

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**

Dans ce sujet, il est proposé à l'élève une série d'expérimentations autour des phénomènes de polarisation et en particulier les phénomènes mis en œuvre dans les afficheurs à cristaux liquides.

Dans ce sujet, on demande au candidat de :

- d'exploiter un document sur le principe de fonctionnement d'un afficheur LCD ;
- de déterminer l'état de polarisation d'une source de lumière ;
- d'utiliser et d'exploiter la loi de BIOT ainsi que ses conditions d'utilisation ;
- de mettre en évidence de manière expérimentale le rôle de chaque élément dans un afficheur à cristaux liquides ;
- de réaliser une manipulation afin d'illustrer le problème de la directivité des écrans LCD (perte de luminosité en fonction de la direction d'observation de l'écran) ;
- de réaliser un document de synthèse permettant d'évaluer la bonne compréhension de la problématique posée.

COMPÉTENCES ÉVALUÉES - COEFFICIENTS RESPECTIFS

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

- S'approprier : coefficient 1
- Analyser : coefficient 2
- Réaliser : coefficient 3
- Valider : coefficient 2
- Communiquer : coefficient 2

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 POSTE**Paillasse élèves :**

- Une source de lumière polarisée (laser polarisé, écran LCD d'ordinateur),
- Une source non polarisée (une lampe quelconque)
- 2 polariseurs notés P_A et P_B
- Une source de lumière blanche
- Une solution de saccharose à $250 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
- Une cuve à faces parallèles (par exemple le tube d'un polarimètre de Laurent)
- Un filtre de couleur verte
- Un verre dépoli
- Deux lentilles de vergence $+5 \text{ } \delta$
- Un écran
- Un luxmètre
- Un support pour le luxmètre : système permettant de déplacer le luxmètre autour d'un axe de rotation avec mesure des angles (cercle rapporteur).
- Un ordinateur avec un écran LCD avec une image préparée (voir particularité de mise en œuvre)
- Afficheur LCD 7 segments 4 digits préparé (voir particularité de mise en œuvre)
- Un GBF pour alimenter l'afficheur et toute la connectique associée
- 2 bouts des films polarisants récupérés sur l'afficheur LCD (voir particularité de mise en œuvre)
- 1 ordinateur équipé d'un tableur

Documents mis à disposition des candidats :

Documentation des appareils mis à disposition des candidats

PARTICULARITÉS DE MISE EN ŒUVRE

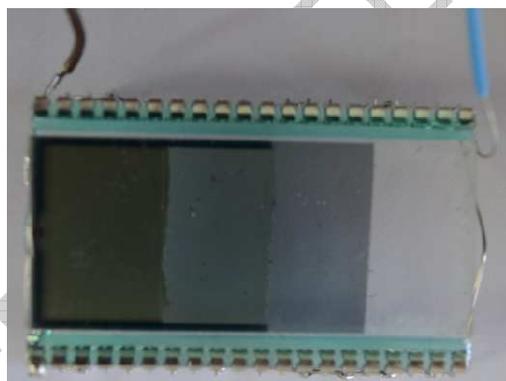
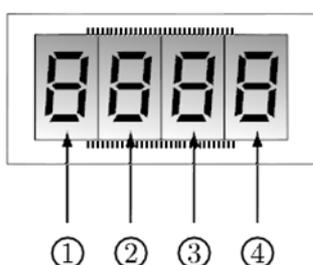
Préparation de l'afficheur pour l'étude de la structure de l'afficheur à cristaux liquides

Pour l'afficheur à cristaux liquides on pourra utiliser les références données ci-après. Mais tout afficheur de même type convient.

Type de l'afficheur : Code Radiospare 185-0171 Fabricant [Clover Display](#) Référence fabricant 5026PHT
Prix unitaire 8,27€ (janvier 2013).

Pour séparer les différentes parties de l'afficheur, il faut utiliser un scalpel et éventuellement réaliser l'opération avec une loupe. Attention les polariseurs sont très fins et donc délicats à décoller.

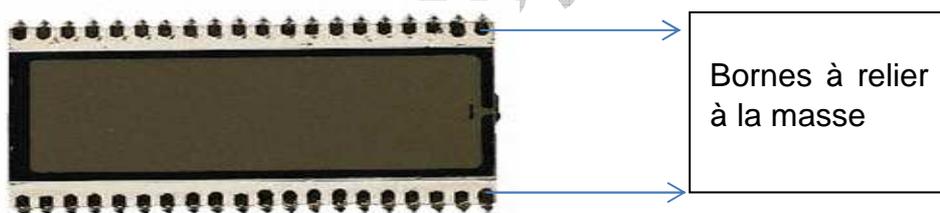
ATTENTION ! Lors de la découpe des polariseurs, le préparateur conservera un bout de chaque polariseur. Il faudra veiller à ce que l'élève puisse facilement repérer la position initiale des polariseurs sur l'afficheur.



