Série 1 - Notions d'acoustique

Hervé Lissek

Electroacoustique (BA5)

Exercice 1. Niveaux acoustiques

1. **Niveau de pression acoustique**
   En un point A règne une pression acoustique de valeur efficace $\tilde{p} = 2.10^{-2}$ Pa. Quel est le niveau de pression acoustique ?
   On double cette pression acoustique. Quel est le nouveau niveau de pression acoustique ?
   On donne : $p_0 = 20.10^{-6}$ Pa.
2. **Niveau d'intensité acoustique**
   On rappelle que l'intensité acoustique, dans le cas d'ondes planes ou sphériques, est proportionnelle au carré de la pression acoustique ($I = \frac{\tilde{p}^2}{\rho_0 c_0}$, où ρ_0 est la densité de l'air, et c_0 la célérité des ondes sonores dans l'air). Quel est le niveau d'intensité acoustique pour une intensité de valeur efficace $I = 1$ mW/m^2. On indique que l'intensité de référence vaut $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2.
3. **Niveau de puissance acoustique**
   – Rappeler la relation entre puissance acoustique et intensité acoustique (en supposant une onde sphérique).
   – Sachant que la puissance de référence est l'intensité de référence traversant une section de fluide de 1 m^2, quelle est la puissance acoustique de référence ?
   – Quel est le niveau de puissance acoustique d'une source développant 1 mW ?

Exercice 2. Addition de niveaux sonores

Le ventilateur du vidéoprojecteur de l'auditoire ELA 2 génère un niveau de pression acoustique $L_1 = 65$ dB au milieu de l'auditoire lorsqu'il fonctionne seul.
Par ailleurs, un chantier situé derrière l'auditoire gènère un niveau sonore $L_2 = 75$ dB au même point de mesure, lorsque le ventilateur ne fonctionne pas.
En précisant que ces deux bruits sont parfaitement décorrélés, l'intensité acoustique résultante est la somme des intensités des deux bruits pris individuellement : $I_t = I_1 + I_2$ (Note : on ne peut en aucun cas sommer les pressions acoustiques efficaces !!!).

Quel est le niveau de pression acoustique résultant ?

Exercice 3. Atténuation géométrique

A 10 m d'une source, le niveau d'intensité acoustique mesuré est de 80 dB. On suppose qu'il s'agit d'une source d'ondes sphériques.
Calculer :

- l'intensité acoustique $I(r = 10m)$ à 10 m de la source,
- la pression acoustique $p(r = 10m)$ à 10 m de la source,
- le niveau de puissance de la source L_W,
- le niveau d'intensité $L_I(r = 150m)$ à 150 m de la source.

Exercice 4. Gammes musicales

La gamme musicale la plus utilisée (dans les cultures occidentales) est la gamme tempérée, qui s'étend sur une octave, et comporte 12 intervalles, appelés demi-tons, que l'on compte en partant en général de la note Do :
Do (f_0) - Do# (f_1) - Ré (f_2) - Ré# (f_3) - Mi (f_4) - Fa (f_5) - Fa# (f_6) - Sol (f_7) - Sol# (f_8) - La (f_9) - La# (f_{10}) - Si (f_{11}).

- Sachant que la note de la gamme un demi-ton au-dessus du Si est un Do, une octave plus haut que le premier Do de la liste ci-dessus, et que tous les intervalles $\dfrac{f_{i+1}}{f_i}$ (où i désigne l'i-ème note de l'octave) doivent être égaux entre eux, que vaut l'intervalle $\dfrac{f_{i+1}}{f_i}$?
- Que vaut l'intervalle $\frac{f_7}{f_0}$, que l'on appelle également *quinte* (7 demi-tons) ?
- Calculez les valeurs des intervalles $\frac{f_i}{f_1}$ et les valeurs des fréquences f_i de la gamme tempérée (remplissez le tableau ci-dessous).

  Pythagore, le célèbre mathématicien, a également introduit une gamme musicale, appelée Gamme Pythagoricienne, qui présente également les 12 demi-tons de la gamme tempérée. Cependant, au contraire de la gamme tempérée, celle-ci est basée sur des intervalles successifs de quinte, définies comme : $f_{i+7} = \dfrac{3}{2} f_i$.
  Ex : ainsi, la quinte du Do (f_0) est le Sol ($f_7 = \frac{3}{2} f_1 = 1.5 f_0$).
  Cependant, la quinte du Sol est le Ré, mais à l'octave supérieure ($f_{14} = \frac{9}{4} f_0 = 2.25 f_0 > 2 f_0$), qui est donc plus haut que l'octave du Do initial (f_0). Afin de revenir dans l'octave initiale, il suffit donc de diviser cette dernière valeur par 2 et on obtient $f_2 = \frac{9}{8} f_0 = 1.125 f_0$.

- Calculez les valeurs des fréquences f_i de la gamme Pythagoricienne (remplissez le tableau ci-dessous).

Note	Gamme tempérée		Gamme Pythagoricienne	
	intervalle	fréquence	intervalle	fréquence
Do	1	262 Hz	1	$f_0 = 262$ Hz
Do#				
Ré			1.125	$f_2 = 294.75$ Hz
Ré#				
Mi				
Fa				
Fa#				
Sol			1.5	$f_7 = 393$ Hz
Sol				
Sol#				
La				
La#				
Si				