

EXERCICE C – Nuisances sonores d’un drone

Mots-clés : niveau d’intensité sonore ; atténuation géométrique.

La nouvelle réglementation de 2021 concernant les drones indique que le niveau d’intensité sonore de la machine en vol ne doit pas excéder 85 dB. Les constructeurs cherchent donc à améliorer les hélices pour diminuer le niveau d’intensité sonore.



Lors d’un spectacle de drones, plusieurs centaines de drones défilent à seulement une trentaine de mètres des spectateurs.

Cet exercice porte sur une évaluation de la sécurité acoustique de ce spectacle.

Nouvelle réglementation européenne concernant les drones (1^{er} janvier 2021)

- altitude maximale en vol : 120 m ;
- niveau d’intensité sonore maximal en vol : 85 dB à 1 m de distance.

Échelle des décibels

Seuils	Niveau d’intensité sonore
Seuil d’audibilité	0 dB
Chambre à coucher	30 dB
Seuil de danger / de risque	85 dB
Seuil de douleur	120 dB

D’après <https://www.bruitparif.fr/l-echelle-des-decibels/>

Données :

- intensité sonore de référence : $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$;
- niveau d’intensité sonore : 85 dB à 1 m de distance ;
- modèle de l’atténuation géométrique pour une source ponctuelle :
l’intensité sonore I à une distance x de la source est reliée à la puissance sonore P de cette source par la relation :

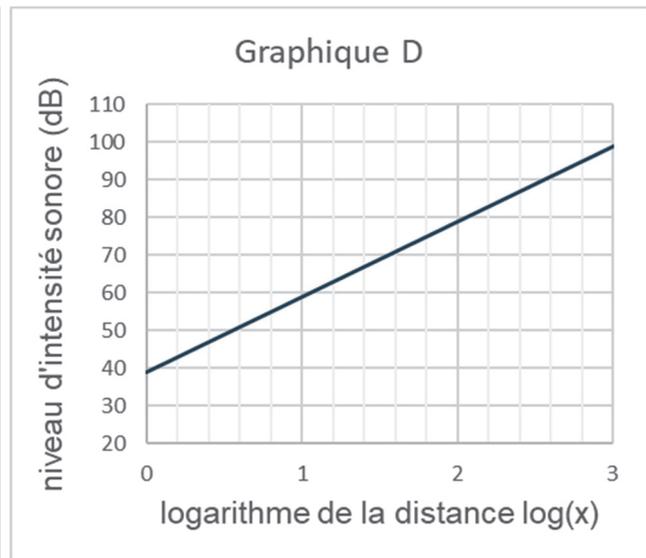
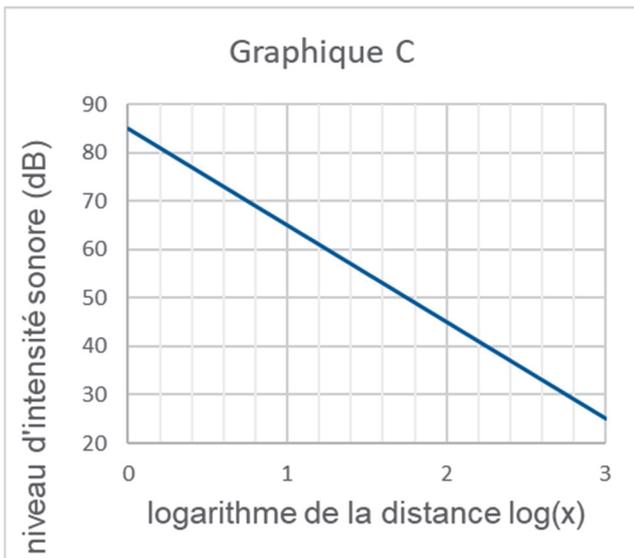
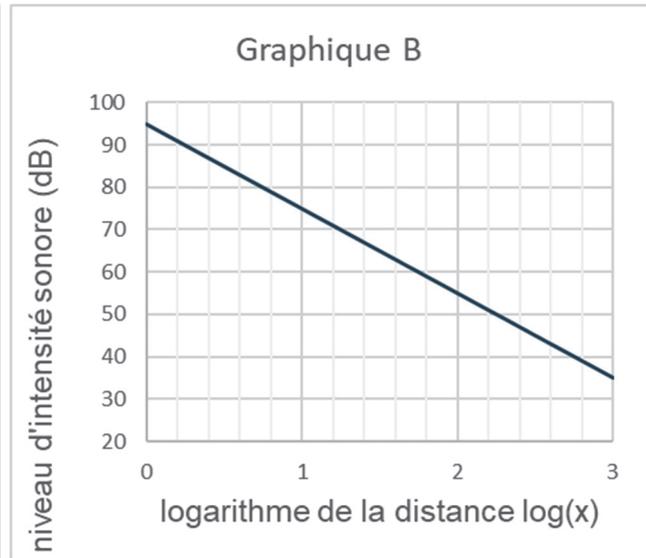
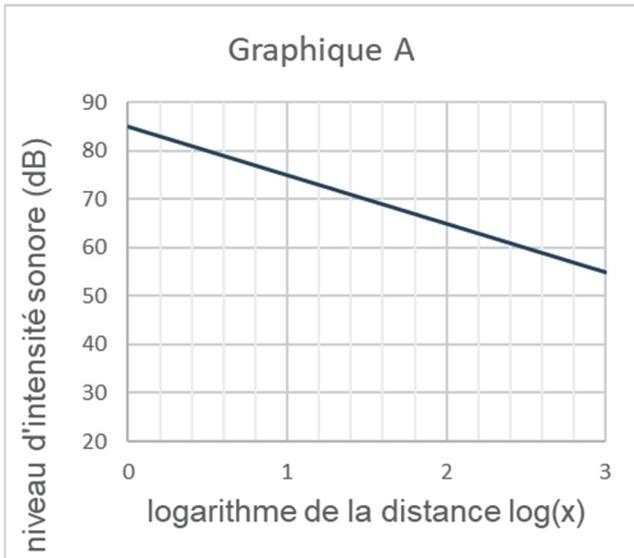
$$I = \frac{P}{4\pi x^2}.$$

