

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	4
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT	5
1. Proposition d'un protocole expérimental (20 minutes conseillées).....	9
2. Mise en œuvre du protocole expérimental (30 minutes conseillées).....	10
3. Volume d'apéritif maximal (10 minutes conseillées).....	10

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet, le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> proposer un protocole expérimental à partir d'une analyse des documents fournis ; mettre en œuvre le protocole pour construire une courbe d'étalonnage ; exploiter la courbe d'étalonnage pour déterminer le volume d'apéritif sans alcool correspondant à la DJA du colorant étudié.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> Analyser (ANA) : coefficient 2 Réaliser (RÉA) : coefficient 3 Valider (VAL) : coefficient 1
Préparation du poste de travail	<p><u>Précautions de sécurité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Tous les appareils qui doivent être connectés au secteur le sont avant l'arrivée du candidat. Une fiche de signalisation doit prévenir le candidat sur les précautions à prendre lors de l'utilisation d'une source LASER. <p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> monter le circuit électrique du document 4 avec la photodiode « A » montée en inverse ; brancher et allumer le voltmètre sur le calibre adapté aux bornes du conducteur ohmique ; disposer chaque source laser sur un support élévateur réglable en hauteur ; poser une cuve à colorimétrie vide sur un support élévateur placé face à la photodiode A du montage ; allumer l'ordinateur et ouvrir le logiciel tableur-grapheur à une page dédiée à la saisie des mesures. <p><u>Entre les prestations de deux candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> remettre tous les appareils dans leur état initial et à leur place initiale ; changer les cuves à colorimétrie ; remplir les tubes à essais avec chaque solution si nécessaire ; remettre les émetteurs LASER sur le bord de la paillasse élève ; changer si nécessaire la photodiode dans le montage ; vérifier qu'aucune sauvegarde n'a été effectuée sur l'ordinateur. <p><u>Prévoir aussi :</u> sur une clé USB, prévoir un fichier avec les valeurs de tensions aux bornes du conducteur ohmique pour la question 2, un second fichier contenant les valeurs de l'absorbance A et un dernier fichier contenant la courbe $A = f(C)$ modélisée.</p>
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> proposition d'un protocole expérimental (20 minutes) mise en œuvre du protocole expérimental (30 minutes) exploitation de la mesure (10 minutes) <p><u>Il est prévu deux appels obligatoires et un appel facultatif de la part du candidat.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Lors de l'appel 1, l'évaluateur vérifie la pertinence du protocole proposé et son adéquation avec le matériel disponible. Lors de l'appel 2, l'évaluateur vérifie la valeur de la concentration en colorant E122 dans l'apéritif. Lors de l'appel facultatif l'évaluateur vérifie le résultat du calcul et le commentaire. <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> <p><u>Autres remarques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Dans la partie 1, le candidat ne doit pas faire le montage mais il doit choisir la photodiode et l'émetteur LASER qui servira à l'éclairer.

- Les bornes de la photodiode doivent être clairement identifiées.
- Les longueurs d'onde des lasers utilisés doivent être précisées page 8, dans la liste de matériel mis à disposition du candidat.
- Ce sujet nécessite la préparation de solutions aqueuses de rouge azorubine (E122), colorant aussi connu sous l'appellation « rouge carmoisine » ou « azorubine » (numéro CAS : 3567.66.9).

Le colorant E122 se trouve aussi dans le commerce ou sur des sites internet de vente de produits de cuisine spécialisé. Bien qu'étant le seul colorant dans le pot, il est généralement mélangé avec du dextrose. Pour la préparation de ce sujet, la poudre commerciale était composée d'environ 60% en masse de colorant E122 (et donc environ 40% de dextrose), il a donc fallu prendre en compte ce paramètre pour la fabrication des solutions de la gamme étalon. Selon le fournisseur, le pourcentage de colorant peut varier. Les résultats peuvent donc être sensiblement différents.

