^{(0)}$.

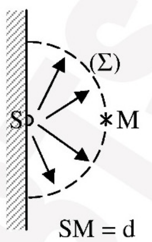
On en déduit : $\boxed{L_I^{(1)} = L_W - 10\log 4\,\pi\,d^2 + 10\log 2}$

Maths : $\log\dfrac{2\,P}{4\,\pi\,d^2 \times I_0} = \log 2 + \log\dfrac{P}{4\,\pi\,d^2 \times I_0}$

Dans la situation (2), on a : $L_I^{(2)} = 10\log\dfrac{P}{\dfrac{4\,\pi\,d^2}{4} \times I_0} = 10\log\dfrac{4\,P}{4\,\pi\,d^2 \times I_0}$ (*)

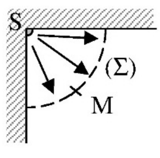
On en déduit : $\boxed{L_I^{(2)} = L_W - 10\log 4\,\pi\,d^2 + 10\log 4}$

(1)



SM = d

La surface (Σ) est une demi-sphère



SM = d

(2)

La surface (Σ) est un quart de sphère

Remarque : Surface d'une demi-sphère de rayon d : $2\,\pi\,d^2$

Surface d'un quart de sphère de rayon d : $\pi\,d^2$

(*) Notons bien, avant de passer à la question suivante, que tout se passe comme si :

◆ Dans la situation (1), l'énergie délivrée par la source était **deux** fois plus importante, en direction du point M, que dans le cas (0) d'une source omnidirectionnelle !

◆ Dans la situation (2) (deux parois), l'énergie délivrée par la source était **quatre** fois plus importante, en direction du point M, que dans le cas d'une source omnidirectionnelle !

2. a) Dans le cas d'une source sonore de facteur de directivité Q (**), on peut écrire (en tenant compte de la définition fournie dans le texte) :

L'intensité sonore I, en M, s'écrit : $I = \dfrac{Q\,P}{4\,\pi\,d^2}$

et le niveau sonore, en M, s'écrit : $L_I = 10\log\dfrac{Q\,P}{4\,\pi\,d^2 \times I_0} = 10\log\dfrac{P}{I_0} - 10\log 4\,\pi\,d^2 + 10\log Q$

Le niveau de puissance de la source s'écrit encore : $L_W = 10\log\dfrac{P}{I_0}$.

On en déduit : $\boxed{L_I = L_W - 10\log 4\,\pi\,d^2 + ID}$ avec : $\boxed{ID = 10\log Q}$

(**) : Le terme « facteur » renvoie à une grandeur sans dimension ; c'est le cas de Q. Le terme « coefficient » renvoie à une grandeur qui possède une dimension.

b) L'identification des diverses relations de la 1° question avec la relation plus générale donne :

Situation (0)	Situation (1)	Situation (2)
Q = 1	Q = 2	Q = 4
ID = 0	ID = 3 dB	ID = 6 dB