

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE SÉRIE STL
spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire

Épreuve d'évaluation des compétences expérimentales

Durée 3 h – coefficient 6

SOMMAIRE

Fiche 1 : DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX PROFESSEURS

DESCRIPTIF SOMMAIRE DU SUJET

COMPÉTENCES ÉVALUÉES - COEFFICIENTS RESPECTIFS

Fiche 2 : LISTE DU MATÉRIEL DESTINÉE AUX PROFESSEURS ET AU PERSONNEL DE LABORATOIRE

LISTE DE MATÉRIEL POUR UN POSTE

PARTICULARITÉS DE MISE EN ŒUVRE

Fiche 3 : ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT ET DOCUMENT RÉPONSE

DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE

Fiche 4 : REPÈRES POUR L'ÉVALUATION ET GRILLE DE SUIVI CHRONOLOGIQUE

REPÈRES POUR L'ÉVALUATION

AIDES À APPORTER AU CANDIDAT

ÉLÉMENTS DE RÉPONSE

GRILLE DE SUIVI CHRONOLOGIQUE

Fiche 5 : GRILLE D'ÉVALUATION PAR COMPÉTENCES

Fiche 6 : DOCUMENT RÉCAPITULATIF DE L'ÉVALUATION (DOCUMENT AYANT STATUT DE COPIE D'EXAMEN)

Fiche 1 : DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX PROFESSEURS**DESCRIPTIF SOMMAIRE DU SUJET**

Les spectrophotomètres UV-visible sont des appareils couramment utilisés dans les laboratoires de chimie pour la caractérisation de solutions et la détermination de concentrations.

Les spectrophotomètres peuvent également être utilisés pour déterminer les longueurs d'onde des raies d'émission atomiques ou enregistrer les spectres de différentes sources de lumière. On utilise alors un spectrophotomètre à barrette CCD.

Dans ce sujet en 3 parties, on demande au candidat :

- d'étudier un réseau qui constitue le système dispersif de la plupart des spectrophotomètres,
- d'utiliser ce réseau couplé à une barrette CCD (détecteur de lumière) pour comprendre comment on peut sélectionner la longueur d'onde à laquelle on souhaite travailler,
- de déterminer la concentration d'un colorant dans une boisson à l'aide d'un spectrophotomètre.

COMPÉTENCES ÉVALUÉES - COEFFICIENTS RESPECTIFS

Ce sujet permet d'évaluer les compétences avec les coefficients respectifs :

- S'approprier : coefficient 1
- Analyser : coefficient 3
- Réaliser : coefficient 4
- Valider : coefficient 1
- Communiquer : coefficient 1

Fiche 2 : LISTE DU MATÉRIEL DESTINÉE AUX PROFESSEURS ET AU PERSONNEL DE LABORATOIRE

La version modifiable de l'ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT jointe à la version.pdf vous permet d'adapter le sujet à votre matériel.

Cette adaptation ne doit entraîner EN AUCUN CAS de modifications dans le déroulement de l'évaluation

LISTE DE MATÉRIEL POUR UN POSTEPaillasse élèves :

Pour les parties A et B

- Banc d'optique avec suffisamment de cavaliers
- Laser rouge + lunettes de protection
- Lampe spectrale : mercure, cadmium ou zinc selon le matériel disponible
- Une fente
- Un verre dépoli
- Des lentilles + 10 δ et + 5 δ
- Un réseau 200 ou 300 traits par millimètre
- Une barrette CCD reliée à un ordinateur avec son logiciel et sa notice
- Un écran de largeur 30 cm au minimum
- Ordinateur muni d'un logiciel de traitement de données

Pour la partie C

- Spectrophotomètre
- Solution de bleu brillant de concentration 20 mg.L^{-1}
- Bechers
- Erlenmeyer
- Éprouvette graduée de 100 mL
- Pipettes jaugées de 5 mL, 10 mL et 20 mL
- Propipettes
- Fioles jaugées de 50 mL, de 100 mL
- Eau distillée
- Échelle de teinte dans des fioles de 50 mL de concentrations 2, 3, 5, 6 et 7 mg.L^{-1} en bleu brillant E133
- Sirop de menthe contenant du bleu brillant E 133 (dilué en cohérence avec l'échelle de teinte)
- Ordinateur avec le logiciel de traitement de données

Paillasse professeur :

Bouteille de sirop de menthe

Solution de concentration 4,0 mg.L^{-1} dans une fiole de 50 mL

Documents mis à disposition des candidats :

Notice d'utilisation du logiciel permettant l'acquisition de données avec une barrette CCD

Notice d'utilisation simplifiée d'un logiciel de traitement de données

Notice d'utilisation du spectrophotomètre

Fichier excel ou gum pour le calcul d'incertitude : feuille de calcul préparée pour le calcul des incertitudes

PARTICULARITÉS DE MISE EN ŒUVRE

Rien de particulier

Fiche 3 : ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT ET DOCUMENT RÉPONSE

Durée de l'épreuve : 3 h

Coefficient : 6

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

Ce sujet comporte 13 pages individuelles y compris le document réponse sur lequel 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 pouvoir continuer la tâche. La demande de précisions sur la tâche à effectuer n'entraîne pas systématiquement une pénalisation. Le candidat doit être rassuré à ce niveau.

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

L'utilisation de la calculatrice est autorisée.

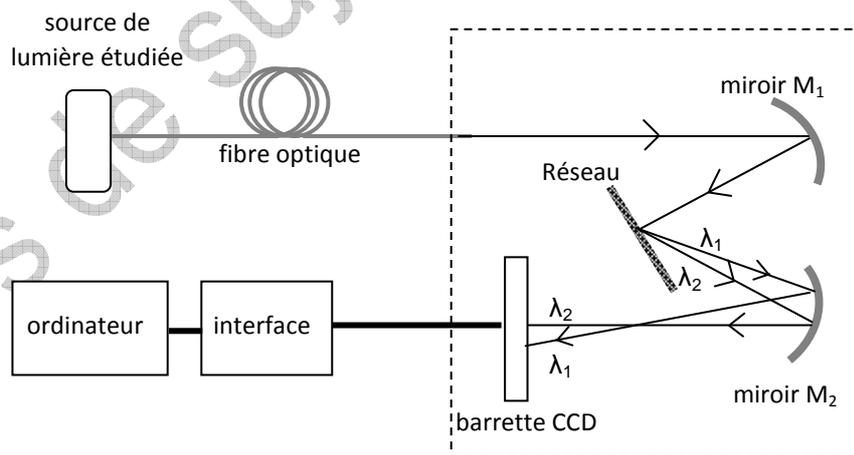
Le sujet comprend trois parties qui devront être traitées dans l'ordre.

