

T spé	Devoir surveillé N°1	lundi 26/09/2022
-------	----------------------	------------------

Nom et Prénom :

Exercice 1 : Nuisances sonores d'un drone (12 points)

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

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

Le niveau d'intensité sonore d'un drone est de 85 dB à 1,0 m de distance.

1. Calculer l'intensité sonore d'un drone à 1,0 m de distance.
2. Calculer la puissance sonore d'un drone.

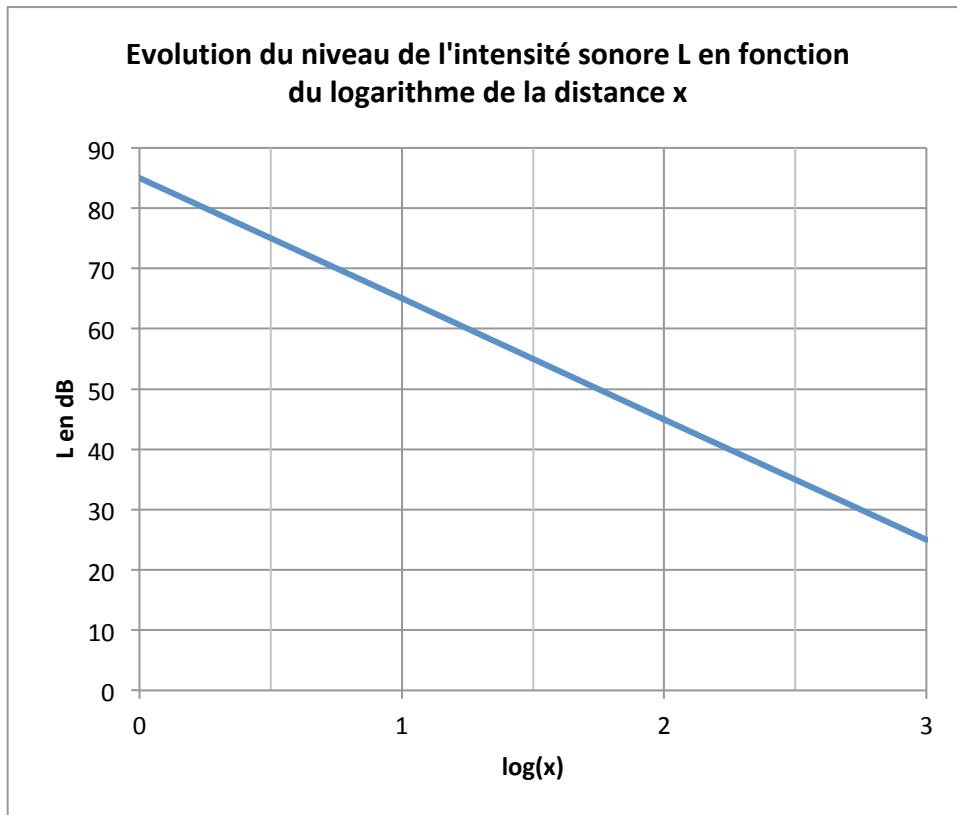
3
2

On peut montrer 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 ($W \cdot m^{-2}$).

La représentation graphique de cette relation est donnée ci-dessous.



3. Déterminer, à l'aide du graphique, 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.
4. Comparer cette distance à la hauteur imposée par la réglementation.

1,5

0,5

Un spectacle utilise 500 drones volant en essaim à une distance moyenne des spectateurs de 30 m. La puissance sonore d'un drone est de 4,0 mW.

5. Déterminer l'intensité sonore de 500 drones à 30 m de distance.
6. Déterminer, dans ces conditions, si les spectateurs ont besoin de protections auditives durant le spectacle.

2,5

2,5

Exercice 2 : Dimension d'une micro-algue (8 points)

Pour dépolluer l'air de Toulouse, un dispositif d'un nouveau genre vient d'être installé dans le centre-ville. Grâce à un principe basé sur le développement de micro-algues, il serait aussi efficace qu'une centaine d'arbres et pourrait devenir une solution d'avenir. Cette innovation technique mesure plus de 5 m de haut, et est équipée d'une cuve dans laquelle se trouvent les algues.

L'air ambiant, capturé et aspiré par le bas du dispositif, remonte en fines bulles à l'aide d'une pompe jusqu'à la cuve où se trouvent les micro-algues. Celles-ci transforment ensuite les polluants et le dioxyde de carbone (CO_2) présents dans l'air ambiant.

Après absorption du dioxyde de carbone par ces micro-algues, la photosynthèse rejette du dioxygène. Lorsque les micro-organismes seront devenus trop gros, ils sont retirés de la cuve pour servir d'engrais.



Figure 1 : Dispositif à micro-algues

Ces micro-algues ont une forme sphérique (figure 1). L'objectif de cet exercice est de déterminer leurs diamètres en utilisant la diffraction d'une lumière laser, considérée monochromatique.

En isolant une micro-algue placée sur une lamelle de microscope, on peut pointer un faisceau laser vert de longueur d'onde $\lambda_v = 532 \text{ nm}$ pour qu'il éclaire cette micro-algue.

On obtient alors une figure de diffraction formée d'anneaux concentriques (figure 2).

