

BACCALAURÉAT SÉRIE S**Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE
Évaluation des Compétences Expérimentales****Sommaire**

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE	3
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT	4
1. Mise en place du dispositif expérimental (10 minutes conseillées)	7
2. Estimation de la largeur de la fente et de l'incertitude relative de sa valeur (30 minutes conseillées)	7
3. Amélioration du dispositif expérimental (20 minutes conseillées)	9

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	<p>Le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> mettre en place un montage permettant l'observation de la figure de diffraction par une fente ; mesurer la largeur L d'une tache centrale de diffraction et en déduire, par un calcul, la largeur a de la fente ; trouver des sources d'erreur lors de la détermination de la largeur de la fente, puis calculer l'incertitude relative sur la largeur de la fente ; proposer une amélioration du dispositif expérimental et vérifier son influence sur la valeur de l'incertitude relative.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> s'approprier (APP) : coefficient 1 réaliser (RÉA) : coefficient 3 valider (VAL) : coefficient 2
Préparation du poste de travail	<p><u>Précautions de sécurité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Veiller à ce que le candidat ne place pas son œil sur le trajet du faisceau laser. <p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Tous les appareils doivent être connectés au secteur. La salle doit être bien obscure. Prévoir une lampe blanche individuelle par poste. <p><u>Entre les prestations de deux candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Remettre tous les appareils dans le même état initial. Changer la feuille blanche scotchée sur l'écran.
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Le candidat doit mettre en place le dispositif expérimental décrit dans le document 2 permettant l'observation de la figure de diffraction par une fente (10 minutes). Le candidat mesure la largeur de la tache de diffraction, détecte les sources d'erreur et calcule des incertitudes associées (30 minutes). Le candidat propose une amélioration du montage (20 minutes). <p><u>Il est prévu 3 appels obligatoires et deux appels facultatifs de la part du candidat.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Lors de l'appel n°1, l'évaluateur vérifie le montage et l'obtention de la figure de diffraction. Lors de l'appel n°2, l'évaluateur observe la mesure de la largeur de la tache centrale. Lors de l'appel n°3, l'évaluateur vérifie les sources d'erreur analysées, le calcul des incertitudes associées et le calcul de l'incertitude relative sur la largeur de la fente a. <p>Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.</p>
Remarques	<p>Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année.</p> <ul style="list-style-type: none"> Dans ce sujet, il est admis que la figure de diffraction d'un obstacle opaque est équivalente à celle d'un trou de même forme et de même dimension que l'obstacle. L'étude est restreinte à une seule dimension. Toutes les mesures et valeurs chiffrées données dans la correction sont indicatives. Il est indispensable de tester la manipulation avant l'épreuve afin d'adapter ces valeurs en fonction du matériel utilisé par les candidats.

II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE

La version modifiable de l'ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT jointe à la version .pdf vous permettra d'adapter le sujet à votre matériel. Cette adaptation ne devra entraîner EN AUCUN CAS de modifications dans le déroulement de l'évaluation.

Paillasse candidats

- une calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- un laser (ou une diode laser) placé sur un support de hauteur réglable, de longueur d'onde 650,0 nm
- un support de fente de hauteur réglable
- une fente de largeur a connue mais **non communiquée** au candidat

Remarque importante : pour que l'incertitude associée à la mesure de la largeur de la tache centrale de diffraction soit significative, **il est conseillé de prendre une fente fine, par exemple $a = 0,10$ mm.**

- un écran sur lequel une feuille blanche a été scotchée, de façon à ce que **le candidat puisse y inscrire les repères** correspondant aux extrémités de la tache centrale de diffraction ou des taches secondaires
- un mètre-ruban de longueur 2 à 3 m ou un banc optique
- une lampe blanche individuelle peu puissante (type lampe de bureau)
- une règle graduée en millimètres non métallique
- une longue table (ou paillasse)

Paillasse professeur

- une réserve de feuilles blanches à scotcher sur l'écran
- du scotch

III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Ce sujet comporte **six** feuilles individuelles 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'utilisation d'une calculatrice ou d'un ordinateur autres que ceux fournis n'est pas autorisée.

CONTEXTE DU SUJET

La granulométrie laser permet d'étudier des matériaux en forme de grains (suspensions de polymères, poudres minérales...), en utilisant la diffraction de la lumière : lorsque le faisceau laser éclaire une particule, une figure de diffraction peut être observée. Elle est caractéristique de la taille du grain.

Cette technique granulométrique, rapide, est utilisée dans l'industrie pour mesurer des tailles de particules allant de quelques centaines de nanomètres à plusieurs millimètres, avec une incertitude relative généralement inférieure à 5%.

Le but de cette épreuve est de déterminer la largeur a d'une fente modélisant la taille d'un grain, d'évaluer l'incertitude relative associée à cette largeur a , puis de proposer une amélioration du dispositif expérimental.

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT**Document 1 : Précautions de sécurité**

On dispose d'une source laser. Elle produit un faisceau lumineux très directif et de forte puissance lumineuse susceptible d'altérer la rétine de manière irréversible.