Principe de fonctionnement et utilisation d'un spectrophotomètre

Les spectrophotomètres à barrettes CCD sont des appareils couramment utilisés pour déterminer les longueurs d'onde des raies d'émission atomique ou enregistrer les spectres de différentes sources de lumière.

Dans ce cas, la lumière émise par une lampe spectrale est guidée dans le spectrophotomètre par une fibre optique. Le spectre de la lumière est obtenu directement sur la barrette CCD comme l'indique le schéma ci-dessous :

Schéma de principe d'un spectrophotomètre à barrette CCD



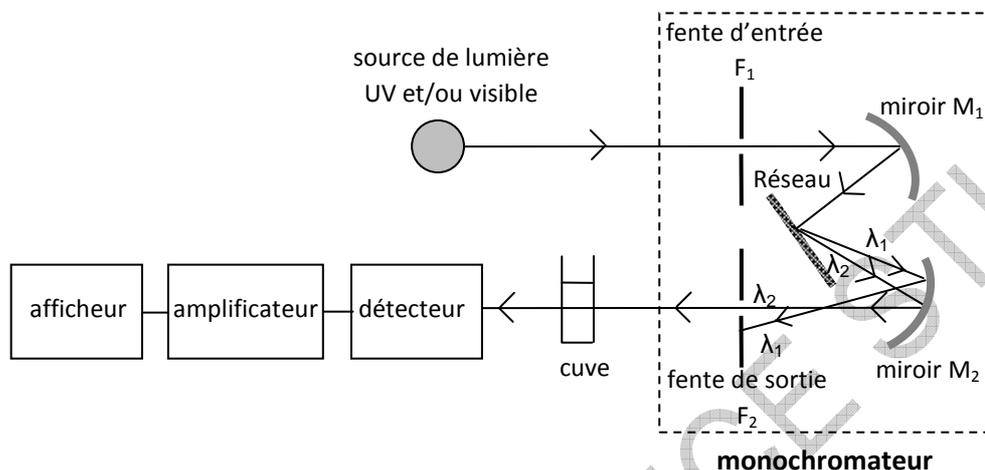
La lumière à analyser est transmise au spectromètre par l'intermédiaire d'une fibre optique. Elle arrive sur un premier miroir sphérique, qui renvoie un faisceau parallèle vers un réseau plan. La lumière diffractée par ce réseau est ensuite focalisée sur une barrette CCD par un second miroir sphérique. Chaque longueur d'onde étant focalisée en un point différent de la barrette CCD, le spectre se forme directement sur cette barrette. Toutes les longueurs d'ondes sont donc analysées en même temps.

On peut associer à cet appareil un module d'absorption muni d'une source interne de lumière blanche et d'une cuve. La lumière recueillie par la fibre optique est la lumière ayant traversé la cuve. On obtient alors directement le spectre d'absorption sur la barrette CCD.

Les spectrophotomètres UV-visible sont également utilisés dans les laboratoires de chimie pour la caractérisation de solutions et la détermination de concentration en soluté.

Un spectrophotomètre UV-visible est composé d'une source de lumière, d'un monochromateur (avec comme élément dispersif un réseau ou un prisme), d'un porte échantillon et d'un récepteur comme l'indique le schéma ci-dessous.

Schéma de principe d'un spectrophotomètre utilisé pour la mesure d'absorbance



La lumière entre par une fente puis arrive sur un miroir sphérique qui renvoie un faisceau parallèle sur le réseau plan qui la diffracte. Pour une longueur d'onde donnée, le second miroir sphérique permet de former l'image de la première fente F_1 sur la seconde fente très fine F_2 . En faisant tourner le réseau, on modifie la longueur d'onde diffractée vers la seconde fente ce qui permet de sélectionner la longueur d'onde de travail. Le détecteur placé après la cuve mesure l'intensité lumineuse transmise par la solution pour une longueur d'onde donnée.

Dans ce sujet en 3 parties, on se propose :

- d'étudier un réseau qui constitue le système dispersif de la plupart des spectrophotomètres,
- d'utiliser ce réseau couplé à une barrette CCD (détecteur de lumière) pour comprendre comment on peut sélectionner la longueur d'onde à laquelle on souhaite travailler,
- de déterminer la concentration d'un colorant dans une boisson à l'aide d'un spectrophotomètre.

A. Étude du réseau du monochromateur (durée maximale : 50 min)

Le monochromateur a pour rôle de sélectionner la longueur d'onde à laquelle on souhaite travailler. Il comporte un élément dispersif – réseau ou prisme – et une fente de sélection.

On se propose d'étudier ici le réseau.

