

**BACCALAURÉAT SÉRIE S**

**Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE**  
**Évaluation des Compétences Expérimentales**

Ce sujet fait partie de la banque nationale de sujets dans laquelle les sujets d'une session sont tirés au sort.

**Ce sujet est soumis à la clause de STRICTE ET TOTALE CONFIDENTIALITÉ.**

**Il ne peut faire l'objet d'AUCUNE DIFFUSION, y compris après la tenue de la session du baccalauréat.**

**SECONDE PARTIE**  
**ÉNONCÉ ET ÉVALUATION**

**Sommaire**

IIIb. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT .....	2
1. Interférences en lumière monochromatique (20 minutes conseillées) .....	4
2. Interférences en lumière polychromatique (20 minutes conseillées).....	5
3. Confrontation avec la loi proposée (20 minutes conseillées).....	6
IV. REPÈRES POUR L'ÉVALUATION .....	7
1. Interférences en lumière monochromatique (20 minutes conseillées) .....	8
2. Interférences en lumière polychromatique (20 minutes conseillées).....	10
3. Confrontation avec la loi proposée (20 minutes conseillées).....	12
V. GRILLE D'ÉVALUATION .....	13

## IIIb. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Ce sujet comporte **cinq** 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 de la calculatrice est autorisée.

**CONTEXTE DU SUJET**

En feuilletant une revue scientifique, Louise découvre diverses images illustrant les phénomènes d'interférences lumineuses. Très curieuse, elle désire en savoir davantage sur ce phénomène.

*Le but de cette épreuve est d'apporter à Louise une explication satisfaisante sur la présence d'irisations sur certaines figures d'interférences.*

**DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT****Document 1 : Figures d'interférences**

Les structures organisées de la matière telles que les plumes ou les ailes de papillon sont des sources de couleurs interférentielles. Ces couleurs résultent d'un phénomène d'interférences lumineuses. En 1801, Thomas Young, dans le but de comprendre le comportement de la lumière, fait interférer deux faisceaux de lumière issus d'une même source, en les faisant passer par deux petites fentes percées dans un support opaque. Selon la source utilisée, la figure d'interférences n'est pas la même.

Image n°1 : Figure d'interférences en lumière monochromatique



Image n°2 : Figure d'interférences en lumière polychromatique



**Document 2 : interfrange et longueur d'onde**

Un dispositif de fentes d'Young, éclairé en lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ , permet d'observer une figure d'interférences dont l'interfrange  $i$ , distance séparant deux franges brillantes consécutives sur l'écran, est proportionnel à  $\lambda$ .

**Document 3 : images numériques**

Un capteur photographique numérique est constitué d'une mosaïque d'éléments sensibles à la lumière associés à des filtres colorés qui tiennent compte de la sensibilité de l'œil humain. Les valeurs approximatives des longueurs d'onde correspondant **aux maxima d'absorption** de chaque filtre sont précisées dans le tableau suivant :

Filtre bleu	Filtre vert	Filtre rouge
$\lambda_{\max} = 480 \text{ nm}$	$\lambda_{\max} = 550 \text{ nm}$	$\lambda_{\max} = 630 \text{ nm}$

Une « image numérique couleur » est un tableau de nombres dans lequel chaque pixel de l'image est codé par trois nombres correspondant l'un à une nuance de rouge, l'autre de vert et le dernier de bleu.

**Matériel mis à disposition du candidat :**

- une série de fentes d'Young d'écartements différents ;
- une source de lumière blanche ;
- un laser (de longueur d'onde voisine de 650 nm) sur support réglable en hauteur ;
- un écran blanc ;
- un écran translucide ;
- un appareil photographique ou une webcam, disposé(e) sur support réglable en hauteur ;
- un ordinateur muni d'un logiciel de capture d'image et du logiciel de traitement d'image *SalsaJ* ;
- un tableur-grapheur ;
- une notice d'utilisation du logiciel de capture d'image ;
- une notice d'utilisation simplifiée du logiciel *SalsaJ* ;
- une notice d'utilisation simplifiée du tableur-grapheur ;
- un fichier « *interferences\_lumiere\_blanche.jpg* » dans le répertoire .....

