

Partie 2 : Sciences physiques

EXERCICE A – La « méduse » : radar anti-bruit (10 points)

Les motos et scooters sont une cause de nuisances sonores. Il existe deux types de contrôles des nuisances sonores : un contrôle statique et un contrôle dynamique. Ce dernier est en cours d'expérimentation et se base sur un dispositif appelé « méduse » qui permet de mesurer le niveau d'intensité sonore d'un cyclomoteur en circulation.

L'objectif de l'exercice est d'exploiter des mesures de niveaux d'intensité sonore obtenues à l'aide du dispositif « méduse » et de mettre en évidence ses limites de fonctionnement.

Données :

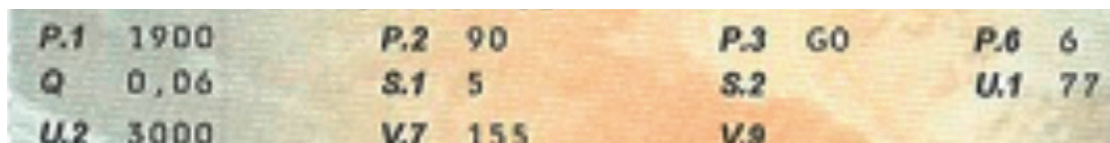
- seuil d'audibilité de l'oreille humaine : $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$;
- relation entre le niveau d'intensité sonore L et intensité sonore I : $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$;
- l'intensité sonore I mesurée à une distance d d'une source sonore ponctuelle est donnée par la relation suivante :

$$I = k \times \frac{1}{d^2} ;$$

- où k est une constante qui dépend notamment de la puissance de la source ;
- le niveau d'intensité sonore maximal toléré selon la législation française, est de 85 décibels.

Première approche : le contrôle statique

La valeur $U.1$ sur la carte grise d'un cyclomoteur (voir figure 1) correspond à la valeur du niveau d'intensité sonore en décibels (dB) en statique, c'est-à-dire lorsqu'un sonomètre est placé à 50 cm du pot d'échappement du cyclomoteur immobile.



| | | | | | | | |
|-----|------|-----|-----|-----|----|-----|----|
| P.1 | 1900 | P.2 | 90 | P.3 | G0 | P.6 | 6 |
| Q | 0,06 | S.1 | 5 | S.2 | | U.1 | 77 |
| U.2 | 3000 | V.7 | 155 | V.9 | | | |

Figure 1. Extrait d'une carte grise d'un cyclomoteur

Q1. Montrer que la valeur, notée I_{50} , de l'intensité sonore I à 50 cm du pot d'échappement du cyclomoteur immobile est : $I_{50} = 5,0 \times 10^{-5} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

Q2. Choisir en justifiant, parmi les propositions ci-dessous, celle traduisant l'évolution de l'intensité sonore lorsque l'on double la distance au pot d'échappement ; sa valeur sera notée I_{100} .

Proposition a. $I_{100} = I_{50}$

Proposition b. $I_{100} = I_{50} / 2$

Proposition c. $I_{100} = I_{50} / 4$

Proposition d. $I_{100} = I_{50} \times 2$

Proposition e. $I_{100} = I_{50} \times 4$

Q3. Montrer alors que si l'on place un sonomètre à 1 m de distance du pot d'échappement, la valeur du niveau d'intensité sonore est réduite de 6,0 dB.