Document 1 : Protocole expérimental pour l'étude d'un réseau

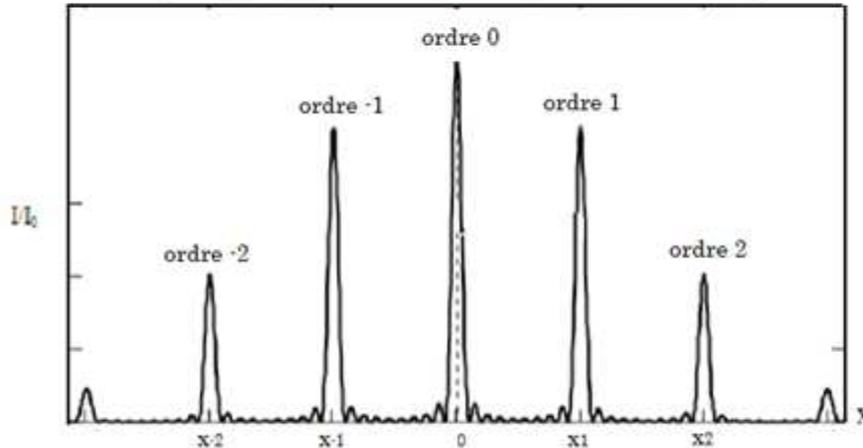
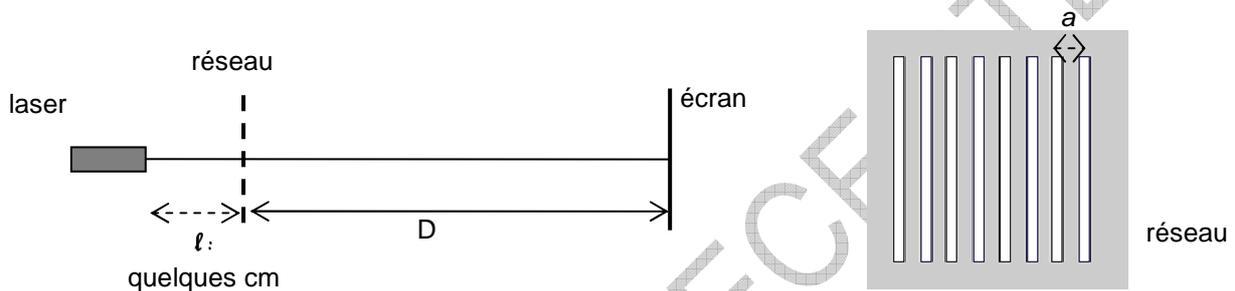
En éclairant un réseau de pas noté a par une source laser monochromatique de longueur d'onde λ , perpendiculaire au plan du réseau, on observe une figure d'interférences constituée de plusieurs taches, approximativement de même diamètre que le faisceau laser. Les différentes taches sont réparties régulièrement de part et d'autre d'une tache centrale appelée tache d'ordre 0. La position x_k de la tache d'ordre k est la distance entre le centre de la tache d'ordre 0 et le centre de la tache d'ordre k : elle dépend du pas du réseau.

Ainsi, la position x_1 du centre de la tache d'ordre 1 est donnée avec une bonne approximation par la relation :

$$\frac{x_1}{\sqrt{x_1^2 + D^2}} = \frac{\lambda}{a} \quad \text{dans laquelle } D \text{ représente la distance entre le réseau et l'écran.}$$

Une mesure de x_1 permet donc de déduire la valeur du pas du réseau par la relation :

$$a = \frac{\lambda \sqrt{x_1^2 + D^2}}{x_1} \quad (1)$$

**Précautions à prendre**

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...). Il faut porter des lunettes de protection.

A.1. Mise en place du dispositif expérimental

Mettre en place le dispositif expérimental décrit dans le document 1 avec un laser de longueur d'onde $\lambda = 632 \text{ nm}$. La distance D « réseau – écran » sera réglée à $80,0 \text{ cm}$.

Observer la figure d'interférences.

Appel n° 1 : appeler l'examineur pour vérifier le montage ou en cas de difficulté

A.2. Mesures et évaluation des sources d'erreurs

A.2.1. Mesurer la position x_1 du centre de la tache d'ordre 1. Reporter cette valeur sur la feuille réponse.

A.2.2. En déduire la valeur a du pas du réseau.

Document 2 : Indications pour l'évaluation des incertitudes

On note U_a l'incertitude sur a , U_D celle sur D et U_{x_1} celle sur x_1 .

La loi des incertitudes composées permet de déterminer U_a en fonction de U_D et U_{x_1} :

$$\frac{U_a}{a} = \frac{D^2}{x_1^2 + D^2} \times \sqrt{\left(\frac{U_D}{D}\right)^2 + \left(\frac{U_{x_1}}{x_1}\right)^2}$$

On remarque que l'incertitude relative sur la longueur d'onde n'apparaît pas dans cette formule car elle est négligeable par rapport aux autres.

- Évaluation de l'incertitude U_D sur D :

Elle résulte des deux lectures effectuées à l'aide d'une règle. L'incertitude due aux lectures est reliée à la plus petite graduation q de la règle.

$$\text{On a alors } U_D = \sqrt{\frac{2}{3}} q$$

- Évaluation de l'incertitude U_{x_1} sur x_1 Il existe ici deux contributions, l'une, notée $U_{x_{1a}}$ due aux deux lectures sur la règle utilisée pour faire cette mesure, et l'autre, notée $U_{x_{1b}}$ qui résulte de la difficulté à identifier parfaitement les positions des centres des taches.

- pour $U_{x_{1a}}$, on procède comme pour U_D ,

- pour $U_{x_{1b}}$, afin de simplifier, on évalue ε , la largeur de l'intervalle dans lequel on considère que le centre d'une

tache est situé. On a alors $U_{x_{1b}} = \sqrt{\frac{2}{3}} \varepsilon$

A.2.3. Évaluer les valeurs de q et ε puis utiliser la feuille de calcul pour déterminer les incertitudes U_D et U_{x_1} .

Appel n° 2 : appeler l'examineur pour lui faire vérifier le calcul du pas du réseau, et lui présenter les sources d'erreur et l'évaluation des incertitudes associées ou en cas de difficulté

A.3. Amélioration du protocole

A.3.1. Présenter le résultat de la mesure du pas du réseau en tenant compte de l'incertitude U_a déterminée à l'aide de la feuille de calcul.

A.3.2. Proposer des améliorations du protocole susceptibles de diminuer cette incertitude.

Défaire le montage

B. Du spectrophotomètre à barrette CCD à la mesure d'absorbance (durée maximale : 40 min)

Dans cette partie, on se propose de modéliser un spectrophotomètre à barrette CCD pour en comprendre le principe de fonctionnement. Cette modélisation permettra ensuite de déterminer la rotation qu'il faudra faire subir au réseau pour sélectionner la longueur d'onde à laquelle on souhaite travailler.

Matériel mis à votre disposition :

- Lampe à vapeur de mercure
- Une fente
- Un verre dépoli
- Des lentilles + 10 δ et + 5 δ
- Un réseau 200 ou 300 traits par millimètre
- Une barrette CCD reliée à un ordinateur avec son logiciel et sa notice
- Un écran
- Ordinateur muni d'un logiciel de traitement de données

La barrette CCD fournit un signal électrique proportionnel à l'intensité lumineuse perçue par ses différents pixels. Ce signal analogique est converti en signal numérique puis transmis à l'ordinateur via le port USB. Les données sont alors traitées par un logiciel approprié.