**TRAVAIL À EFFECTUER**

**1. Interférences en lumière monochromatique (20 minutes conseillées)**

1.1. À partir du matériel mis à disposition, proposer le schéma légendé d'un montage permettant d'obtenir une figure d'interférences comparable à l'image n°1 du document n°1 et de capturer l'image numérique de cette figure.

APPEL n°1		
	<b>Appeler le professeur pour valider le montage ou en cas de difficulté</b>	

1.2. Après validation par l'évaluateur, faire le montage et les réglages de façon à obtenir une figure d'interférences de bonne qualité.

Capturer l'image numérique et l'enregistrer dans le répertoire .....

APPEL n°2		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter l'image ou en cas de difficulté</b>	

2. Interférences en lumière polychromatique (20 minutes conseillées)

2.1. En utilisant les documents fournis, proposer une hypothèse permettant d'expliquer la présence d'irisations sur la figure n°2 du document 1.

.....

.....

.....

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter l'explication	

2.2. Une image similaire à l'image n°2, « interferences\_lumiere\_blanche.jpg » a été trouvée sur internet.

En suivant le protocole ci-dessous, effectuer le traitement de l'image numérisée se trouvant dans le répertoire .....

**PROTOCOLE**

- Ouvrir le fichier de l'image n°2, nommé « interferences\_lumiere\_blanche.jpg » avec le logiciel *SalsaJ*. Dans le menu « Image », cliquer sur « Couleurs » puis sur « Séparation R/V/B » : on visualise séparément les trois composantes : R (rouge ou red), V (vert ou green) et B (bleu ou blue) de la photographie numérique.

Sur la composante rouge :

l'icône « Sélection rectiligne » permet de tracer une ligne de coupe ;  
l'icône « Coupe » permet d'afficher les variations de l'intensité lumineuse sur cette ligne.

- Déterminer, le plus précisément possible, la valeur de l'interfrange  $i$  mesuré en pixels.

Pour les deux autres composantes, les mesures ont été réalisées et rassemblées dans le tableau ci-dessous.

- Compléter le tableau. Les valeurs  $y$  sont indiquées en pixels.

$i_{bleu}$	$i_{vert}$	$i_{rouge}$
323	372	

APPEL n°4		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté	



IV. REPÈRES POUR L'ÉVALUATION

Niveau	ANA, REA, VAL, APP	ANA, REA, VAL, APP	COM
	Coefficient 1	Coefficient 2 ou 3	Coefficient 1
<b>A</b>	Le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet ou avec une ou deux interventions de l'examinateur, concernant des difficultés identifiées et explicitées par le candidat et auxquelles il apporte une réponse quasiment de lui-même.	Le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet ou avec une ou deux interventions de l'examinateur, concernant des difficultés identifiées et explicitées par le candidat et auxquelles il apporte une réponse quasiment de lui-même, <b>ou bien grâce à une ou deux questions ouvertes</b> de l'examinateur concernant des difficultés <b>non identifiées</b> par le candidat <b>mais résolues</b> par celui-ci, après y avoir réfléchi.	Le candidat a réalisé une communication cohérente, complète et avec un vocabulaire scientifique adapté.
<b>B</b>	Le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet <b>grâce à une ou deux questions ouvertes</b> de l'examinateur concernant des difficultés ou erreurs <b>non identifiées</b> par le candidat <b>mais résolues</b> par celui-ci, après y avoir réfléchi.	Le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet <b>grâce à plus de deux questions ouvertes</b> de l'examinateur concernant des difficultés ou erreurs <b>non identifiées</b> par le candidat <b>mais résolues</b> par celui-ci, après y avoir réfléchi <b>ou bien avec l'apport d'une seule solution partielle</b> .	Le candidat a réalisé une communication cohérente, incomplète, mais il l'a exprimée pour l'essentiel avec un vocabulaire scientifique adapté.
<b>C</b>	<b>Dans le cas où il n'y a qu'une seule tâche demandée</b> , le candidat reste bloqué dans son avancement, malgré les questions ouvertes posées par l'examinateur. Des solutions partielles sont apportées au candidat, lui permettant finalement d'achever seul le travail demandé. <b>Ou bien, plusieurs tâches distinctes sont demandées pour évaluer la compétence et au moins une tâche est menée à bien par le candidat</b> , les autres solutions totales étant données.		Le candidat a réalisé une communication manquant de cohérence, incomplète ou bien avec un vocabulaire scientifique non adapté.
<b>D</b>	<b>Dans le cas où il n'y a qu'une seule tâche demandée</b> , le candidat a été incapable de la réaliser malgré les solutions partielles apportées par l'examinateur. <b>Ou bien, le candidat a été incapable de réaliser au moins une des tâches demandées malgré l'apport d'une ou de plusieurs solutions totales quand plusieurs tâches sont demandées pour évaluer la compétence.</b> Cette situation conduit l'examinateur à fournir une solution complète correspondant à l'ensemble de la tâche ( <b>ou des tâches</b> ): par exemple un protocole à réaliser ou des valeurs à exploiter pour permettre l'évaluation des autres compétences du sujet. <b>La ou les solutions totales ne sont pas fournies lorsque la compétence est évaluée en fin d'épreuve.</b>		Le candidat a réalisé une communication incohérente ou bien la communication est absente.