Il peut être éventuellement monté sur une plaquette où sont réalisées les connexions électriques.

Toutes les autres bornes sont à relier entre elles et à alimenter par une tension alternative d'amplitude 5 V et de fréquence 50 Hz environ.

Le GBF sera préalablement réglé avant l'arrivée des candidats.

**Préparation de l'écran LCD pour l'étude de directivité de l'écran**

L'écran affichera une image d'une raie blanche sur fond noir sur toute la hauteur de l'écran et d'une largeur de 5 cm centrée sur l'écran.

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 12 pages 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.

Phénomène de polarisation et principe d'un afficheur à cristaux liquides

Vous êtes technicien dans une grande entreprise de distribution de produits à affichage à cristaux liquides (écrans plats d'ordinateur, montres, appareil photo...).

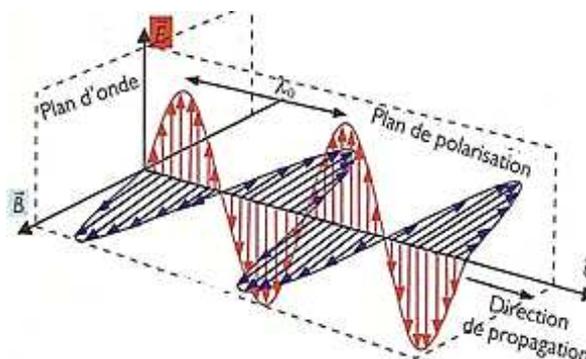
Vous avez à votre disposition :

- un bref historique des grandes étapes scientifiques qui ont permis d'exploiter le phénomène de polarisation pour la construction des afficheurs et écrans à cristaux liquides (document 1) ;
- une fiche descriptive sur le principe de fonctionnement d'un afficheur LCD (document 2).

Le directeur des ventes vous demande d'établir une note à caractère scientifique expliquant simplement aux responsables commerciaux le principe de fonctionnement d'un afficheur LCD.

PARTIE A : Étude de la polarisation de la lumière (durée maximale : 20 min)**DOCUMENT 1 : structure d'une onde électromagnétique**

En 1865, James Clark Maxwell, physicien britannique, énonce que les ondes lumineuses sont de nature électromagnétique. Il s'agit donc de la propagation d'un champ électrique oscillant en phase avec un champ magnétique.



Le plan contenant le champ électrique est appelé plan de polarisation de l'onde.

On dispose de deux sources de lumière (l'une est polarisée et l'autre non), d'un polariseur et d'un écran.

1. Proposer un protocole expérimental qui permet de distinguer la source polarisée de la source non polarisée.

Appel n°1 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental de la question 1 ou en cas de difficulté

2. Réaliser votre protocole avec les deux sources disponibles en notant vos observations.
3. Conclure à propos de la nature de la lumière émise par les deux sources.

Appel n°2 : appeler l'examineur pour lui présenter vos conclusions ou en cas de difficulté

PARTIE B : Déviation du plan de polarisation de la lumière (durée maximale : 30 min)**DOCUMENT 2 : espèces optiquement actives et loi de Biot**

Certaines espèces chimiques, dites optiquement actives, ont la propriété de faire tourner le plan de polarisation de l'onde lumineuse autour de sa direction de propagation. L'angle de déviation α est donné par la loi de BIOT :

$$\alpha = [\alpha_s]_{\lambda}^{\theta} \cdot l \cdot c$$

avec :

- α : pouvoir rotatoire en degrés ($^{\circ}$)
- $[\alpha_s]_{\lambda}^{\theta}$: pouvoir rotatoire spécifique en $^{\circ} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ (caractéristique de l'espèce active à température et longueur d'onde λ fixées)
- l : longueur de solution traversée en m
- c : concentration massique en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Par convention α est compté positivement dans le sens des aiguilles d'une montre pour un observateur recevant la lumière.

DOCUMENT 3 : pouvoir rotatoire spécifique de quelques espèces optiquement actives

On donne les pouvoirs rotatoires spécifiques de quelques espèces chimiques, à 20°C, pour la raie jaune du sodium (longueur d'onde 589,3 nm) :

espèce chimique	saccharose (sucre de cuisine)	D glucose	fructose
$[\alpha_D]_D^{\theta}$ ($^{\circ}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-1}$)	66,5	52,7	- 92,7

On dispose d'une source de lumière blanche, de deux polariseurs, d'une solution de saccharose à $250\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, d'un tube de longueur 20 cm et d'un filtre de couleur verte.

