ACADÉMIE DE LYON

UNIVERSITÉ CLAUDE-BERNARD . LYON I

INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LA RÉADAPTATION

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2024-2025

EXAMEN DE PHYSIQUE ACOUSTIQUE (durée : 1h)

NOM, PRENOM :	**N° D'ETUDIANT :**

Exercice 1 : La flûte de pan

Une flûte de pan est un instrument de musique constitué d'un ensemble de tuyaux résonants correspondant à des tuyaux ouverts à une extrémité et fermés à l'autre dont la frquence de résonance est donnée par la fomrule $F_{\text{res.}} = \frac{c}{4 \times L}$ avec $c = 340$ m/s (célérité des sons à 15 °C) et L la longueur des tuyaux.

1. L'un des tuyaux produit un La de fréquence de 440 Hz. En déduire la longueur du tuyau.

2. Rappeler la définition d'un intervalle en musique.

3. Les 6 autres tuyaux correspondent aux 6 autres notes de la gamme (Do, Ré, Mi, Fa, Sol, La , Si). Les intervalles séparant ces notes sont :

Do-Ré	Ré-Mi	Mi-Fa	Fa-Sol	Sol-La	La-Si
ton	ton	1/2 ton	ton	ton	ton

Sachant qu'un ton vaut $2^{1/6}$ et qu'un demi-ton vaut $2^{1/12}$, calculer la fréquence des 6 autres notes.

4. En déduire la longueur des 6 autres tuyaux.

5. La célérité des sons dépend de la température et pour une température de 35 °C elle vaut 351 m/s. Recalculer la fréquence de résonance du tuyau donnant précédemment le La.

6. Sachant que le seuil de discernabilité en fréquence de l'oreille humaine est donné par la relation $\Delta f = 0,2 \times f$, déterminez si la variation de fréquence du la entre les 2 températures est perceptible.

7. A quoi correspond la notion de consonance ? Quel est le lien entre cette notion et la fréquence des harmoniques dans le cas d'un accord entre 2 sons séparés d'une quinte (valeur 3/2) ?

Exercice 2 : Pondération A

Le tableau ci-dessous donne la décomposition par bandes de fréquence du niveau d'un son complexe. Ce son a un niveau total de 77 dB. Afin d'estimer le niveau total réellement perçu par un individu, on souhaite appliquer la pondération A.

f(Hz)	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k
N (dB)	75	50	72	60	54	49	45
pond. A (dB)	-16.1	-8.6	-3.2	0	$+1.2$	$+1.0$	-1.1

1. Expliquer succintement l'intérêt de la pondération A.

2. Calculer pour chaque fréquence le niveau pondéré (en dB(A)).

3. A partir de ces niveaux pondérés, calculer les intensités (en W/m^2) correspondantes. On donne $I = 10^{-12} \times 10^{N/10}$.

4. Calculer l'intensité totale, somme des intensités trouvées précédemment puis en déduire le niveau total pondéré (en dB(A)). On donne $N = 10 \times \log(I/10^{-12})$.

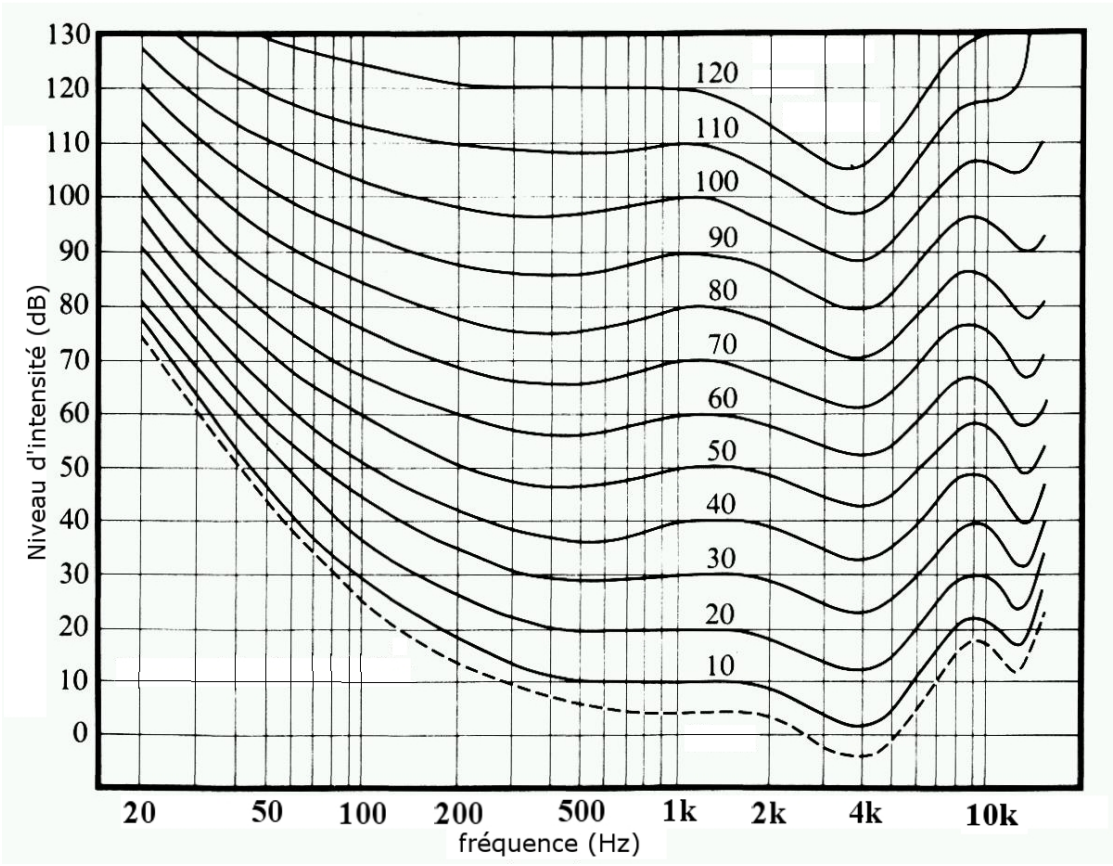
Exercice 3 : Echo

Vous assitez à une projection de cinéma. Le son est diffusé par une enceinte située au milieu de la scène. Vous êtes situés au centre de la salle (de largeur 15 m) à 30 m de la scène.

1. Quel est le retard entre l'arrivée du son et celle de l'image ? On suppose que l'image arrive de façon instantanée. On donne $c = 340$ m/s. Vous exprimerez votre résultat en ms.

2. On place deux haut-parleurs à votre hauteur de part et d'autre de la largeur de la salle. Calculer le retard entre le son émis par le haut-parleur frontal et celui émis par les haut-parleurs latéraux. Percevrez-vous un écho sachant que celui-ci est perceptible si la différence entre les sons est supérieur à 50 ms ?

Exercice 4 : Psycho-Acoustique



1. On considère un son ayant une fréquence de 1 kHz et un niveau d'intensité acoustique de 50 dB. Déterminer, à l'aide du diagramme de Fletcher&Munson, le niveau du son de fréquence 100 Hz donnant lieu à la même sensation auditive. Vous justifirez votre réponse.

2. Même question pour les fréquences de 50 Hz, 200 Hz, 4 kHz et 10 kHz.

3. Quel est le mécanisme physique (et l'élément du système auditif) expliquant la variation de perception observée entre 2 et 5 kHz.

Brouillon (à dégrapher)