Corrections
Chapitre 1 - Notions d'acoustique

Hervé Lissek

Electroacoustique (BA5)

Exercice 1. Niveaux acoustiques

1. **Niveau de pression acoustique**
   Le niveau de pression acoustique est défini comme $L_p = 10.log_{10}(\frac{\tilde{p}^2}{p_0^2})$, avec $p_0 = 20\mu$ Pa.
   Ainsi, $L_p = 20.log_{10}(\frac{2.10^{-2}}{2.10^{-5}}) = 60$ dB (re. 20 μPa).
   PS : Il faut toujours préciser la valeur en dB par rapport à une valeur de référence et son unité ! ! !

   Il est utile de connaître quelques règles de calcul des logarithmes décimaux. Par exemple, $log_{10}(2) = 0.301$, donc $20.log_{10}(2) \approx 6$ dB.
   Ainsi $L_{2p} = 20.log_{10}(\frac{2\tilde{p}}{p_0}) = L_p + 20.log_{10}(2) = 60 + 6 = 66$ dB (re. 20 μPa).
2. **Niveau d'intensité acoustique**
   $L_I = 10.log_{10}(\frac{I}{I_0}) = 10.log_{10}(\frac{1.10^{-3}}{1.10^{-12}}) = 90$ dB (re. 10^{-12} W.m^{-2}).
   PS : Il faut toujours préciser la valeur en dB par rapport à une valeur de référence et son unité ! ! !
3. **Niveau de puissance acoustique**
   – Si on mesure l'intensité acoustique à une distance r de la source d'ondes sphériques de puissance W, l'intensité acoustique $I(r)$ est donnée par :
   $I(r) = \frac{W}{4\pi r^2}$
   (la puissance W se propage dans le milieu de manière sphérique, ainsi la puissance intégrée sur une sphère de rayon r doit se conserver le long de la propagation et être égale à W).
   – $W_0 = I_0.S_0 = 10^{-12}.1 = 10^{-12}$ W.
   – $L_W = 10.log_{10}(\frac{1.10^{-3}}{1.10^{-12}}) = 90$ dB (re. 10^{-12} W)

   PS : Il faut toujours préciser la valeur en dB par rapport à une valeur de référence et son unité ! ! !

Exercice 2. Addition de niveaux sonores

Pour des sources sonores **décorrélées**, on peut sommer directement les **intensités** acoustiques : $I_t = I_1 + I_2$.
Alors le niveau d'intensité total est :
$L_t = 10.log_{10}(\frac{I_t}{I_0}) = 10.log_{10}(\frac{I_0.10^{\frac{L_1}{10}} + I_0.10^{\frac{L_2}{10}}}{I_0}) = 10.log_{10}(10^{6.5} + 10^{7.5}) \approx 75.4$ dB.

PS : il est absolument impossible de sommer les **pressions efficaces**. La formule ci-dessus doit être considérée comme la règle pour calculer des sommes de niveaux de pression acoustique ! ! !

Exercice 3. Atténuation géométrique

- $L_I(r) = 10.log_{10}(\frac{I(r)}{I_0}) \rightarrow I(r) = 10^{-12}.10^{\frac{L_I(r)}{10}} = 10^{-4}\mathrm{W.m^{-2}}$.
- De la même manière $L_p(r) = L_I(r) = 20.log_{10}(\frac{\tilde{p}(r)}{p_0}) \rightarrow \tilde{p}(r) = 2.10^{-5}.10^{\frac{L_I(r)}{20}} = 0.2$ Pa.
- Nous savons que l'intensité à la distance $r = 10$ m de la source (d'ondes sphériques) de puissance W vaut $I(r) = \frac{W}{4\pi r^2}$.
  Ainsi on peut montrer que $L_I(r) = L_W - 10.log_{10}(4\pi r^2)$, donc $L_W = L_I(r = 10m) + 10.log_{10}(4\pi 10^2) \approx 111$ dB (re. 10^{-12} W).
- On remarque que la puissance acoustique est indépendante de la distance d'observation r. Donc :
  $L_W = L_I(r_1) + 10.log_{10}(4\pi r_1^2) = L_I(r_2) + 10.log_{10}(4\pi r_2^2)$.
  En notant $r_1 = 10$ m et $r_2 = 150$ m, on peut facilement montrer que :
  $L_I(r_2) = L_I(r_1) + 20.log_{10}(\frac{r_1}{r_2}) = 56.5$ dB (re. 10^{-12} W.m^{-2})

Exercice 4. Gammes musicales

- Une octave correspond à 12 demi-tons et à un doublement de fréquence. Ainsi le Do à l'octave (f_{12}) a une fréquence double du premier Do de la gamme : $f_{12} = 2f_0$.
  En notant que les intervalles $\frac{f_{i+1}}{f_i}$ sont tous égaux, il vient : $\frac{f_{12}}{f_0} = (\frac{f_{i+1}}{f_i})^{12} = 2$, soit :
  $\frac{f_{i+1}}{f_i} = 2^{2/12}$
- $\frac{f_7}{f_0} = 2^{7/12} = 1.4983$
- voir tableau ci-dessous
- voir tableau ci-dessous

Note	Gamme tempérée		Gamme Pythagoricienne	
	intervalle	fréquence	intervalle	fréquence
Do	1	262 Hz	1	262 Hz
Do#	1.0595	277.6 Hz	1.0679	279.8 Hz
Ré	1.1225	294.1 Hz	1.1250	294.7 Hz
Ré#	1.1892	311.6 Hz	1.2014	314.7 Hz
Mi	1.2599	330.1 Hz	1.2656	331.6 Hz
Fa	1.3348	349.7 Hz	1.3515	354.1 Hz
Fa#	1.4142	370.5 Hz	1.4238	373.0 Hz
Sol	1.4983	392.6 Hz	1.5000	393.0 Hz
Sol#	1.5874	415.9 Hz	1.6018	419.7 Hz
La	1.6818	440.6 Hz	1.6875	442.1 Hz
La#	1.7818	466.8 Hz	1.8020	472.1 Hz
Si	1.8877	494.6 Hz	1.8984	497.4 Hz