

Partie 2 : mesure de la taille des microplastiques (5 points)

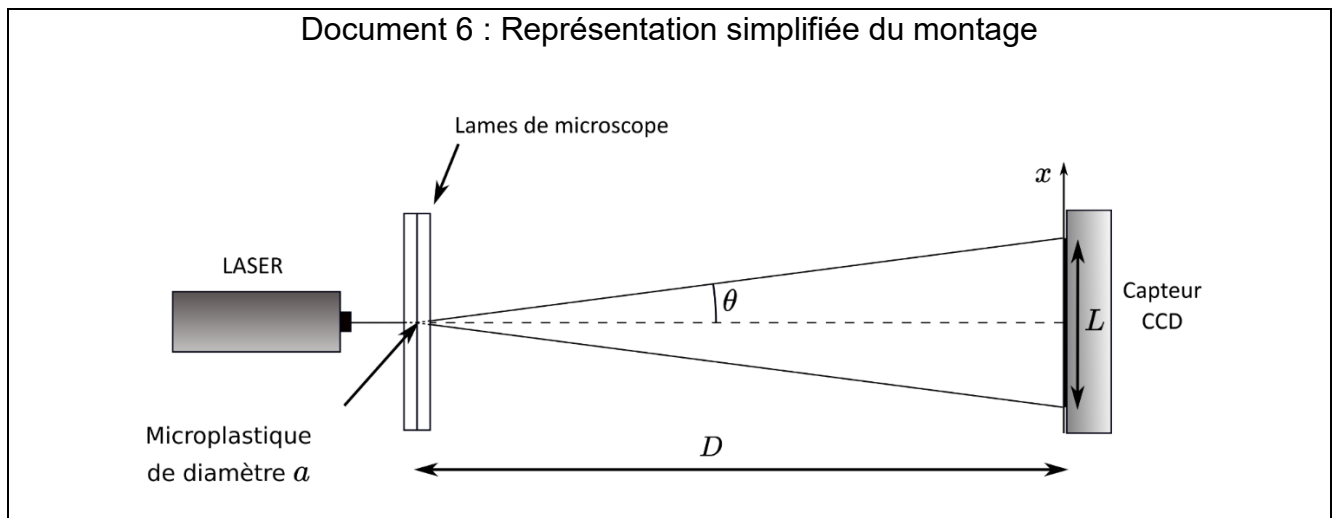
Les microplastiques, par leur présence dans les cours d'eau, les mers et les océans, ont un impact important sur la faune et la flore aquatiques, les produits de la pêche ainsi que sur l'eau de consommation. Les microplastiques sont donc des sujets d'étude de haute importance, d'après l'Anses, l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentaire, de l'environnement et du travail.

L'objectif de cette partie est de mesurer la taille des microplastiques présents dans les nappes phréatiques. Pour cela des échantillons d'eau contaminée sont filtrés et les particules de plastiques les plus grandes sont mesurées par diffraction à l'aide d'un capteur CCD.

Protocole de mesure :

- on éclaire un échantillon de microplastique de taille a placé entre deux lames de microscope avec un laser de longueur d'onde $\lambda = 648 \text{ nm}$;
- le capteur CCD (*charge couple device*), sensible à l'intensité lumineuse, est placé à une distance $D = 100 \text{ cm}$ de l'objet diffractant ;
- la mesure de la largeur L de la tache centrale est réalisée à l'aide du capteur CCD.

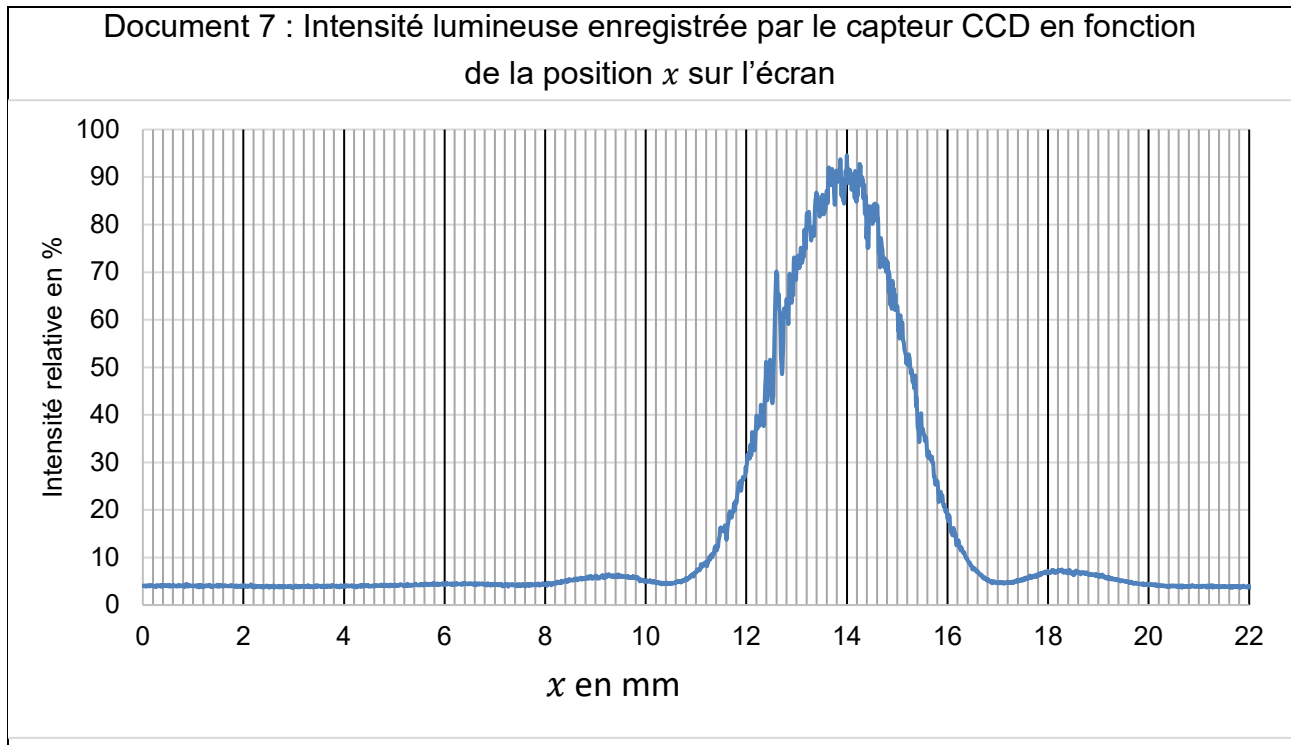
Le schéma du montage est donné dans le document 6 ci-dessous.