Le temps de pose est choisi de telle sorte que le signal électrique fourni ne sature pas lorsque l'intensité lumineuse est maximale.

B.1. Observation des spectres sur un écran

Le schéma du montage utilisé est représenté sur la figure ci-dessous :



B.1.1. Réaliser le montage correspondant au schéma ci-dessus en procédant de la façon suivante :

- Placer la lampe à vapeur de mercure et les deux lentilles comme indiqué ci-après :
 - o La lentille L_1 doit être placée à quelques centimètres seulement de la lampe spectrale S
 - o La distance entre les deux lentilles L_1 et L_2 sera d'environ 80 cm.
- Faire l'image des bords de la lampe spectrale sur la lentille L_2 en déplaçant légèrement la lentille L_1 .
- Placer la fente et rechercher son image sur l'écran.
- Placer le réseau juste derrière la lentille L_2 .

Appel n° 3 : appeler l'examineur pour lui présenter la réalisation du montage de la question B.1.1. et les différentes mises au point

B.1.2. Sur la feuille réponse, faire un dessin légendé de la figure observée sur l'écran.

B.2. Visualisation de la figure spectrale à l'aide d'une barrette CCD

B.2.1. Sans modifier le reste du montage, positionner la barrette CCD à la place de l'écran pour que le spectre d'ordre 1 se forme sur le capteur.

On prendra soin de régler le temps de pose (temps d'exposition) de telle sorte que le signal électrique correspondant aux raies de la lampe spectrale soit bien visible.

Appel n° 4 : appeler l'examineur pour vérifier les réglages ou en cas de difficulté

Document 3 : longueurs d'onde des raies d'émission de la lampe à vapeur de mercure

Lampe à vapeur de mercure	Couleur Intensité	Jaune Intense	Vert Intense	Bleu indigo Intense	Violet Intense	Raie dans le proche UV
Longueur d'onde λ (nm)		579,1 – 577,0	546,1	435,8	404,7	

B.2.2. Sur l'écran de l'ordinateur, identifier les longueurs d'onde qui correspondent aux pics d'intensité lumineuse observés.

B.3. Sélection de la longueur d'onde de travail

En chimie, les spectrophotomètres sont utilisés pour effectuer des mesures d'absorbance. On peut par exemple déterminer la concentration en solution d'une solution de permanganate de potassium dont le maximum d'absorbance est proche de 550 nm. Dans ce cas, la barrette CCD est remplacée par une fente de sortie destinée à sélectionner la longueur d'onde à laquelle on souhaite travailler.

Utiliser les schémas de principe des deux types de spectrophotomètres, présentés en pages 1 et 2, pour expliquer comment la longueur d'onde de travail est sélectionnée.

Appel n° 5 : appeler l'examineur pour lui présenter les réponses aux questions B.2.2. et B.3.

C. Détermination de la concentration d'une solution à l'aide d'un spectrophotomètre (durée maximale : 1h 30 min)

Dans cette partie, on se propose de déterminer la concentration en bleu brillant d'un sirop de menthe afin de déterminer le volume de sirop pouvant être absorbé quotidiennement sans danger pour la santé.

C.1. Les colorants alimentaires dans le sirop de menthe**Document 4 : Les colorants alimentaires bleus**

Les colorants alimentaires sont des additifs alimentaires qui ont un numéro de code C.E.E de 100 à 180 précédé de la lettre E.

L'utilisation du bleu brillant FCF est autorisée dans toute l'Union Européenne.

Le bleu brillant FCF (E 133) a été évalué par le FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) en 1970 et le Scientific Committee for Food (SCF) en 1975. Les deux comités ont établi une DJA (Dose Journalière Autorisée) de 12,5 mg/kg de masse corporelle / jour. En 1984, le SCF a révisé la DJA de 10 mg/kg de poids corporel/jour, basée sur de nouvelles études à long terme.

Le bleu brillant a remplacé dans de nombreux aliments le bleu patenté (E 131) qui est interdit comme colorant alimentaire en Australie, États-Unis et Norvège. La DJA du bleu patenté est de 2,5 mg/kg de masse corporelle / jour.

Chez certaines personnes, il peut provoquer des réactions allergiques, avec éruption, démangeaisons, parfois nausées, hypotension, et dans de rares cas un choc anaphylactique. Il est fortement déconseillé aux enfants.

Il existe un troisième colorant bleu présent sur le marché des colorants alimentaires. Il s'agit de l'indigotine (E 132). Sa DJA est de 0 à 5 mg/kg de masse corporelle / jour. Certains considèrent ce colorant comme inoffensif, mais il est susceptible de provoquer des allergies chez les sujets sensibles, ainsi qu'une HTA (hypertension artérielle), des problèmes respiratoires et cutanés. Il était interdit en Norvège jusqu'à son entrée dans l'Union Européenne en 2001.

C.1.1. Quelles peuvent être, d'après vous, les raisons qui ont poussé les industriels à remplacer le bleu patenté par le bleu brillant dans de nombreux aliments ?

Document 5 : Extrait de l'étiquette du sirop de menthe

Liste des ingrédients : sirop de glucose fructose, sucre, eau, arôme naturel de menthe, colorants (E150a, E133)

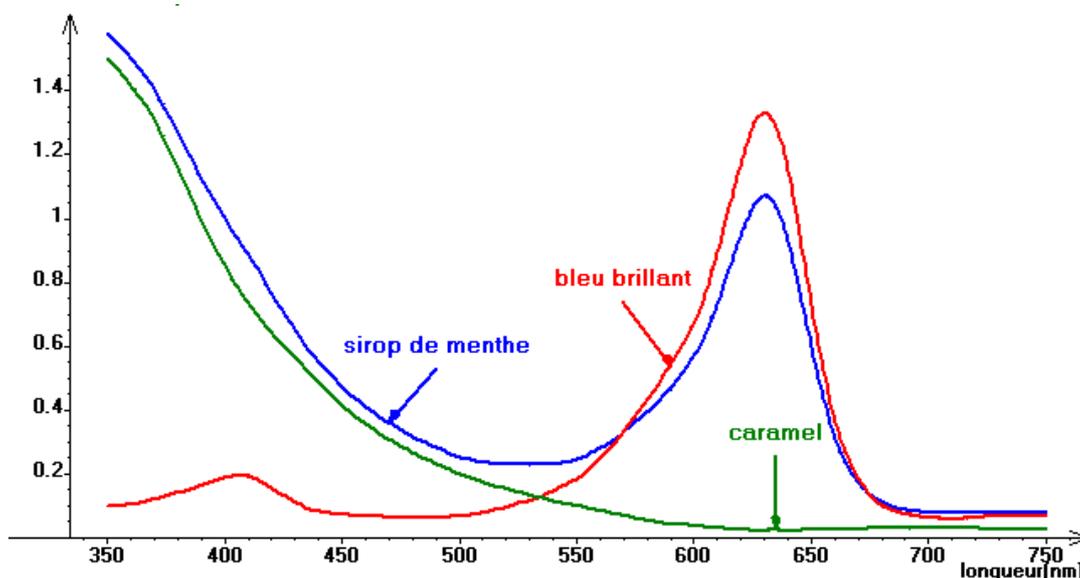
Additifs :