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 calculatrice type « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
 - une diode LASER rouge (indiquer la valeur de la longueur d'onde λ dans la liste du matériel destinée au candidat) sur un support réglable en hauteur
 - une diode LASER vert (indiquer la valeur de la longueur d'onde λ dans la liste du matériel destinée au candidat) sur un support réglable en hauteur
 - une photodiode type BPW21 repérée par la lettre A
 - une photodiode type BPW34 repérée par la lettre B
 - un montage série comprenant un générateur de tension continue ajustable, la photodiode A ou B montée en inverse et un conducteur ohmique branché sur un voltmètre (réglages possibles : $E = 5 \text{ V}$ et $R = 10 \text{ k}\Omega$)
-
- un ordinateur avec un logiciel tableur-grapheur
 - un réglet de 30 cm
 - une pissette d'eau distillée
 - un grand verre à pied pour la récupération des solutions de rinçage
 - quelques carrés de papier Joseph
 - sept cuves à colorimétrie
 - des pipettes en plastique pour remplir les cuves
 - un support élévateur
 - une paire de lunettes de sécurité
 - un tube à essais contenant l'apéritif sans alcool dilué cinq fois et étiqueté « solution S : apéritif sans alcool dilué 5 fois » ; cette solution est préparée à partir des apéritifs sans alcool « San Bitter® » ou « Venezzio Bitter® ». Il est nécessaire de dégazer l'apéritif en l'agitant à $60 \text{ }^\circ\text{C}$ pendant 15 à 20 minutes (pour 100 mL) sur un agitateur magnétique chauffant.
 - six tubes à essais sur un support contenant les solutions aqueuses de la gamme étalon en colorant E122 aux concentrations suivantes. Chaque tube porte le numéro de la solution qu'il contient.

Solution	S_0 (solvant : eau distillée)	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
$C \text{ (mol.L}^{-1}\text{)}$	0	10×10^{-6}	30×10^{-6}	50×10^{-6}	80×10^{-6}	10×10^{-5}

Paillasse professeur

- une fiole contenant l'apéritif dilué cinq fois
- les solutions de la gamme étalon
- quelques carrés de papier Joseph

Documents mis à disposition des candidats

- une notice d'utilisation simplifiée du logiciel tableur-grapheur
- une fiche de mise en garde des précautions de sécurité lors de l'utilisation d'un laser

Précautions de sécurité

On dispose d'une source laser. Celle-ci émet 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...).

III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Ce sujet comporte **six** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Dans ce sujet, 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 autre que ceux fournis n'est pas autorisée.

CONTEXTE DU SUJET

Il existe de nombreuses boissons sans alcool comme les jus de fruits, les boissons énergisantes ou certains apéritifs. Bien que dépourvues d'alcool, elles contiennent quasiment toutes des additifs alimentaires (colorants, exhausteurs de goût, conservateur, régulateur de pH...) qui sont des espèces chimiques ajoutées aux denrées alimentaires dans le but d'en améliorer l'aspect, le goût et la conservation.



Au niveau européen, à chaque additif alimentaire est assigné un code du type Exxx. Les additifs sont classés selon leur catégorie, correspondant à leur fonction (E1xx pour les colorants, E2xx pour les conservateurs...).

À chaque additif alimentaire correspond une dose journalière admissible (DJA) fixée par un organisme de contrôle européen à partir d'études menées en laboratoire.

Le but de cette épreuve est de déterminer le volume d'un apéritif sans alcool à partir duquel un individu de 70 kg a atteint la dose journalière admissible (DJA) en un colorant donné contenu dans cet apéritif.

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT**Document 1 : Composition d'un apéritif sans alcool**

Pour la boisson aromatisée gazéifiée sans alcool étudiée, les ingrédients sont les suivants :

eau, saccharose, fructose,

acidifiant : acide citrique, arôme, dioxyde de carbone,

conservateur : E211,

colorants : E122 (rouge azorubine), E110 (jaune orangé sunset).

Les colorants E122 et E110 peuvent avoir des effets indésirables sur l'activité et l'attention chez les enfants.

Document 2 : Dose Journalière admissible

Le concept de DJA, dose journalière admissible, fut introduit en 1956 par René Truhaut, scientifique, pharmacien de formation et pionnier de la cancérologie française.