Observation de la déviation du plan de polarisation :

4. Proposer un protocole permettant de mettre en évidence la déviation du plan de polarisation de la lumière par une solution optiquement active.

Appel n°3 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental de la question 4 ou en cas de difficulté

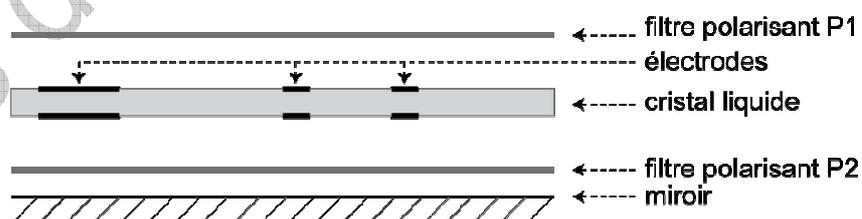
5. Mettre en œuvre le protocole pour la solution de saccharose. Notez vos observations.

Appel n°4 : appeler l'examineur pour lui présenter vos conclusions ou en cas de difficulté

Utilisation de la loi de Biot

On considère les espèces citées dans le document 3 et on suppose que la température et la longueur d'onde sont fixées.

6. Pour une même concentration et pour une même longueur de tube, quelle espèce chimique, parmi celles citées dans le document 3, produira la plus grande déviation du plan de polarisation de la lumière ? Argumenter la réponse.

PARTIE C : Structure de l'afficheur à cristaux liquides (durée maximale : 90 min)**DOCUMENT 4 :
d'un afficheur à
liquides****Structure
cristaux**

Ce schéma est une vue « éclatée » d'un afficheur à cristaux liquides. Les électrodes ont des formes qui permettent d'afficher les chiffres 0 à 9. Des plaques de verres, non représentées ici, encadrent la cellule contenant le cristal liquide.

DOCUMENT 5 : rôle du cristal liquide dans un afficheur

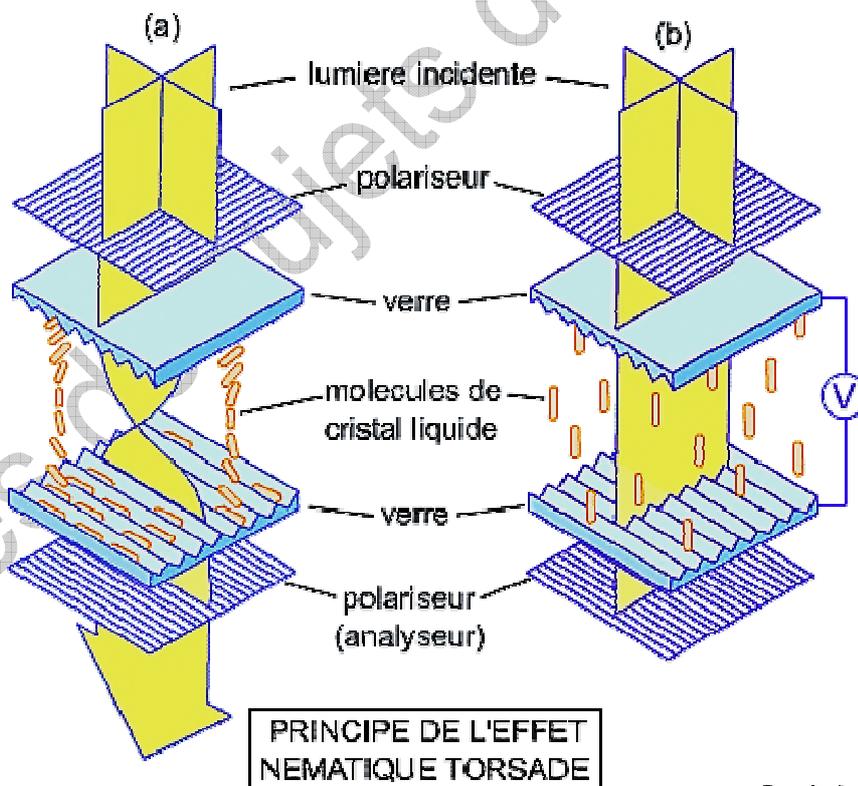
Le principe de fonctionnement d'un afficheur "LCD" (Liquid Crystal Display) repose sur les propriétés électrique et optique des cristaux liquides.