Deuxième approche : le contrôle dynamique



Figure 2. Fonctionnement du dispositif « méduse ». <https://www.leparisien.fr/>

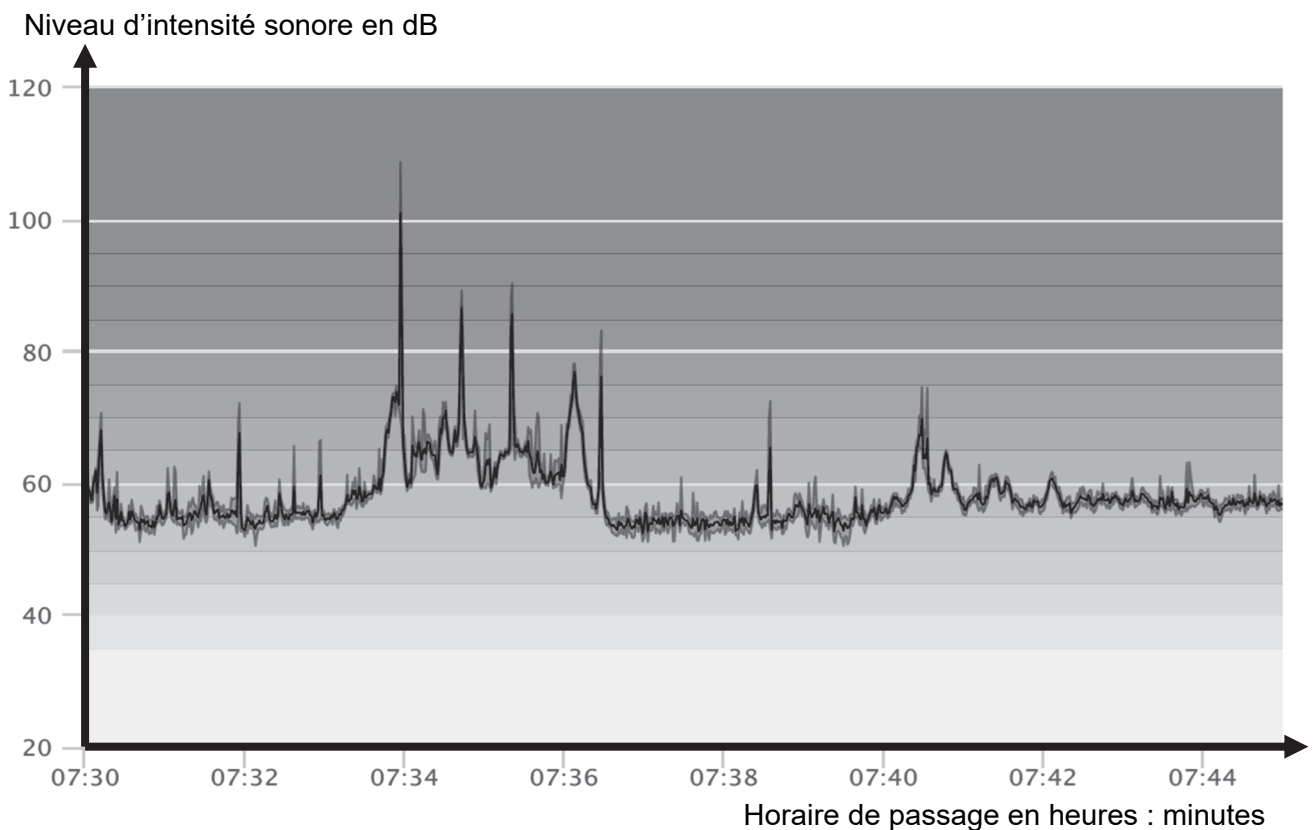


Figure 3. Niveau d'intensité sonore enregistré par un dispositif « méduse », rue de l'Espérance à Paris en matinée (22 février 2022). <https://monquartier.bruitparif.fr/hebdoscope>

Q4. Indiquer le nombre de véhicules en infraction en donnant pour chacun d'eux une estimation de l'heure de passage.

Un groupe de motards traverse une commune équipé d'un dispositif « méduse ». Ils disposent du même modèle de moto et roulent tous à $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Une première moto passe devant le dispositif « méduse » qui mesure un niveau d'intensité sonore $L_m = 78 \text{ dB}$. Quelques instants plus tard, un groupe de motards s'approche du dispositif « méduse ».

Q5. Déterminer le nombre de motos qui peuvent passer simultanément devant le dispositif sans dépasser le niveau d'intensité sonore maximal toléré.

Q6. Émettre une critique quant à la fiabilité du dispositif « méduse ». Justifier l'intérêt de la caméra embarquée pour confirmer la réponse à la question 4.