La DJA est la quantité d'un composé qui peut être consommée quotidiennement pendant toute la durée d'une vie sans risque pour la santé. Elle se mesure en milligramme de substance par kilogramme de masse corporelle et par jour : elle est donc valable pour l'enfant comme pour l'adulte.

D'après : <http://www.synpa.org/definition-dja-dose-journaliere-admissible-les-additifs-alimentaires-8.php>

En 2015, l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) a publié une réévaluation du risque associé à l'exposition au colorant rouge azorubine E122.

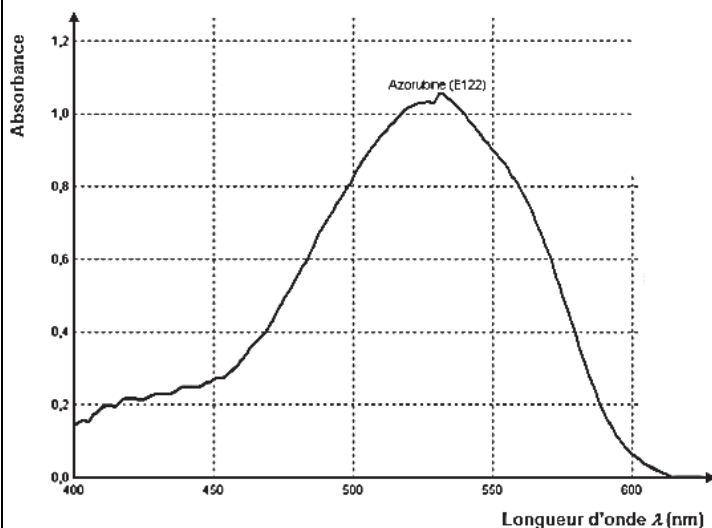
La valeur aujourd'hui utilisée pour la DJA de ce colorant est de 4 mg/kg.

Source : <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2015.4072>

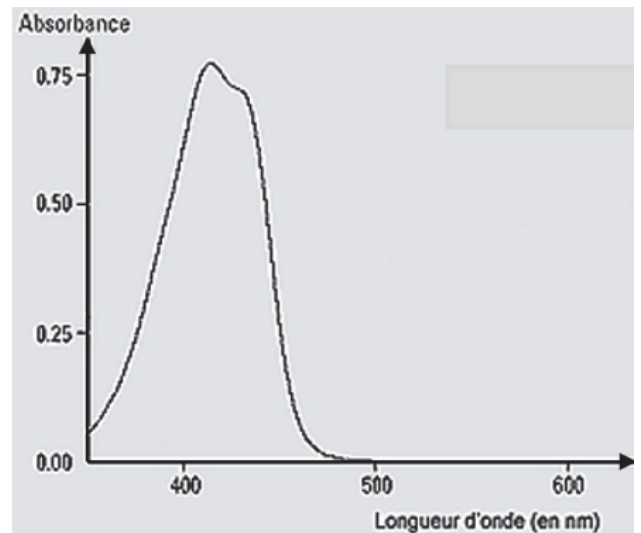
Donnée : masse molaire du colorant rouge azorubine E122 : $M = 502,2 \text{ g.mol}^{-1}$

Document 3 : Spectres d'absorbance des colorants E122 et E110

colorant E122 : rouge azorubine (ou carmoisine)