1. Démontrer que le niveau d’intensité sonore L (dB) est lié à la distance x (m) par la relation :

$$L = 10 \log\left(\frac{P}{4\pi \times I_0}\right) - 20 \log(x).$$

Dans cette relation, P s’exprime en watt (W) et I_0 en watt par mètre carré ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$).

2. Déterminer parmi les propositions graphiques ci-dessous celle qui correspond à la représentation graphique de la relation démontrée à la question précédente.



3. En s'appuyant sur le graphique ou sur la relation démontrée à la question 1, sélectionner, en justifiant la réponse, la proposition correcte pour chacune des questions suivantes.

Question 1

Si la distance au drone double, comment évolue le niveau d'intensité sonore ?

- Le niveau d'intensité sonore est augmenté de 20 dB.
- Le niveau d'intensité sonore est atténué de 3 dB.
- Le niveau d'intensité sonore est atténué de 6 dB.

Question 2

Si la distance au drone est divisée par 10, comment évolue le niveau d'intensité sonore ?

- a. Le niveau d'intensité sonore est augmenté de 10 dB.
- b. Le niveau d'intensité sonore est atténué de 10 dB.
- c. Le niveau d'intensité sonore est augmenté de 20 dB.

4. Montrer que la valeur de la puissance sonore d'un drone est voisine de 4 mW.
5. Déterminer, à l'aide du graphique C, la distance au drone pour laquelle le niveau d'intensité sonore perçu par une personne au sol est équivalent à celui d'une chambre à coucher. Comparer cette distance à la hauteur imposée par la réglementation.
6. Un spectacle utilise 500 drones volant en essaim à une distance moyenne des spectateurs de 30 m. Déterminer, dans ces conditions, si les spectateurs ont besoin de protections auditives durant le spectacle.

À partir de quel nombre de drones volant à 30 m des spectateurs, cela représente-t-il un risque ? Commenter.