Le candidat est en situation d'évaluation, l'examinateur ne doit pas fournir d'explicitation des erreurs ni de la démarche à conduire. Ses interventions sont précises, elles servent de relance pour faire réagir le candidat ou bien pour lui permettre d'avancer pour être évalué sur d'autres compétences.

Les erreurs détectées par l'évaluateur en continu ou lors d'un appel sont forcément suivies d'un questionnement ou d'un apport de solution si ces erreurs conduisent le candidat à une impasse.

**1. Interférences en lumière monochromatique** (20 minutes conseillées)

Les compétences **ANALYSER** et **RÉALISER** sont mobilisées et évaluées dans cette partie.

Attention, il est impératif de remarquer que les compétences **ANALYSER** et **RÉALISER** sont affectées d'un fort coefficient et qu'elles sont évaluées à d'autres moments de l'épreuve.

Avant l'appel n°1, l'examineur devra suivre attentivement, en continu, la progression du candidat pour l'orienter éventuellement, mais se gardera d'intervenir trop tôt, afin de laisser le candidat mûrir sa réflexion.

Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence **ANALYSER** est le suivant :

- concevoir un dispositif expérimental.

Pour évaluer cette compétence, l'examineur observe en continu le travail expérimental du candidat et vérifie, au cours de l'appel n°1 que :

- les différents objets sont alignés dans l'ordre ;
- le schéma est correctement légendé.

Si nécessaire, l'examineur intervient d'abord de façon ponctuelle et sous forme de questions pour guider le candidat ou l'amener à se rectifier de lui-même. Ensuite, l'examineur peut intervenir pour apporter au candidat une solution partielle. Enfin, si le candidat ne parvient toujours pas à progresser dans sa tâche, l'examineur peut lui apporter une solution totale.

**Exemples de solutions partielles pour la compétence ANALYSER****Solution partielle 1**

Le laser sera utilisé comme source de lumière.

**Solution partielle 2**

Les fentes d'Young doivent être disposées sur le trajet de la lumière.

**Solution partielle 3**

Le capteur doit être placé derrière l'écran translucide.

**Exemples de solutions totales pour la compétence ANALYSER****Solution totale**

Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence **RÉALISER** est le suivant :

- utiliser le matériel (dont l'outil informatique) de manière adaptée :
  - placer les différents objets de façon à obtenir une qualité d'image satisfaisante ;
  - capturer l'image et l'enregistrer à l'endroit indiqué.

Pour évaluer cette compétence, l'examineur observe en continu le travail expérimental du candidat et vérifie, au cours de l'appel n°2 que :

- l'image capturée a été convenablement enregistrée sur l'ordinateur.

Si nécessaire, l'examineur intervient d'abord de façon ponctuelle et sous forme de questions pour guider le candidat ou l'amener à se rectifier de lui-même. Ensuite, l'examineur peut intervenir pour apporter au candidat une solution partielle.

#### **Exemples de solutions partielles pour la compétence RÉALISER**

##### **Solution partielle 1**

L'examineur indique au candidat d'utiliser le dispositif d'Young avec le plus petit écartement.

##### **Solution partielle 2**

L'examineur indique au candidat de prendre la plus grande distance fente-écran

#### **Exemple de solution totale pour la compétence RÉALISER**

##### **Solution totale**

L'examineur indique au candidat comment obtenir une image nette.