Comme l'illustre le document 4, l'afficheur est constitué :

- de deux plaques de verre recouvertes d'électrodes transparentes et conductrices qui permettent d'appliquer un champ électrique vertical dans la couche de cristal liquide.
- de fins sillons gravés de manière à ce que les molécules du cristal liquide proches des parois de verre s'orientent parallèlement aux sillons en l'absence de champ électrique. Les deux plaques de verre sont disposées de manière à ce que les directions des sillons de chaque plaque soient perpendiculaires.
- de deux polariseurs disposés de part et d'autre des plaques de verres. Les axes de polarisation des polariseurs sont parallèles aux directions des sillons.

En l'absence de champ électrique (figure a), les molécules du cristal liquide s'orientent naturellement sous forme d'une hélice. Lorsque la lumière est polarisée rectilignement selon la direction passante du premier polariseur, sa polarisation tourne de 90° lors de la traversée du cristal liquide en suivant la direction de l'axe des molécules. La lumière est alors transmise car elle est polarisée selon la direction passante du deuxième polariseur.

Sous l'application d'un champ électrique (figure b) les molécules s'orientent dans la direction du champ de telle sorte que l'axe optique se trouve le long de l'axe de propagation de la lumière. La polarisation n'est donc plus modifiée. Comme les axes de polarisations des deux polariseurs sont perpendiculaires ("croisés") la lumière n'est pas transmise. C'est ce qui se passe lorsque qu'un segment de l'afficheur apparaît noir.



© anahillyy

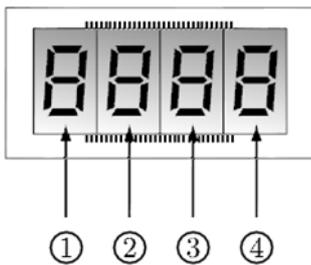
Source : <http://www.techno-science.net/>

Dans les cristaux liquides, la phase nématique effectue un quart de tour en hélice entre les deux électrodes sur de très faibles épaisseurs de 10 à 20 μm en absence d'une tension électrique.

Le document 4 montre qu'un afficheur est constitué de l'empilement de quatre couches :

- le filtre polarisant (P_1),
- la cellule à cristaux liquides (CL),
- le filtre polarisant (P_2),
- le miroir (M),
- deux plaques de verre métallisées constituant les électrodes.

Pour permettre l'étude de son fonctionnement, on dispose d'un afficheur conforme à la description du document 4, dans lequel on a éliminé des couches dans certaines zones. Cela a permis de définir 4 zones d'étude numérotées 1, 2, 3 et 4.



La figure ci-contre présente ces quatre zones d'étude :

- zone 1 : P_1 / CL / P_2 / M
- zone 2 : P_1 / CL / P_2
- zone 3 : P_1 / CL
- zone 4 : CL

Directions de polarisation des films polarisants

On dispose des deux filtres polarisants P_1 et P_2 qui ont été démontés de l'afficheur.

7. Réaliser une expérience qui permette de vérifier le fait que les filtres sont montés en polarisation croisée sur l'afficheur. Tester votre proposition et noter vos observations avant d'appeler l'examineur.

Appel n°5 : appeler l'examineur pour lui présenter l'expérience de la question 7 ou en cas de difficulté

Obtention d'une image de l'afficheur sur un écran

On dispose d'une source de lumière blanche, de deux lentilles de distance focale égale à 20 cm et d'un écran.

8. On souhaite former l'image de l'afficheur sur un écran. Pour cela on éclaire d'abord l'afficheur avec un faisceau de lumière parallèle. Proposer un schéma de montage qui permet d'obtenir un faisceau parallèle.
9. Réaliser le montage.

Appel n°6 : appeler l'examineur pour lui présenter le schéma du montage et la réalisation du protocole expérimental des questions 8 et 9 ou en cas de difficulté

10. L'afficheur étant éclairé de manière uniforme, terminer le montage de manière à observer une image agrandie de l'afficheur sur l'écran.

Appel n°7 : appeler l'examineur pour lui présenter le résultat de l'expérience de la question 10 ou en cas de difficulté

11. Dessiner l'image observée en repérant les images des zones 1 à 4. Comparer l'image obtenue à l'afficheur.

Appel n°8 : appeler l'examineur pour lui présenter la réponse à la question 11 ou en cas de difficulté

Transmission de la lumière en l'absence de tension appliquée aux bornes de la cellule

Afin d'analyser la polarisation de la lumière au niveau des différentes zones de l'afficheur, on dispose de deux filtres polarisants notés P_A et P_B , qui seront respectivement positionnés devant et derrière l'afficheur. Pour l'interprétation des phénomènes de polarisation observés au niveau de l'afficheur on se référera au document 5.

