

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL**Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **cinq** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collège » est autorisé.

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

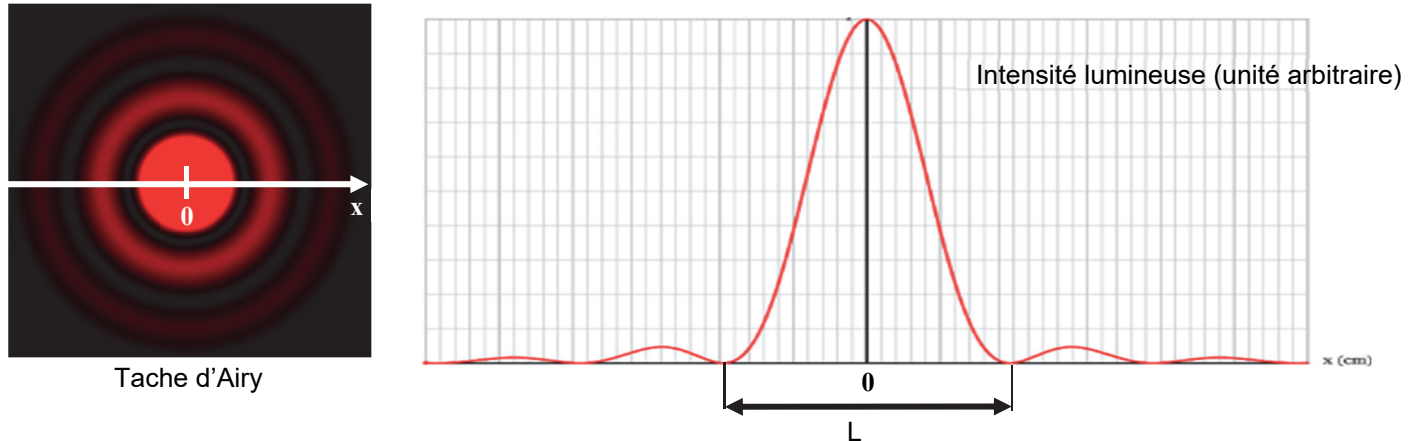
Le diaphragme de l'objectif d'un appareil photo permet de limiter la quantité de lumière qui passe par l'objectif. Mais la taille de ce diaphragme, engendre un phénomène de diffraction. Ainsi, alors qu'on attendrait que l'image d'un point soit un point, il se trouve que ce n'est pas le cas. La figure produite est une tache caractéristique connue sous le nom de tache d'Airy, constituée d'une tache circulaire centrale et d'anneaux concentriques de plus faible luminosité.

D'après la source : <https://www.lesnumeriques.com>

Le but de cette épreuve est d'étudier le phénomène de diffraction afin de déterminer s'il a un impact sur la qualité photographique dans une situation donnée.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT**Diffraction par une ouverture circulaire**

La figure de diffraction d'un faisceau Laser par une ouverture circulaire a la forme d'anneaux concentriques (tache d'Airy). La représentation graphique de l'intensité lumineuse en fonction de la position x sur l'écran permet de mesurer avec précision la largeur L de la tache centrale de diffraction.



Source : <https://web-labosims.org/animations/diffraction/diffraction.html>

Rôle du diaphragme en photographie

Le diaphragme est un mécanisme constitué de fines lamelles qui se chevauchent, présent sur l'objectif d'un appareil photo. Plus le diaphragme est ouvert, et plus la quantité de lumière traversant l'objectif est importante (voir ci-contre).



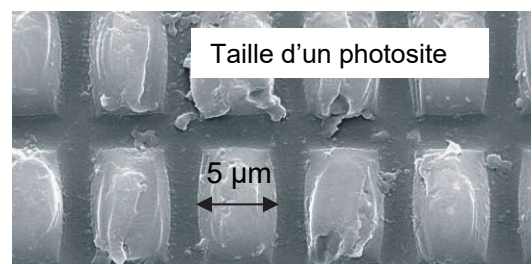
En traversant le diaphragme, la lumière subit le phénomène de diffraction, ce qui forme une tache sur le capteur situé à une distance D du diaphragme.

Dans cette situation d'évaluation, le diaphragme d'un appareil photographique est modélisé par une ouverture circulaire de diamètre a .

Photosites des capteurs photographiques

Les capteurs CCD présents dans les appareils photographiques sont constitués d'un très grand nombre de photosites sensibles à la lumière (Voir l'agrandissement de la zone sensible d'un capteur CCD ci-contre). La taille des photosites varie selon le modèle de capteur CCD utilisé.

La qualité d'une image photographique peut être impactée par le phénomène de diffraction. En effet, si la tache de diffraction atteint plusieurs photosites, l'élargissement de la tache lumineuse devient visible sur la photographie.



Dans cette situation d'évaluation, on considère que le phénomène de diffraction a un impact sur la qualité photographique si la largeur de la tache centrale de diffraction est supérieure à deux fois la taille d'un photosite.

Donnée utile

- La longueur d'onde du Laser utilisé pour l'expérience est $\lambda = 650 \text{ nm}$.