E150a - Caramel

E133 - Bleu brillant FCF

Document 6 :

Les spectres d'une solution de sirop de menthe dilué, d'une solution de bleu brillant et d'une solution de caramel E150a ont été réalisés et sont présentés ci-dessous :

Absorbance A

C.1.2. L'analyse des spectres du **document 6** vous permet-elle de confirmer la présence des deux additifs alimentaires E 133 et E150a dans le sirop de menthe ? Argumenter la réponse.

C.2. Réalisation d'une solution par dilution

On a réalisé une échelle de teinte en fabriquant des solutions diluées de bleu brillant :

Concentration C_m en mg.L^{-1}	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0

C.2.1. La solution de concentration $4,0 \text{ mg.L}^{-1}$ a été égarée. Vous êtes chargé de fabriquer 50 mL de cette solution à partir d'une solution mère de bleu brillant de concentration 20 mg.L^{-1} .

Proposer un protocole permettant d'élaborer cette solution.

Appel n° 6 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental de la question C.2.1. ou en cas de difficulté

C.2.2. Mettre en œuvre le protocole permettant de réaliser la solution de bleu brillant de concentration $4,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

Appel n° 7 : appeler l'examineur pour lui présenter la réalisation du protocole expérimental de la question C.2.2. ou en cas de difficulté

C.3. Protocole d'un dosage par étalonnage

C.3.1. Proposer un protocole vous permettant de déterminer, à partir d'une courbe d'étalonnage, la concentration en bleu brillant du sirop de menthe dilué 4 fois.

L'utilisation d'un logiciel de traitement de données est attendue.

Appel n°8 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental de la question C.3.1. ou en cas de difficulté

C.3.2. Quelle longueur d'onde faut-il sélectionner pour mesurer l'absorbance d'une solution de bleu brillant ?

C.3.3. Détailler le protocole qui permet de mesurer l'absorbance d'une solution de bleu brillant.

Appel n° 9 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental de la question C.3.3. et la première mesure d'absorbance ou en cas de difficulté

C.4. Détermination de la concentration en bleu brillant du sirop de menthe

C.4.1. Mettre en œuvre le protocole proposé à la question C.3.1. et déterminer la concentration en bleu brillant du sirop de menthe dilué 4 fois.

Appel n° 10 : appeler l'examineur pour lui présenter la détermination de la concentration du sirop de menthe dilué ou en cas de difficulté

C.4.2. Expliquer pourquoi il a été nécessaire de diluer le sirop de menthe.

C.4.3. Imprimer la courbe obtenue. L'allure de la courbe était-elle prévisible ? Argumenter la réponse.

C.4.4. Déterminer la concentration en bleu brillant dans le sirop de menthe.

C.4.5. Quel volume de sirop de menthe un enfant de 40 kg peut-il absorber par jour sans risque pour sa santé ? Conclure sur la possibilité pour un enfant de s'intoxiquer en buvant ce sirop de menthe.

Nettoyer le matériel utilisé et le ranger la paillasse avant de quitter la salle.

DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE

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

A. Étude du réseau du monochromateur (durée maximale : 50 min)**A.1. Mise en place du dispositif expérimental**

Appel n° 1 : appeler l'examineur pour vérifier le montage ou en cas de difficulté

A.2. Mesures et évaluation des sources d'erreur

A.2.1. Mesurer la position x_1 du centre de la tache d'ordre 1.

A.2.2. En déduire la valeur a du pas du réseau.

A.2.3. Évaluer les valeurs de q et ϵ puis utiliser la feuille de calcul pour déterminer les incertitudes U_D et U_{x_1} .

Appel n°2 : appeler l'examineur pour lui faire vérifier le calcul du pas du réseau, et lui présenter les sources d'erreurs et l'évaluation des incertitudes associées ou en cas de difficulté

A.3. Amélioration du protocole

A.3.1. Présenter le résultat de la mesure du pas du réseau en tenant compte de l'incertitude U_a déterminée à l'aide de la feuille de calcul.

A.3.2. Proposer des améliorations du protocole susceptibles de diminuer cette incertitude.

**B. Du spectrophotomètre à barrette CCD à la mesure d'absorbance
(durée maximale : 40 min)****B.1. Observation des spectres sur un écran**

B.1.1. Réaliser le montage.

Appel n° 3 : appeler l'examineur pour lui présenter la réalisation du montage et les différentes mises au point

B.1.2. Figure observée sur l'écran.

**B.2. Visualisation de la figure spectrale à l'aide d'une barrette CCD**

B.2.1. Sans modifier le reste du montage, positionner la barrette CCD à la place de l'écran pour que le spectre d'ordre 1 se forme sur le capteur.

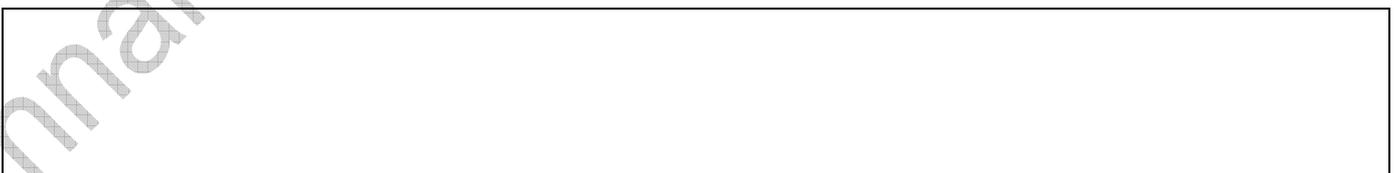
On prendra soin de régler le temps de pose (temps d'exposition) de telle sorte que le signal électrique correspondant aux raies de la lampe spectrale soit bien visible.