12. À l'aide des deux filtres polarisants P_A et P_B et en observant l'image de la zone 4, mesurer l'angle dont le cristal liquide hors tension fait tourner le plan de polarisation de la lumière.

13. En observant l'image de la zone 2, réaliser une expérience permettant de mesurer les angles d'orientations respectifs des filtres polarisants P_1 et P_2 .
14. Expliquer en quoi les résultats expérimentaux obtenus aux questions 12 et 13 sont cohérents avec ce qui est présenté pour le cas (a) de la figure du document 5.

Appel n°9 : appeler l'examineur pour lui présenter les expériences des questions 12 et 13, la réponse à la question 14 ou en cas de difficulté

Transmission de la lumière en présence d'une tension appliquée aux bornes de la cellule

Alimenter la cellule de cristal liquide dans ses conditions nominales d'utilisation (tension alternative de quelques V environ et de fréquence 50 Hz environ).

15. Observer l'image de la zone 3. Analyser la lumière à la sortie de cette zone à l'aide du filtre polarisant P_B . Décrire ce que l'on observe lorsque P_1 et P_B sont perpendiculaires et vérifier que cette observation est cohérente avec les indications du document 5 (cas b).
16. Observer toujours l'image de la zone 3. Décrire ce que l'on observe lorsque P_1 et P_B sont parallèles et vérifier que cette observation est cohérente avec les indications du document 5 (cas b).

Appel n°10 : appeler l'examineur pour lui présenter les réponses aux questions 15 et 16 ou en cas de difficulté

PARTIE D : Directivité des écrans LCD (durée maximale : 30 min)

Un écran plat à cristaux liquides est une mosaïque de points élémentaires, des pixels, dont l'état, allumé ou éteint, permet d'écrire un chiffre, une lettre ou un signe. Chaque pixel est constitué d'une cellule à cristaux liquides (LCD : Liquid Cristal Display) de quelques micromètres d'épaisseur.

Ces écrans LCD présentent des limites que les spécialistes tentent constamment de repousser. Le temps de réponse, la réflectance, la luminance, le contraste ou encore la directivité sont autant de critères qui peuvent encore être améliorés.

On dispose d'une cellule photoélectrique et d'un écran LCD affichant une image d'une raie blanche sur fond noir.

17. Proposer un protocole permettant d'étudier la variation de l'éclairement E en fonction de l'angle d'observation θ (en degré). Réaliser un schéma annoté du montage expérimental envisagé.

Appel n°11 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental de la question 17 ou en cas de difficulté

18. Effectuer les mesures nécessaires puis utiliser le tableur pour représenter l'évolution de l'éclairement en fonction de l'angle de l'observation θ .
19. Commenter le graphique obtenu et conclure sur la directivité des écrans LCD.

Appel n°12 : appeler l'examineur pour lui présenter les réponses aux questions 18, 19 ou en cas de difficulté

PARTIE E : Conclusion (durée maximale : 10 min)

20. Afin de compléter la fiche descriptive donnée en introduction, rédiger une note claire permettant de comprendre le fonctionnement d'un afficheur LCD. Quelques lignes de cette note doivent traiter de la directivité des écrans LCD.

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

DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE

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

PARTIE A : Étude de la polarisation de la lumière (durée maximale : 20 min)

1. Proposer un protocole expérimental qui permet de distinguer la source polarisée de la source non polarisée.

Appel n°1 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental de la question 1 ou en cas de difficulté

2. Réaliser votre protocole avec les deux sources disponibles en notant vos observations.

3. Conclure quant à la nature de la lumière émise par les deux sources.

Appel n°2 : appeler l'examineur pour lui présenter vos conclusions ou en cas de difficulté

PARTIE B : Déviation du plan de polarisation de la lumière (durée maximale : 30 min)

4. Proposer un protocole permettant de mettre en évidence la déviation du plan de polarisation de la lumière par une solution optiquement active.

Appel n°3 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental de la question 4 ou en cas de difficulté

5. Mettre en œuvre le protocole pour la solution de saccharose. Noter les observations.

Appel n°4 : appeler l'examineur pour lui présenter vos conclusions ou en cas de difficulté

6. Pour une même concentration et pour une même longueur de tube, quelle espèce chimique, parmi celles citées dans le document 3, produira la plus grande déviation du plan de polarisation de la lumière ? Argumenter la réponse.

PARTIE C : Structure de l'afficheur à cristaux liquides (durée maximale : 90 min)**Directions de polarisation des films polarisants**

7. Réaliser une expérience qui permette de vérifier le fait que les filtres sont montés en polarisation croisée sur l'afficheur. Tester votre proposition et noter vos observations avant d'appeler l'examineur.