On note θ l'angle caractéristique de la diffraction. Pour la question suivante, on fera l'approximation des petits angles : $\tan \theta = \theta$.

Q17. Retrouver, à l'aide du schéma du montage, l'expression suivante : $\theta = \frac{L}{2D}$.

L'acquisition de la figure de diffraction permet d'obtenir l'enregistrement représenté sur le document 7 ci-dessous.



Q18. Mesurer, à l'aide du document 7, la largeur L de la tache centrale.

On admet que, pour la forme du microplastique étudié, l'angle θ vérifie la relation suivante :

$$\theta = 1,22 \times \frac{\lambda}{a}$$

Q19. Exprimer la taille a du microplastique en fonction de L , D et λ .

Q20. Montrer que la taille a du microplastique est d'environ 0,25 mm.

On peut estimer l'incertitude-type sur la mesure de la taille a à l'aide de la relation suivante :

$$u(a) = a \times \sqrt{\left(\frac{u(L)}{L}\right)^2 + \left(\frac{u(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2}$$

avec $u(D) = 0,08$ cm ; $u(\lambda) = 2$ nm ; $u(L) = 0,2$ mm

Q21. Calculer la valeur de l'incertitude-type $u(a)$ sur la valeur de la taille a du microplastique.

Q22. Exprimer le résultat obtenu à la question **Q20** avec son incertitude-type associée.

On considère que la distance minimale d'observation distincte d'un objet à l'œil nu vaut $d_m = 25$ cm. C'est à cette distance que le diamètre apparent, noté α , d'un objet observé à l'œil nu est le plus élevé.

Q23. Établir, en s'appuyant sur un schéma très simple reproduit sur la copie et en utilisant l'approximation des petits angles, que ce diamètre apparent est $\alpha = \frac{a}{d_m}$.

Q24. Calculer la valeur du diamètre apparent α du microplastique.

Le pouvoir séparateur de l'œil est de 3×10^{-4} rad.

Q25. Indiquer, en justifiant, s'il est possible d'observer le microplastique à l'œil nu.

Partie 3 : mesure du niveau d'une nappe phréatique (2,5 points)

Le niveau des nappes phréatiques est mesuré par des capteurs installés dans un puits.

Le niveau d'eau peut être mesuré en continu à l'aide d'une sonde de pression déposée dans le puits de forage. Le capteur de pression SEN0257, présenté dans le document 8 permet de mesurer la pression relative dans l'eau.

Il est connecté à une carte Arduino pour déterminer la hauteur d'eau dans le puits.

Document 8 : caractéristiques du capteur de pression SEN0257



- Alimentation : 5 Vcc
- Consommation : 2 mA
- Interface : tension analogique de 0,5 à 4,5 Vcc
- Connecteur Gravity 3 broches (Signal, Vcc, GND)
- Plage de mesure : 0,00 à 1,00 MPa
- Tolérance : 1 % de la pleine échelle
- Temps de réponse : < 2 ms
- Température de service : - 20 à 85 °C
- Dimensions de la sonde : 22 x 59 mm

Le programme de la carte Arduino est fourni dans le document 9, sur la page suivante, page 10/13.

Q26. Identifier dans le document 9 page 10 la ligne permettant le calcul de la valeur de la pression.

Q27. Montrer, à l'aide du document 8, que la valeur de la sensibilité du capteur supposé linéaire est égale à $4 \times 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{Pa}^{-1}$.

On rappelle l'équation de la statique des fluides : $P_{rel} = \rho_{eau} \times g \times h$ avec :

- P_{rel} : pression relative en Pascal ;
- $\rho_{eau} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ masse volumique de l'eau à 25°C ;
- $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$: intensité de la pesanteur terrestre ;
- h : hauteur du fluide en mètre.

Q28. Recopier et compléter la ligne 18 du document 9 permettant de calculer la hauteur d'eau.