Appel n° 4 : appeler l'examineur pour vérifier les réglages ou en cas de difficulté

B.2.2. Sur l'écran de l'ordinateur, identifier les longueurs d'ondes qui correspondent aux pics d'intensité lumineuse observés.

B.3. Sélection de la longueur d'onde de travail

Expliquer comment la longueur d'onde de travail est sélectionnée.



Appel n° 5 : appeler l'examineur pour lui présenter les réponses aux questions B.2.2. et B.3.

C. Détermination de la concentration d'une solution à l'aide d'un spectrophotomètre
(durée maximale : 1h 30 min)**C.1. Les colorants alimentaires dans le sirop de menthe**

C.1.1. Donner les raisons qui ont poussé les industriels à remplacer le bleu patenté par le bleu brillant.

C.1.2. Les additifs alimentaires E 133 et E150a sont ils présents dans le sirop de menthe ? Argumenter la réponse.

C.2. Réalisation d'une solution par dilution

C.2.1. Protocole permettant d'élaborer 50 mL de la solution de bleu brillant de concentration $4,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

Appel n° 6 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental de la question C.2.1. ou en cas de difficulté

C.2.2. Mettre en œuvre le protocole permettant de réaliser la solution de bleu brillant de concentration $4,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

Appel n° 7 : appeler l'examineur pour lui présenter la réalisation du protocole expérimental de la question C.2.2. ou en cas de difficulté

C.3. Protocole d'un dosage par étalonnage

C.3.1. Protocole permettant de déterminer, à partir d'une courbe d'étalonnage, la concentration en bleu brillant du sirop de menthe dilué 4 fois.

Appel n°8 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental de la question C.3.1. ou en cas de difficulté

C.3.2. Longueur d'onde à sélectionner pour mesurer l'absorbance d'une solution de bleu brillant ?

C.3.3. Détailler le protocole qui permet de mesurer l'absorbance d'une solution de bleu brillant.

Appel n° 9 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental de la question C.3.3. et la première mesure d'absorbance ou en cas de difficulté

C.4. Détermination de la concentration en bleu brillant du sirop de menthe

C.4.1. Mettre en œuvre le protocole proposé à la question C.3.1. et déterminer la concentration en bleu brillant du sirop de menthe dilué 4 fois.

Appel n° 10 : appeler l'examineur pour lui présenter la détermination de la concentration du sirop de menthe dilué ou en cas de difficulté

$C_{\text{dilué}} =$

C.4.2. Expliquer pourquoi il a été nécessaire de diluer le sirop.

C.4.3. Imprimer la courbe obtenue. L'allure de la courbe était-elle prévisible ? Argumenter la réponse.

C.4.4. Déterminer la concentration en bleu brillant dans le sirop de menthe.

C.4.5. Quel volume de sirop de menthe un enfant de 40 kg peut-il absorber par jour sans risque pour sa santé ? Conclure sur la possibilité pour un enfant de s'intoxiquer en buvant ce sirop de menthe.

Fiche 4 : REPÈRES POUR L'ÉVALUATION ET GRILLE DE SUIVI CHRONOLOGIQUE

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

Il est légitime qu'un candidat demande des précisions sur les tâches à effectuer, sans pour autant qu'il soit pénalisé. Le candidat doit être rassuré à ce niveau ce qui doit lui permettre de dialoguer sereinement avec l'examineur. L'évaluation de la compétence « communiquer » a alors davantage de sens. Cela permet d'autre part à l'examineur d'être moins réticent pour attribuer le niveau A aux candidats pour l'évaluation. Les erreurs détectées par le professeur en continu ou lors d'un appel sont forcément suivies d'un questionnement ou d'un apport de solution si ces erreurs conduisent l'élève à une impasse.

L'évaluation doit être **en continu** autant que faire se peut, même en ce qui concerne les réponses aux questions sur le document candidat.

Niveau A : le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet ou après des échanges constructifs avec l'examineur :

- concernant des difficultés identifiées et explicitées par le candidat et auxquelles il apporte une réponse quasiment de lui-même.

Niveau B : le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet mais avec quelques interventions de l'examineur concernant des difficultés ou erreurs non identifiées par le candidat mais résolues par celui-ci une fois soulignées par l'examineur :

- après avoir réfléchi suite à un questionnement ouvert mené par l'examineur
- ou par l'apport d'une solution partielle.

Niveau C : le candidat reste bloqué dans l'avancement des tâches demandées, malgré les questions posées par l'examineur. Des éléments de solutions lui sont apportés, ce qui lui permet de poursuivre les tâches.

Niveau D : le candidat a été incapable de réaliser les tâches demandées malgré les éléments de réponses apportés par l'examineur. Cette situation conduit l'examineur à fournir une solution complète de la tâche.

REPÈRES POUR L'ÉVALUATION

AIDES À APPORTER AU CANDIDAT

Attention : les exemples ci-dessous doivent aider l'examineur à adapter ses attitudes et les aides qu'il apporte au candidat afin d'évaluer celui-ci le plus justement possible. Il ne s'agit en aucun cas d'une liste exhaustive des aides à apporter.