Appel n°5 : appeler l'examineur pour lui présenter l'expérience de la question 7 ou en cas de difficulté

Obtention d'une image de l'afficheur sur un écran

8. On souhaite former l'image de l'afficheur sur un écran. Pour cela on éclaire d'abord l'afficheur avec un faisceau de lumière parallèle. Proposer un schéma de montage qui permet d'obtenir un faisceau parallèle.



9. Réaliser le montage.

Appel n°6 : appeler l'examineur pour lui présenter le schéma du montage et la réalisation du protocole expérimental des questions 8 et 9 ou en cas de difficulté

10. L'afficheur étant éclairé de manière uniforme, terminer le montage de manière à observer une image nette de l'afficheur sur l'écran.



Appel n°7 : appeler l'examineur pour lui présenter le résultat de l'expérience de la question 10 ou en cas de difficulté

11. Dessiner l'image observée en repérant les images des zones 1 à 4. Comparer l'image obtenue à l'afficheur.

Appel n°8 : appeler l'examineur pour lui présenter la réponse à la question 11 ou en cas de difficulté

Transmission de la lumière en l'absence de tension appliquée aux bornes de la cellule

12. À l'aide des deux filtres polarisants P_A et P_B et en observant l'image de la zone 4, mesurer l'angle dont le cristal liquide hors tension fait tourner le plan de polarisation de la lumière.

13. En observant l'image de la zone 2, réaliser une expérience permettant de mesurer les angles d'orientations respectifs des filtres polarisants P_1 et P_2 .

14. Expliquer en quoi les résultats expérimentaux obtenus aux questions 12 et 13 sont cohérents avec ce qui est présenté pour le cas (a) de la figure du document 5.

Appel n°9 : appeler l'examineur pour lui présenter les expériences des questions 12 et 13, la réponse à la question 14, ou en cas de difficulté.

Transmission de la lumière en présence d'une tension appliquée aux bornes de la cellule

15. Observer l'image de la zone 3. Analyser la lumière à la sortie de cette zone à l'aide du filtre polarisant P_B . Décrire ce que l'on observe lorsque P_1 et P_B sont perpendiculaires et vérifier que cette observation est cohérente avec les indications du document 5 (cas b).

16. Observer toujours l'image de la zone 3. Décrire ce que l'on observe lorsque P_1 et P_B sont parallèles et vérifier que cette observation est cohérente avec les indications du document 5 (cas b).

Appel n°10 : appeler l'examineur pour lui présenter les réponses aux questions 15 et 16 ou en cas de difficulté

PARTIE D : Directivité des écrans LCD (durée maximale : 30 min)

17. Proposer un protocole permettant d'étudier la variation de l'éclairement E en fonction de l'angle d'observation θ (en degré). Réaliser un schéma annoté du montage expérimental envisagé.

Appel n°11 : appeler l'examineur pour lui présenter la proposition de protocole expérimental de la question 17 ou en cas de difficulté

18. Effectuer les mesures nécessaires puis utiliser le tableur pour représenter l'évolution de l'éclairement en fonction de l'angle de l'observation θ .

Joindre le document imprimé.

19. Commenter le graphique obtenu et conclure sur la directivité des écrans LCD.

Appel n°12 : appeler l'examineur pour lui présenter les réponses aux questions 18, 19 ou en cas de difficulté

PARTIE E : Conclusion (durée maximale : 10 min)

20. Afin de compléter la fiche descriptive donnée en introduction, rédiger une note claire permettant de comprendre le fonctionnement d'un afficheur LCD. Quelques lignes de cette note doivent traiter de la directivité des écrans LCD.

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****Aide au démarrage :**

→ L'examineur questionne le candidat afin de l'aider à mobiliser ses connaissances et ses capacités, mais n'apporte aucune réponse.

Solution partielle :

→ L'examineur ne donne pas la solution mais apporte des précisions afin d'aider l'élève à surmonter la difficulté qu'il rencontre.

Solution totale :

→ L'examineur donne au candidat la solution à la difficulté qu'il rencontre, en veillant à ce que l'information qu'il donne ne soit pas entendue des autres candidats dans la salle.

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.