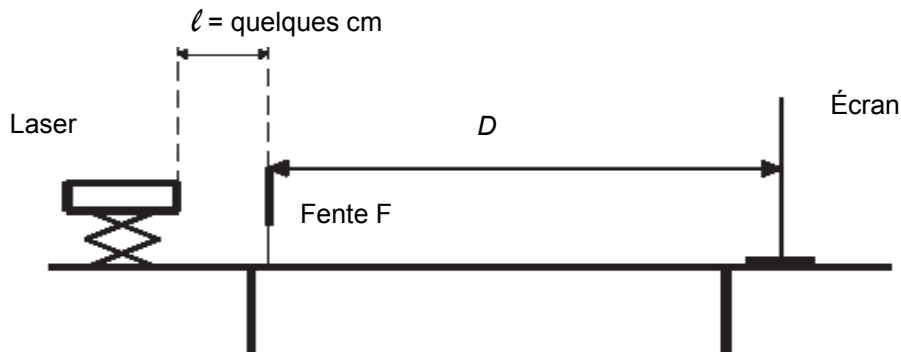
ATTENTION : Il ne faut jamais regarder directement le faisceau de lumière d'un laser ni placer sur son trajet des objets réfléchissants (montre, bagues, règle métallique...).

Document 2 : Présentation d'un montage de diffraction

En éclairant une fente de largeur a par une source laser monochromatique de longueur d'onde λ , perpendiculaire au plan de la fente, une figure de diffraction est observée sur un écran placé après la fente. Des taches de diffraction sont réparties régulièrement de part et d'autre d'une tache centrale. Une mesure de la largeur L de la tache centrale de diffraction permet de déduire la largeur de la fente par la relation :

$$a = \frac{2\lambda \cdot D}{L}$$

Où D est la distance entre la fente et l'écran, L la largeur de la tache centrale de diffraction et λ la longueur d'onde du laser. Cette relation est valable lorsque la distance D est très supérieure à L .

**Document 3 : Évaluation des incertitudes**

Soit U_a l'incertitude sur a , U_D celle sur D et U_L celle sur L .

- La loi des incertitudes composées, reliant les incertitudes relatives entre elles, s'écrit :

$$\frac{U_a}{a} = \sqrt{\left(\frac{U_D}{D}\right)^2 + \left(\frac{U_L}{L}\right)^2}$$

Remarque : l'incertitude relative sur la longueur d'onde n'intervient pas dans l'expression de l'incertitude relative sur a car elle est négligeable devant les incertitudes relatives sur D et sur L .

- L'incertitude absolue U_D sur D résulte de deux lectures effectuées à l'aide d'une règle. Elle est reliée à la plus petite graduation q de la règle par l'expression :

$$U_D = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot q$$

- L'incertitude absolue U_L sur L est liée à deux incertitudes :
 - une incertitude, notée U_{L1} , due aux deux lectures effectuées avec la règle utilisée pour faire cette mesure. Sa valeur s'évalue avec la même relation utilisée pour l'incertitude U_D sur D .
 - une incertitude, notée U_{L2} , résultant de la difficulté à identifier parfaitement les positions des deux minima d'éclairement. Pour évaluer sa valeur, il faut au préalable estimer la largeur ε de l'intervalle dans lequel on considère qu'un minimum d'intensité est situé, puis appliquer la relation :

$$U_{L2} = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \varepsilon$$

L'incertitude absolue sur L est alors donnée par la relation :

$$U_L = \sqrt{(U_{L1})^2 + (U_{L2})^2}$$

Matériel mis à disposition du candidat



- une calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- un laser (ou une diode laser) placé sur un support de hauteur réglable, de longueur d'onde 650,0 nm
- un support de fente de hauteur réglable
- une fente de largeur a à déterminer
- un écran blanc avec une feuille blanche vierge scotchée
- un mètre-ruban de longueur 2 à 3 m ou un banc optique
- une lampe blanche individuelle peu puissante (type lampe de bureau)
- une règle graduée en millimètres non métallique
- une longue table (ou paillasse)

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Mise en place du dispositif expérimental (10 minutes conseillées)

Mettre en place le dispositif expérimental décrit dans le document 2 avec un laser produisant une lumière monochromatique rouge de longueur d'onde 650,0 nm, en plaçant la fente de largeur a dans le dispositif. La distance D fente-écran sera réglée à 130,0 cm.



Observer la figure de diffraction obtenue.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour vérifier le montage expérimental ou en cas de difficulté	

2. Estimation de la largeur de la fente et de l'incertitude relative de sa valeur (30 minutes conseillées)

Mesurer la largeur L de la tache centrale de diffraction.

$L = \dots\dots\dots$

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour la réalisation de la mesure de la largeur de la tache centrale ou en cas de difficulté	

En déduire la largeur a de la fente.

$a = \dots\dots\dots$

Identifier des sources d'incertitudes pour les mesures de D et L .

.....

.....



.....

.....

.....



Estimer la largeur ε de l'intervalle dans lequel on considère qu'un minimum d'intensité est situé.

.....
.....
.....

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	



Calculer les valeurs des incertitudes absolues U_L et U_D .

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

Calculer l'incertitude relative sur la largeur a de la fente modélisant la taille d'un grain.

.....
.....
.....
.....

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter les sources d'incertitudes, l'évaluation des incertitudes associées et de l'incertitude relative ou en cas de difficulté	

3. Amélioration du dispositif expérimental (20 minutes conseillées)

Comparer l'incertitude relative calculée avec celle de 5% généralement obtenue en granulométrie.

.....
.....
.....

Proposer une amélioration du dispositif ou du protocole susceptible de diminuer cette incertitude relative calculée (cette amélioration doit être possible à mettre en œuvre avec le matériel disponible).

.....
.....
.....

Mettre en œuvre cette amélioration et en déduire la valeur de la nouvelle incertitude relative sur la largeur a de la fente.

.....
.....
.....
.....

Conclure.

.....
.....
.....

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