Appel n° 1

- Solution partielle :
 - ✓ Rappeler que la distance doit être égale à 80 cm
- Solution totale :
 - ✓ Réaliser le montage à la place du candidat

Appel n° 2

- Solution partielle :
 - ✓ Estimer les valeurs de q et ϵ
Poser au candidat une question du type : « Quelle est la précision de la règle utilisée ? »
 - ✓ Utiliser la feuille de calcul
Poser au candidat une question du type : « Dans quelle unité faut-il convertir le résultat de la mesure ? »

Appel n° 3

- Solution partielle :
 - ✓ Faire remarquer l'ordre dans lequel doivent être mis les différents éléments du montage
Poser au candidat une question du type : « Avez-vous bien respecté l'ordre des différents éléments du montage ? »
 - ✓ Réaliser le 1^{er} réglage à la place du candidat
 - ✓ Réaliser le 2^{ème} réglage à la place du candidat

Appel n° 4

- Aide au démarrage
 - ✓ Positionner la barrette CCD dans le même plan que l'écran pour voir l'ensemble des raies :
Poser au candidat des questions du type : « Le spectre apparaît-il nettement sur la barrette CCD ? »
Dans quel sens faut-il déplacer le capteur ? »
- Solution partielle :
 - ✓ Choix du temps de pose
Poser au candidat des questions du type : « Le signal est-il entièrement visible sur l'écran ? »
« Quel réglage faut-il effectuer ? »
- Solution totale :
 - ✓ Réaliser les réglages à la place du candidat

Appel n° 5

- Aide au démarrage :
Poser au candidat des questions du type :
 - « La figure réalisée en B.1.2. nous permet-elle d'identifier les raies ? »
 - « D'après le schéma de principe du spectrophotomètre utilisé pour la mesure d'absorbance, quel réglage s'effectue pour sélectionner la longueur d'onde de travail ? »

Appel n° 6

- Solution partielle :
 - ✓ Rappeler qu'il y a conservation de la quantité de matière lors d'une dilution
Poser au candidat une question du type : « Quelle relation entre V_m , C_m , V_f et C_f faut-il respecter lors d'une dilution ? »
- Solution totale :
 - ✓ Donner le protocole

Appel n° 7

- Solution totale :
 - ✓ Donner la solution préparée à l'avance

Appel n° 8

- Solution partielle :
 - ✓ Utiliser les solutions de concentrations connues pour réaliser la courbe d'étalonnage $A = f(C_m)$
Poser au candidat une question du type : « Comment les solutions de concentrations différentes peuvent nous être utiles ? »
 - ✓ Utiliser la courbe pour déterminer la concentration inconnue
Poser au candidat une question du type : « Comment peut-on utiliser la courbe d'étalonnage pour déterminer la concentration inconnue ? »

Appel n° 9

- Solution partielle :
 - ✓ Regarder le spectre d'absorption
Poser au candidat une question du type : « Comment le spectre d'absorption des colorants du sirop peut nous aider à choisir la longueur d'onde de travail ? »
 - ✓ Donner la valeur de la longueur d'onde
 - ✓ Rappeler qu'il faut faire le « blanc »
Poser au candidat une question du type : « Quelle manipulation préalable faut-il effectuer avant de mesurer l'absorption des solutions bleues ? »

Appel n° 10

- Solution partielle :
 - ✓ Donner le fichier excel de la courbe d'étalonnage
 - ✓ Placer en ordonnée la valeur de l'absorbance du sirop de menthe dilué 4 fois
 Poser au candidat une question du type : « Comment utiliser la courbe d'étalonnage pour déterminer la concentration de la solution dont vous avez mesuré l'absorbance ? »

ÉLÉMENTS DE RÉPONSE

A. Étude du réseau du monochromateur

A.2. Mesures et évaluation des sources d'erreur

A.2.1. $x_1 = 7,3$ cm (avec réseau 140 traits/mm) pour $D = 80,0$ cm

A.2.2. $a = 7,2 \times 10^{-6}$ m

A.2.3. $q = 1$ mm, $\varepsilon = 1$ mm. On obtient : $U_D = 8,2 \cdot 10^{-4}$ m et $U_{x_1} = 1,2 \times 10^{-3}$ m

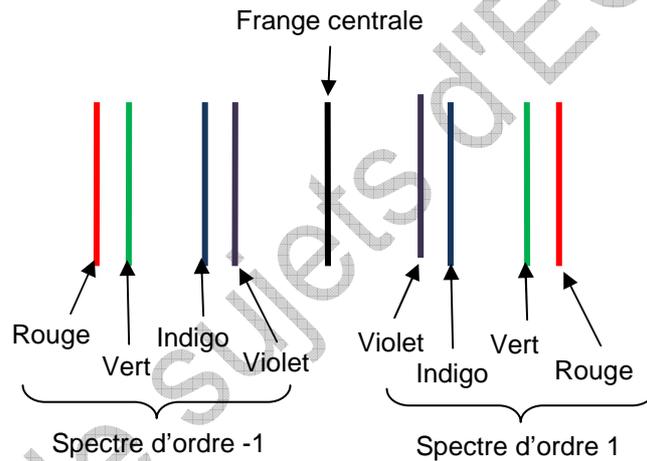
A.3. Amélioration du protocole

A.3.1. $U_a = 1,2 \times 10^{-7}$ m $a = (7,2 \pm 0,2) \times 10^{-6}$ m

- A.3.2. - mesurer la distance entre les taches d'ordres -1 et 1 au lieu de la distance entre l'ordre 0 et 1
 - éloigner l'écran pour augmenter les valeurs de x_1 et D
 - utiliser une barrette CCD à la place de l'écran etc

B. Du spectrophotomètre à barrette CCD à la mesure d'absorbance

B.1.2. Figure observée sur l'écran.



B.2.1. Positionner la barrette CCD à la place de l'écran

B.2.2. Faire le lien entre raies lumineuses et pics d'intensité lumineuse observés.

B.3. Tourner le réseau autour de son axe pour ramener la raie verte au centre de la barrette

C. Détermination de la concentration d'une solution à l'aide d'un spectrophotomètre

C.1.1. La DJA du bleu brillant est supérieure à celles du bleu patenté et de l'indigotine

C.1.2. le sirop de menthe contient du bleu brillant et des caramels

C.2.1. $V_m = 10$ mL

C.2.2. Réaliser la dilution.

C.3.1. Tracer une courbe d'étalonnage représentant l'absorbance en fonction de la concentration massique t , à partir de l'échelle de teintes fournie.