Aides pour l'appel n°1

- **Aide au démarrage :** poser au candidat l'une de ces questions :
 - « Quelle différence distingue la lumière polarisée de la lumière naturelle ? »
 - « Quel est l'effet d'un filtre polarisant sur une lumière polarisée si leurs axes sont perpendiculaires ? Quel est-il sur une lumière naturelle ? »
- **Solution partielle : donner au candidat l'une de ces indications :**
 - « Si la lumière est naturelle, la direction prise par le vecteur champ électrique est quelconque dans le plan perpendiculaire à la direction de propagation. Si la lumière est polarisée, la direction prise par le vecteur champ électrique est fixe. »
 - « Un filtre polarisant transmet totalement la lumière dont la direction du champ électrique est parallèle à l'axe du filtre et absorbe totalement la lumière dont la direction du champ électrique est perpendiculaire à l'axe du filtre. »
- **Solution totale :** donner au candidat le protocole à suivre, préalablement rédigé sur une petite fiche.

Aides pour l'appel n°2

Si un candidat tarde à franchir l'appel n°2 à cause de difficultés expérimentales :

- **Aide au démarrage :** si le candidat n'arrive pas à monter l'expérience, l'aide au démarrage ne peut pas être donnée, on donne directement une solution partielle. En revanche si le candidat a réalisé le dispositif mais ne parvient pas à s'en servir pour analyser la lumière émise, poser au candidat l'une de ces questions :
 - « Que faut-il modifier, dans ce montage, pour observer l'effet d'un changement d'orientation du filtre polarisant ? »
 - « Comment peut-on observer s'il y a extinction ou non ? »
- **Solution partielle : réaliser à la place du candidat l'une de ces opérations :**
 - S'il n'y parvient pas, placer les éléments du montage dans le bon ordre, sans mettre la source sous tension.
 - Si le montage est réalisé mais si le candidat ne parvient pas à l'exploiter pour analyser la polarisation de la lumière, l'examineur fait tourner doucement le filtre polarisant placé devant la source, en veillant à ce que le candidat observe bien l'effet produit sur la lumière transmise, sans faire aucun commentaire.
- **Solution totale :** l'examineur réalise à la place du candidat les deux opérations de l'aide partielle précédente, ce qui revient à faire la totalité de l'expérience à sa place. Par contre l'examineur ne commente pas le résultat obtenu, afin de laisser le candidat s'illustrer sur sa capacité à exploiter ce qu'il a observé.

Aides pour l'appel n°3

- **Aide au démarrage :** poser une des questions :
 - « Est-il plus aisé de détecter un maximum d'intensité lumineuse ou une extinction ? »
 - « La lumière doit-elle être monochromatique ou polychromatique ? »
- **Solution partielle :** indiquer au candidat que la lumière qui traverse la solution doit être polarisée et que le principe de l'expérience consiste à rechercher les conditions d'extinction du faisceau sortant de la solution.
- **Solution totale :** donner au candidat le protocole de l'expérience, rédigé sur papier.

Aides pour l'appel n°4

- **Solution partielle :** sortir le matériel utile sans l'installer.
- **Solution totale :** réaliser l'expérience devant le candidat sans faire de commentaire, afin de le laisser établir lui-même ses conclusions.

Aides pour l'appel n°5

- **Aide au démarrage** : poser la question : « Qu'observe-t-on à travers deux filtres polarisants dont les axes sont perpendiculaires ? »
- **Solution partielle** : rappeler au candidat ce que l'on voit à travers deux filtres polarisants lorsque leurs axes sont perpendiculaires et lorsque leurs axes sont parallèles.
- **Solution totale** : réaliser l'expérience devant le candidat.

Aides pour l'appel n°6

- **Aide au démarrage** : poser la question : « Quel accessoire, en optique, permet de modifier la forme d'un faisceau de lumière ? »
- **Solution partielle** : indiquer au candidat qu'une lentille mince convergente est utile.
- **Solutions totales** :
 - si l'élève ne sait pas comment positionner sa lentille, lui donner le protocole rédigé sur une fiche.
 - si c'est la réalisation de l'expérience qui pose problème (pour des questions d'alignement ou de positionnement de la lentille), faire le montage.

Aides pour l'appel n°7

- **Aide au démarrage** : poser une des questions suivantes au candidat, selon l'obstacle sur lequel il bute :
 - « Quel est objet dont on veut faire l'image ? »
 - « Quel accessoire, en optique, permet de projeter une image sur un écran ? »
- Pas de solution partielle pour cet appel, donner une indication au candidat reviendrait à lui donner la solution.
- **Solution totale** : faire le montage devant le candidat.

Aides pour l'appel n°8

- **Solution partielle** : en silence, avancer la pointe d'un stylo devant la zone 4 et demander au candidat d'observer l'image à l'écran.
- **Solution totale** : donner la réponse : l'image est agrandie et renversée.