TRAVAIL À EFFECTUER**1. Tache centrale de diffraction (30 minutes conseillées)****1.1. Proposition d'un protocole expérimental**

À l'aide du matériel et des informations mises à disposition, proposer un protocole expérimental permettant de mesurer avec précision la largeur L de la tache centrale de diffraction par une ouverture circulaire de diamètre $a = \dots\dots\dots \mu\text{m}$ et pour une distance ouverture-écran $D = 2,00 \text{ m}$. Le protocole doit inclure l'utilisation du logiciel de traitement d'images fourni.

- 1) Placer le laser devant l'ouverture circulaire
- 2) Placer l'écran à une distance $D = 2,00 \text{ m}$ de l'ouverture circulaire.
- 3) Placer sur l'écran, une règle graduée, jouant le rôle d'étalon.
- 4) Faire une photo de la figure de diffraction
- 5) A l'aide de Salsaj, ouvrir la photo et faire l'éclatage
- 6) Tracer une ligne horizontale sur la figure de diffraction
- 7) A partir de la fonction "Coupe", déterminer la largeur de la tache centrale

APPEL n°1

Appeler le professeur pour lui présenter le protocole
ou en cas de difficulté

**1.2. Mise en œuvre du protocole**

Le tableau ci-dessous contient d'autres mesures effectuées avec le même Laser et avec la même distance D , dans les mêmes conditions expérimentales.

Mettre en œuvre le protocole expérimental puis compléter avec la mesure obtenue.

à titre d'exemple.

$a \text{ (}\mu\text{m)}$	20	30	50	60	200	500
$L \text{ (cm)}$	16,2	10,1	7,0	5,0	1,9	0,5

APPEL FACULTATIF

Appeler le professeur en cas de difficulté



2. Tache centrale de diffraction et diamètre de l'ouverture (20 minutes conseillées)

2.1. Le programme « *programme_initial_1.py* » a pour objectif de tracer le **graphique n°1** représentant le graphe
 $L = f(1/a)$

- Modifier les lignes **15**, **16** et **26** du fichier « *programme_initial_1.py* » en suivant les instructions données en commentaire.
- Exécuter le programme pour afficher le **graphique n°1**.
- Modifier la ligne **37** en suivant les instructions données en commentaire.
- Exécuter de nouveau le programme pour afficher le **graphique n°1** et sa modélisation

2.2. Le programme « *programme_initial_2.py* » permet de tracer le **graphique n°2** représentant le graphe
 $L = f(1/a^2)$

- Modifier les lignes **15**, **16** et **26** du fichier « *programme_initial_2.py* » en suivant les instructions données en commentaire.
- Exécuter le programme pour afficher le **graphique n°2**.
- Modifier la ligne **37** en suivant les instructions données en commentaire.
- Exécuter de nouveau le programme pour afficher le **graphique n°2** et sa modélisation.

2.3. Parmi les deux modélisations ci-dessus, quelle est celle qui se rapproche le plus des points expérimentaux ?
 En déduire l'expression correcte reliant L et a , faisant intervenir un coefficient de proportionnalité k .

*La représentation graphique de $L = f(1/a)$ est la plus appropriée.
 Les points expérimentaux se rapprochent de la modélisation.*

$$L = k \times \frac{1}{a}$$

2.4. Pour la modélisation retenue, donner la valeur du paramètre k obtenue et son unité.

$$k = 320 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$$

$$\left(k = L \times a \right)$$

$\begin{matrix} \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \text{m}^2 & \text{m} & \text{m} \end{matrix}$

APPEL n°2

**Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux
ou en cas de difficulté**

**3. Impact de la diffraction** (10 minutes conseillées)

Pour une ouverture circulaire on a $k = 2,44 \cdot \lambda \cdot D$ avec λ et D en mètres.

Cette expression est-elle cohérente avec la valeur de k obtenue précédemment ?

$$k = 2,44 \times \lambda \times D = 2,44 \times 650 \cdot 10^{-9} \times 2,00 = 3,17 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

en accord avec $k = 320 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 = 3,20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

Déterminer la largeur de la tache centrale de diffraction formée sur le capteur d'un appareil photo numérique dont les caractéristiques sont les suivantes : le diaphragme a un diamètre $a = 4,5 \text{ mm}$ et la distance diaphragme-capteur est $D = 50 \text{ mm}$. De plus on choisira comme longueur d'onde $\lambda = 800 \text{ nm}$.

Exprimer le résultat en μm .

$$L = \frac{2 \times \lambda D}{a} = \frac{2 \times 800 \cdot 10^{-9} \times 50 \cdot 10^3}{4,5 \cdot 10^{-3}} = 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 22 \mu\text{m}.$$

En prenant en compte la taille d'un photosite du capteur décrit dans les informations mises à disposition indiquer, en justifiant, si la qualité de l'image photographique serait impactée par le phénomène de diffraction dans les conditions précédentes.

On a d'après les données un impact sur la qualité de l'image si la largeur de la tâche centrale est supérieure ou double de la taille d'un photosite.
 Taille photosite : $5 \mu\text{m}$; double : $5 \times 2 = 10 \mu\text{m}$, $L > 10 \mu\text{m}$
 donc la qualité de l'image sera impactée.

APPEL FACULTATIF



Appeler le professeur en cas de difficulté



Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.