## 2. Interférences en lumière polychromatique (20 minutes conseillées)

Les compétences **ANALYSER** et **RÉALISER** sont mobilisées et évaluées dans cette partie.

**Attention, il est impératif de remarquer que les compétences ANALYSER et RÉALISER sont affectées d'un fort coefficient et qu'elles sont évaluées à d'autres moments de l'épreuve.**

Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence **ANALYSER** est le suivant :

- formuler une hypothèse.

Pour évaluer cette compétence, l'examineur vérifie au cours de l'**appel n°3** :

- la proposition du candidat.

Si nécessaire, l'examineur intervient d'abord de façon ponctuelle et sous forme de questions pour guider le candidat ou l'amener à se rectifier de lui-même. Ensuite, l'examineur peut intervenir pour apporter au candidat une solution partielle.

### Exemples de solutions partielles pour la compétence ANALYSER

#### Solution partielle 1

L'examineur attire l'attention du candidat sur la présence du terme "polychromatique".

#### Solution partielle 2

L'examineur indique au candidat la signification du terme "polychromatique".

### Solution totale à apporter au candidat pour la compétence ANALYSER

#### Solution totale

La lumière polychromatique est constituée d'un ensemble de radiations de longueurs d'onde différentes.

Chaque radiation contribue à une figure d'interférences avec une valeur d'interfrange différente.

La superposition de toutes ces figures est à l'origine des irisations.

Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence **RÉALISER** sont les suivants :

- utiliser le matériel (dont l'outil informatique) de manière adaptée :
  - utiliser un logiciel de traitement d'image afin de séparer les composantes RVB ;
- effectuer des mesures avec précision :
  - mesurer la valeur de l'interfrange en suivant un protocole.

Pour évaluer cette compétence, l'examineur vérifie au cours de l'**appel n°4** :

- la valeur de  $i_{\text{rouge}}$ .

Si nécessaire, l'examineur intervient d'abord de façon ponctuelle et sous forme de questions pour guider le candidat ou l'amener à se rectifier de lui-même. Ensuite, l'examineur peut intervenir pour apporter au candidat une solution partielle.

### Exemples de solutions partielles pour la compétence RÉALISER

#### Solution partielle 1

L'examineur ouvre l'image des interférences en lumière blanche.

#### Solution partielle 2

L'examineur extrait les trois composantes RVB.

**Solution partielle 3**

L'examineur trace la ligne de coupe (ligne suivant laquelle sera réalisée l'acquisition des valeurs associées aux pixels) sur la composante rouge.

**Solution totale à apporter au candidat pour la compétence RÉALISER****Solution totale**

La valeur de l'interfrange mesurée en pixels en utilisant la composante rouge de l'image est

$$i_{\text{rouge}} = 425 \text{ pixels.}$$

3. **Confrontation avec la loi proposée** (20 minutes conseillées)

La compétence **VALIDER** est mobilisée et évaluée dans cette partie.

**Attention, il est impératif de remarquer que la compétence VALIDER est affectée d'un fort coefficient.**

Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence **VALIDER** sont les suivants :

- exploiter des mesures ;
- valider ou infirmer une hypothèse.

Pour évaluer cette compétence, l'examineur observe en continu le travail expérimental du candidat.

Si nécessaire, l'examineur intervient d'abord de façon ponctuelle et sous forme de questions pour guider le candidat ou l'amener à se rectifier de lui-même. Ensuite, l'examineur peut intervenir pour apporter au candidat une solution partielle.

**Exemple de solution partielle pour la compétence VALIDER**

**Solution partielle**

Le graphique donne une droite passant par l'origine ; il y a donc bien proportionnalité entre l'interfrange et la longueur d'onde.

**Exemple de solution totale pour la compétence VALIDER à destination de l'examineur**

La solution totale correspondant à la dernière compétence évaluée est donnée à l'évaluateur à titre d'information et ne doit pas être fournie au candidat.

**Solution totale**

Le graphique montre une droite passant par l'origine ; il y a bien proportionnalité entre la valeur de l'interfrange mesurée et la valeur de la longueur d'onde.

En lumière blanche, les figures d'interférences de chaque radiation sont décalées les unes par rapport aux autres car les valeurs des interfranges sont différentes.

Les figures d'interférences des différentes radiations se superposent : les couleurs s'ajoutent par le biais d'une synthèse additive (*ce terme n'est pas exigible*).