C.3.2. 630 nm

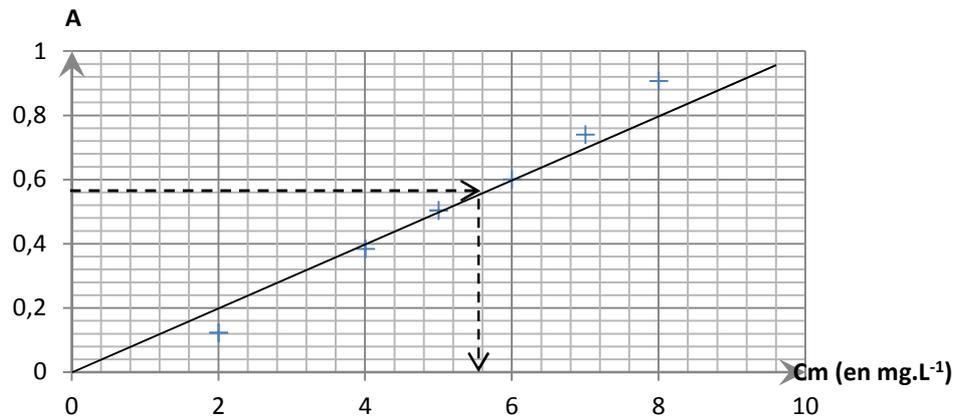
C.3.3. Sélectionner la longueur d'onde $\lambda = 630$ nm

Faire le blanc.

Mesurer l'absorbance de cette solution.

C.4.1. $A = 0,56$ soit : $C_{\text{dilué}} = 5,5 \text{ mg.L}^{-1}$

Courbe d'étalonnage pour déterminer la concentration du sirop



C.4.2. On dilue le sirop pour que sa concentration soit proche de celles de l'échelle de teintes

C.4.3. D'après la loi de Beer Lambert, l'absorbance d'une solution est proportionnelle à sa concentration (tant que les concentrations restent faibles)

C.4.4. $C_m' = 4 \times C_{\text{dilué}} = 22 \text{ mg.L}^{-1}$

C.4.5. $V = 4,5 \text{ L}$. Il est donc impossible que l'enfant puisse s'intoxiquer de cette manière.

GRILLE DE SUIVI CHRONOLOGIQUE

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

Questions	Observables	Observations et aides apportées
t ≈ 5 min	Vérification de l'avancée du candidat.	
Appel n° 1 à t ≈ 10 min A.1.	- réaliser le montage permettant l'observation de la figure d'interférences	
A.2.1. et A.2.2	- mesurer la position de la tache d'ordre 1 - calculer le pas du réseau	
Appel n° 2 à t ≈ 30 min A.2.3.	- estimer les incertitudes	
A.3.1. et A.3.2	- présenter le résultat de la mesure - proposer des améliorations du protocole de mesure du pas du réseau	
Appel n° 3 à t ≈ 45 min	- réaliser le montage permettant l'observation du spectre de raies sur l'écran	
B.1.2.	- représenter les spectres	
Appel n° 4 à t ≈ 1 h 10 min B.2.1.	- remplacer l'écran par la barrette CCD	
Appel n° 5 à t ≈ 1 h 20 min B.2.2. et B.3.	- identifier les raies sur le signal fourni par la CCD - extraire l'information du texte	
C.1.1 et C.1.2.	- extraire l'information du texte - extraire l'information du graphique	
Appel n° 6 t ≈ 1 h 40 C.2.1.	- proposer un protocole de dilution	
Appel n° 7 t ≈ 1 h 45 C.2.2.	- fabriquer la solution par dilution	
Appel n° 8 t ≈ 2 h 00 C.3.1.	- proposer un protocole de dosage par étalonnage	
C.3.2.	- choisir la longueur d'onde de travail	
Appel n° 9 t ≈ 2 h 20 C.3.3.	- proposer un protocole de mesure d'absorbance	
Appel n° 10 à t ≈ 2 h 40 min C.4.1	- déterminer la concentration à partir de la courbe d'étalonnage	
C.4.2 à C.4.5.	- justifier la nécessité de la dilution - reconnaître la loi de Beer-Lambert - calculer la concentration dans le sirop - calculer le risque d'intoxication	
Commun à tous les appels	- organiser le poste de travail - présenter, formuler une conclusion - expliquer, représenter, argumenter, commenter - faire preuve d'écoute lors de l'échange	

Fiche 5 : GRILLE D'ÉVALUATION PAR COMPÉTENCES

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

Compétence	Coefficient	Question	Observables	Niveau d'acquisition			
				A	B	C	D
S'approprier	1	C.1.1. C.1.2. B.3.	- extraire l'information du texte - extraire l'information du graphique - extraire l'information du texte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Analyser	3	B.2.2. C.2.1. C.3.1. C.3.2. C.3.3. C.4.1. C.4.2.	- identifier les raies sur le signal fourni par la CCD - proposer un protocole de dilution - proposer un protocole de dosage par étalonnage - choisir la longueur d'onde de travail - proposer un protocole de mesure d'absorbance - déterminer la concentration à partir de la courbe d'étalonnage - justifier la nécessité de la dilution	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réaliser	4	A.1. A.2.1. A.2.2. B.1.1. B.1.2. B.2.1. C.2.2. C.4.4. C.4.5.	- réaliser le montage permettant l'observation de la figure d'interférences - mesurer la position de la tache d'ordre 1 - calculer le pas du réseau - réaliser le montage permettant l'observation du spectre de raies sur l'écran - représenter les spectres - remplacer l'écran par la barrette CCD - fabriquer la solution par dilution - calculer la concentration dans le sirop - calculer le risque d'intoxication	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Valider	1	A.2.3. A.3.1. A.3.2. C.4.3.	- estimer les incertitudes - présenter le résultat de la mesure - proposer des améliorations du protocole de mesure du pas du réseau - reconnaître la loi de Beer-Lambert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Communiquer	1	Tous les appels et toutes les questions	- présenter les résultats des travaux réalisés - présenter, formuler une conclusion - exprimer un résultat (unité, chiffres significatifs) - rédiger une conclusion - expliquer, argumenter - faire preuve d'écoute lors du dialogue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE SÉRIE STL**Spécialité Sciences Physiques et Chimiques en Laboratoire (SPCL)****ÉVALUATION DES COMPÉTENCES EXPÉRIMENTALES****ÉPREUVE PRATIQUE – Durée : 3 h – Coefficient : 6****CANDIDAT**

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

SUJET PC16 : Principe de fonctionnement et utilisation d'un spectrophotomètre.

	Coefficient	Niveaux validés			
		A	B	C	D
<i>S'approprier</i>	1				
<i>Analyser</i>	3				
<i>Réaliser</i>	4				
<i>Valider</i>	1				
<i>Communiquer</i>	1				
	Note	/ 20			

Commentaires sur l'observation pendant la séance

Nom de l'évaluateur :

Date et signature de l'évaluateur :