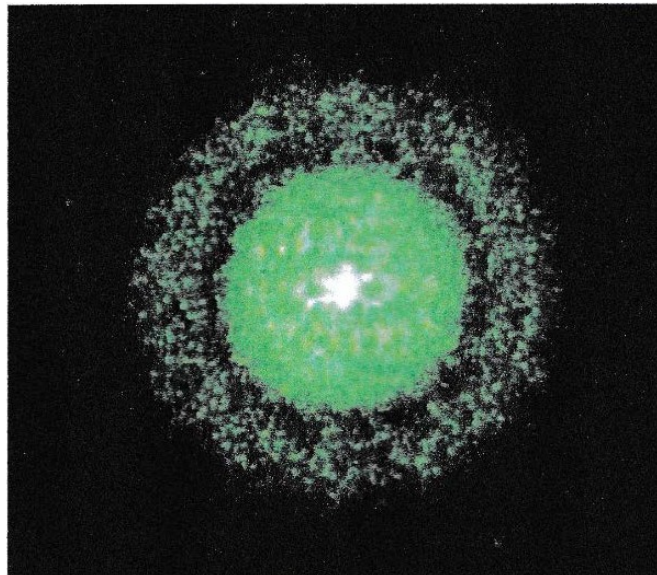


Figure 2 : Image de diffraction obtenue avec la micro-algue

1. Enoncer la condition à respecter pour observer le phénomène de diffraction dans le cas d'ondes électromagnétiques.

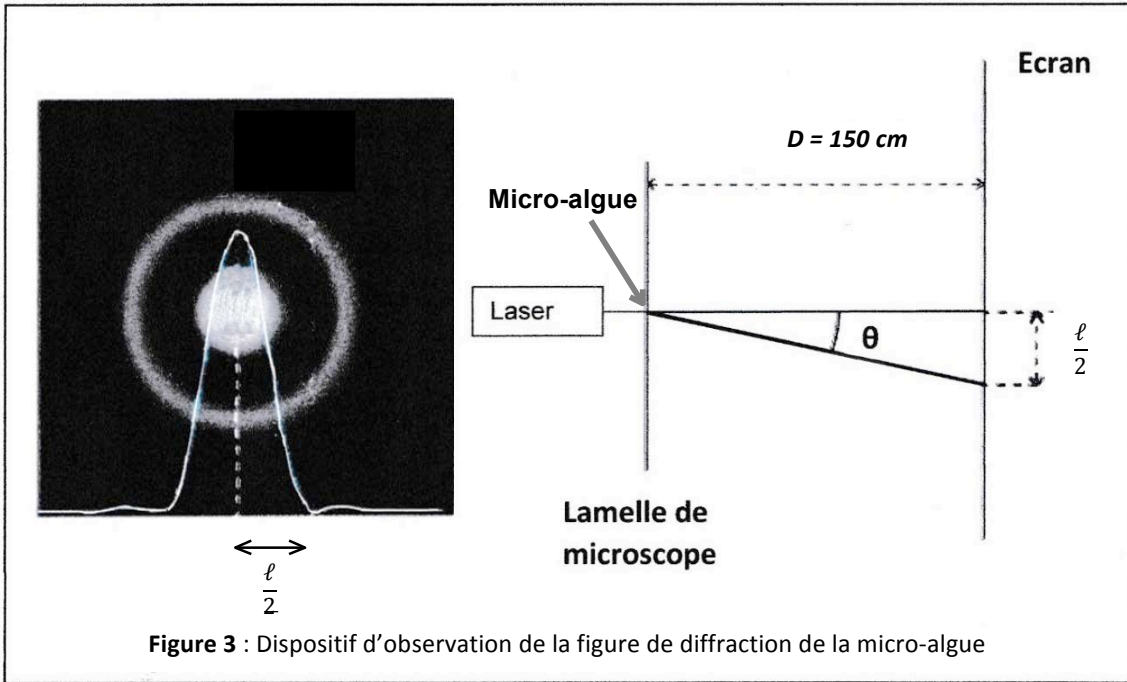
1

Données :

- Dans cette expérience, la figure de diffraction d'une micro-algue de diamètre d est identique à celle d'une ouverture circulaire de même diamètre d . L'angle θ (très faible) du premier anneau sombre de la tache de diffraction (figure 3) est donné par la relation :

$$\theta = 1,22 \times \frac{\lambda_v}{d}$$

- L'angle θ étant petit, on peut considérer que la valeur de la tangente de l'angle θ est égale à l'angle θ en radian : $\tan(\theta) \approx \theta$



2. L'angle θ étant petit, montrer que la largeur ℓ de la tache centrale peut s'écrire sous la forme :

$$\ell = \frac{2,44 \times D \times \lambda_v}{d}$$

La mesure sur l'écran de la largeur du premier anneau sombre de la tache de diffraction donne une valeur égale à $\ell = 8 \text{ mm}$ avec une incertitude-type $u(\ell) = 1 \text{ mm}$.

3. Calculer le diamètre d de la micro-algue.

L'incertitude-type associée à la distance D est $u(D) = 1 \text{ cm}$ et l'incertitude-type associée à la longueur d'onde λ_v est $u(\lambda_v) = 2 \text{ nm}$.

L'incertitude-type associée au diamètre d est donnée par la relation :

$$u(d) = d \times \sqrt{\left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{u(\lambda_v)}{\lambda_v}\right)^2 + \left(\frac{u(\ell)}{\ell}\right)^2}$$

4. Calculer l'incertitude-type $u(d)$.
 5. Donner le résultat du diamètre d avec un nombre de chiffres significatifs en accord avec l'incertitude-type.

A l'aide d'un autre dispositif plus précis, on détermine le diamètre de la micro-algue $d_{\text{ref}} = 250 \mu\text{m}$ que l'on considérera comme la valeur de référence.

6. Vérifier la compatibilité du diamètre mesuré de la micro-algue avec la référence à l'aide du rapport $\frac{|d_{\text{ref}} - d|}{u(d)}$

3
1,5
1
0,5
1