colorant E110 : jaune orangé sunset



Document 4 : Photodiodes mises à disposition et montage

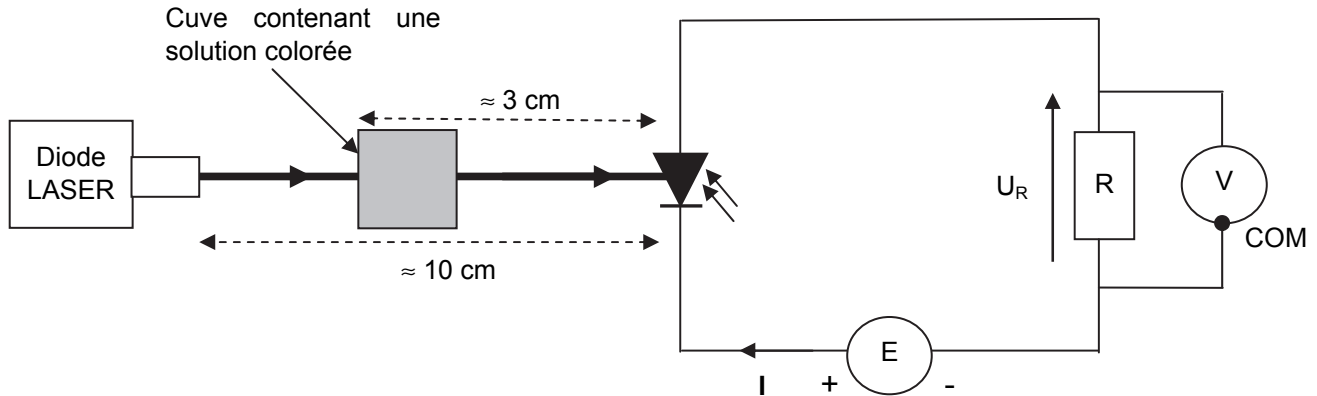
Photographies de photodiodes



Représentation symbolique de la photodiode



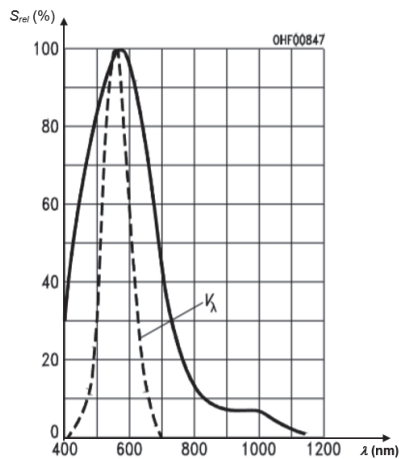
Il est possible de suivre les variations de l'intensité de la lumière reçue par la photodiode en mesurant les variations de tension électrique aux bornes du conducteur ohmique à partir du montage schématisé ci-dessous :



La photodiode est donc un détecteur de lumière dont le comportement dépend de la longueur d'onde de la radiation captée. Ce comportement est caractérisé par la sensibilité spectrale de la photodiode.

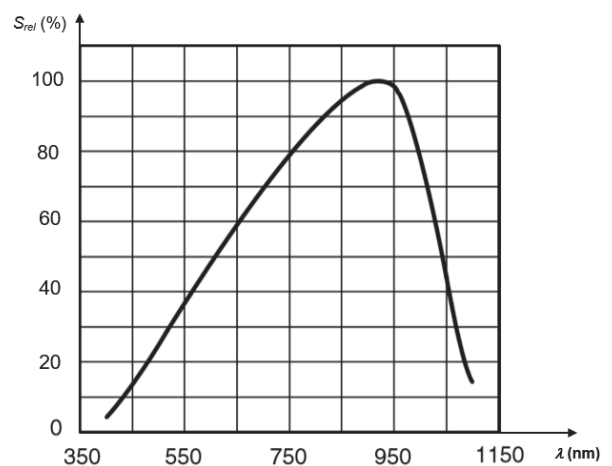
Courbes de sensibilité spectrale relative en fonction de la longueur d'onde pour les photodiodes mises à disposition du candidat

photodiode A (BPW21)



Source : Osram

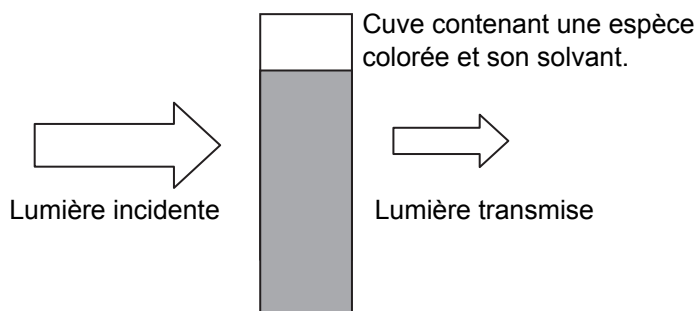
photodiode B (BPW34)



Source : www.vishay.com

Document 5 : Absorbance d'une solution colorée

En traversant une solution colorée, un rayonnement monochromatique peut perdre une partie de son intensité lumineuse : il s'agit du phénomène d'absorbance, qui dépend notamment de la longueur d'onde.



