

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<sup>er</sup> 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.

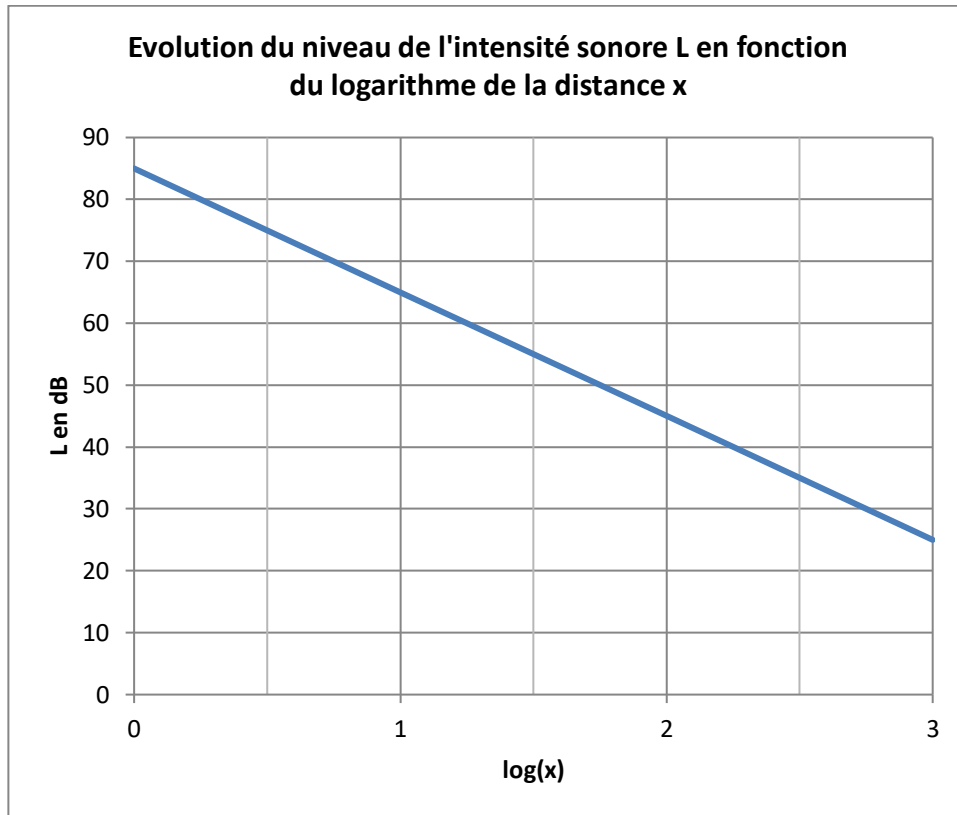
3
2

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 ( $\text{CO}_2$ ) 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).

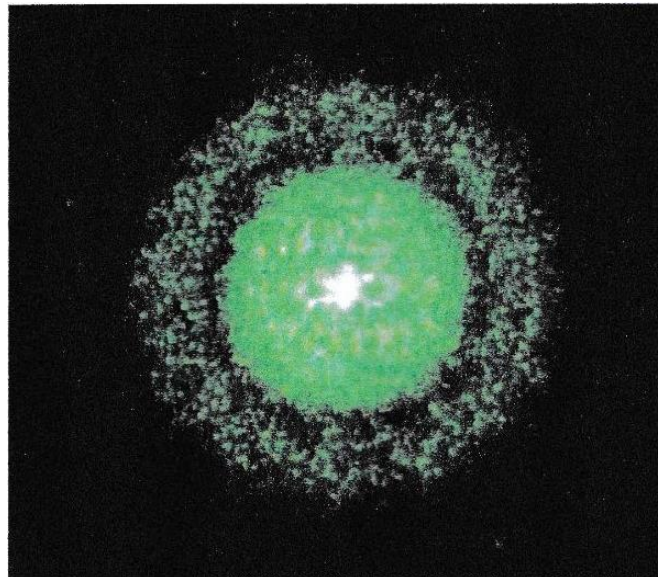


Figure 2 : Image de diffraction obtenue avec la micro-algue

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

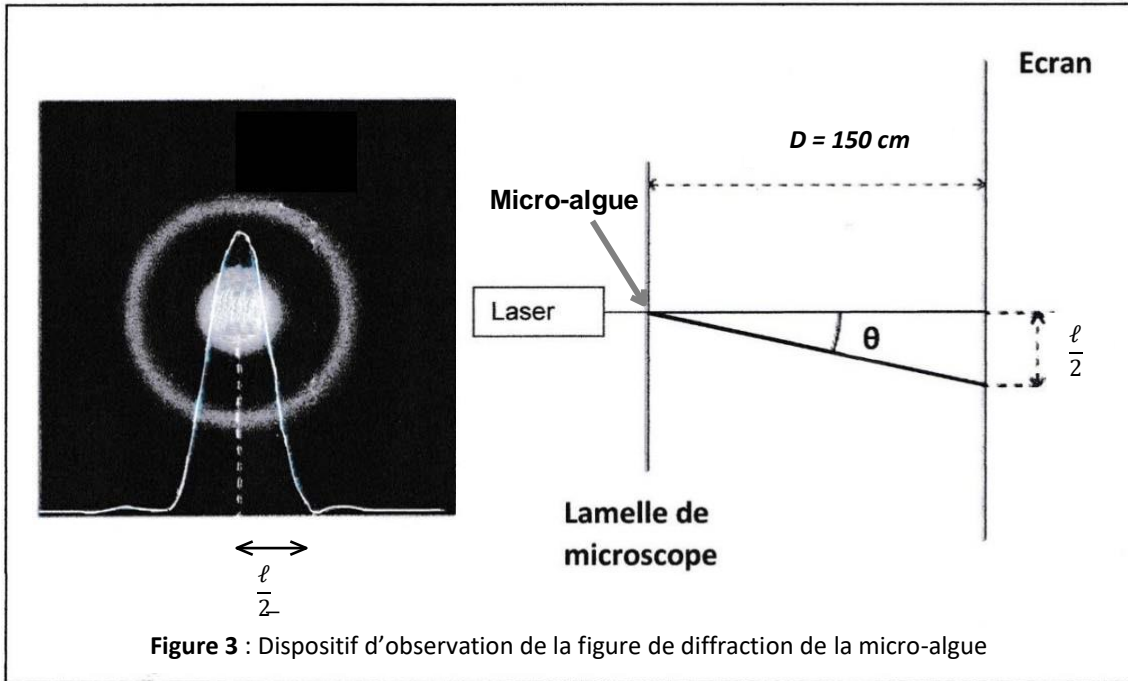
1

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



**Figure 3 :** Dispositif d'observation de la figure de diffraction de la micro-algue

2. L'angle  $\theta$  étant petit, montrer que la largeur  $\ell$  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  $\ell = 8$  mm avec une incertitude-type  $u(\ell) = 1$  mm.

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

L'incertitude-type associée à la distance  $D$  est  $u(D) = 1$  cm et l'incertitude-type associée à la longueur d'onde  $\lambda_v$  est  $u(\lambda_v) = 2$  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  $d_{ref} = 250 \mu\text{m}$  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  $\frac{|d_{ref}-d|}{u(d)}$

3
1,5
1
0,5
1