Dans le montage mis à disposition, si les mesures sont toutes faites dans les mêmes conditions expérimentales (direction du faisceau incident, distance entre la cuve et la photodiode, etc...), l'absorbance A de la solution s'exprime par la relation :

$$A = \log \left(\frac{U_{R,\text{solvant}}}{U_{R,\text{solution}}} \right)$$

$U_{R,\text{solvant}}$ et $U_{R,\text{solution}}$ sont les tensions mesurées aux bornes du conducteur ohmique lorsque la lumière atteint la photodiode après avoir traversé la cuve remplie respectivement de solvant ou de solution colorée.

D'après un document proposé par l'académie de Nantes

Matériel mis à disposition du candidat

- une calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une diode laser rouge ($\lambda = \dots\dots\dots$ nm)
- une diode laser vert ($\lambda = \dots\dots\dots$ nm)
- une photodiode A
- une photodiode B
- un montage série schématisé au document 4 comprenant un générateur de tension 5 V, une photodiode (A ou B qu'il est possible de changer) montée en inverse et un conducteur ohmique de résistance 10 k Ω avec un voltmètre branché à ses bornes
- un ordinateur avec un logiciel tableur-grapheur et sa notice d'utilisation
- un régllet de 30 cm
- une pissette d'eau distillée
- un grand verre à pied
- quelques carrés de papier Joseph
- sept cuves à colorimétrie
- des pipettes en plastique pour remplir les cuves
- un support élévateur
- une paire de lunettes
- une solution S de l'apéritif sans alcool dilué cinq fois
- une gamme étalon de solutions aqueuses en colorant E122 aux concentrations suivantes.

Solution	S ₀ (solvant : eau distillée)	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
C (mol.L ⁻¹)	0	10×10 ⁻⁶	30×10 ⁻⁶	50×10 ⁻⁶	80×10 ⁻⁶	10×10 ⁻⁵

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Proposition d'un protocole expérimental (20 minutes conseillées)

À l'aide des documents et de la liste du matériel mis à disposition :

- proposer un protocole expérimental permettant de déterminer uniquement l'absorbance en colorant E122 des solutions de la gamme étalon ;
- indiquer les mesures à effectuer ainsi que leur exploitation dans le but de tracer la courbe d'étalonnage $A = f(C)$;
- justifier le choix du matériel en expliquant pourquoi la présence du colorant E110 dans la solution ne perturbera pas les mesures.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

.....

.....

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou en cas de difficulté	

2. Mise en œuvre du protocole expérimental (30 minutes conseillées)

Remarque : Il est conseillé de respecter dans le montage une distance d'environ 10 cm entre la diode LASER et la photodiode et une distance d'environ 3 cm entre la photodiode et une cuve. Il est également recommandé de veiller à l'alignement de la diode LASER, de la cuve et de la photodiode.

Mettre en œuvre le protocole pour construire la courbe d'étalonnage $A = f(C)$.

Utiliser la courbe d'étalonnage pour déterminer la concentration en colorant E122 de l'apéritif sans alcool.

.....

.....



.....

.....

.....

.....

.....

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux et la valeur de la concentration en colorant E122 dans l'apéritif sans alcool ou en cas de difficulté	

3. Volume d'apéritif maximal (10 minutes conseillées)

Calculer le volume de l'apéritif étudié à partir duquel un individu de 70 kg a atteint la DJA en colorant E122. Commenter le résultat obtenu.

.....

.....



.....

.....

.....

.....

.....

APPEL facultatif		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

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