Aides pour l'appel n°9

Pour un candidat qui peine à trouver le rôle du cristal liquide (Q12) :

- **Aide au démarrage** : poser au candidat l'une des questions :
 - « Comment avons-nous déterminé le pouvoir rotatoire de la solution de saccharose dans la partie précédente ? »
 - « Est-il plus précis de déterminer les conditions d'un maximum d'intensité lumineuse ou une extinction ? »
- **Solution partielle** : pas de solution partielle pour cette partie, puisqu'une expérience analogue a déjà été faite avec le saccharose.
- **Solution totale** : montrer au candidat que l'image de la zone 4 est noire lorsque P_A et P_B sont parallèles et claire lorsqu'ils sont perpendiculaires.

Pour un candidat qui peine à déterminer les orientations de P_1 et P_2 :

- **Aide au démarrage** : poser au candidat l'une des questions :
 - « Lequel des polariseurs, parmi P_A et P_B , peut nous informer sur l'orientation de P_1 ? »
 - « Lequel des polariseurs, parmi P_A et P_B , peut nous informer sur l'orientation de P_2 ? »
- **Solutions partielles** : obtenir l'extinction de l'image de la zone 2 à l'aide de P_A et en enlevant P_B , et demander au candidat de conclure sur l'orientation de P_1 . Idem avec P_B pour l'orientation de P_2 .
- **Solution totale** : faire l'expérience pour le candidat et lui donner les conclusions préalablement écrites sur une petite fiche.

Aides pour l'appel n°10

Si c'est la réalisation de l'expérience qui pose problème : on ne prévoit que la solution totale et on fera les expériences à la place du candidat (le principe de ces expériences ayant déjà été évalué dans ce sujet).

Si c'est l'interprétation qui pose problème :

- **Aide au démarrage** : poser l'une des questions au candidat :
« D'après le document 5, quelle est l'influence du cristal liquide sous tension sur le plan de polarisation de la lumière ? Quelle est l'influence de la partie du cristal liquide qui n'est pas affecté par les électrodes ? »
- **Solution partielle** : montrer au candidat les passages du document 5 où il pourra trouver les réponses.
- **Solution totale** : donner au candidat la réponse aux questions 15 et 16.

Aides pour l'appel n°11

- **Aide au démarrage** : poser au candidat la question : « Quel instrument permet de mesurer un éclairage ? »
- **Solution partielle** : montrer au candidat le matériel utile, sans l'installer ni donner de précision sur son utilisation.
- **Solution totale** : donner au candidat le protocole à suivre.

Aides pour l'appel n°12

Si c'est la réalisation de l'expérience qui pose problème :

- **Solution partielle** : placer correctement les appareils, les régler et laisser faire les mesures au candidat.
- **Solution totale** : donner au candidat le graphique $E(\theta)$.

Si c'est le commentaire des résultats qui pose problème :

- **Aide au démarrage** : poser au candidat une question parmi :
 - « Qu'est-ce qu'un écran directif ? »
 - « Quelle serait l'allure du graphique obtenu si l'écran émettait la même intensité lumineuse dans toutes les directions ? »
- **Solution totale** : donner la réponse à la question 19.

ÉLÉMENTS DE RÉPONSE

PARTIE A : étude de la polarisation de la lumière

1. On place un polariseur devant la source et on tourne sa direction de polarisation. S'il y a extinction pour une direction donnée la source est polarisée. Si l'intensité lumineuse reste la même quel que soit la direction du polariseur alors la source n'est pas polarisée.
2. Avec un polariseur on arrive à réaliser l'extinction optique pour une source de type LCD (écran, afficheur,...). Ce qui n'est pas le cas pour la lampe d'éclairage.
3. La lumière de l'écran LCD est polarisée. Ce n'est pas le cas de la lampe d'éclairage.

PARTIE B : déviation du plan de polarisation de la lumière

5. On éclaire avec une lumière monochromatique verte les polariseurs. On réalise l'extinction optique en tournant l'axe du second à 90° de l'axe du premier polariseur. On place ensuite le tube contenant la solution entre les deux polariseurs, il n'y a plus d'extinction, la solution a donc dévié le plan de polarisation de la lumière.
6. La déviation sera d'autant plus prononcée à concentration et longueur constantes que le pouvoir rotatoire spécifique est grand en valeur absolue, c'est donc le fructose qui sera retenu.

PARTIE C : structure de l'afficheur à cristaux liquides

Directions de polarisation des films polariseurs

7. On attend du candidat qu'il superpose les deux filtres et vérifie :
 - que l'on obtient l'extinction en les disposant comme dans l'afficheur ;
 - que la lumière passe lorsque l'on tourne l'un des deux filtres d'un angle de 90° .

Obtention d'une image de l'afficheur sur un écran

9. Le candidat doit éclairer un verre dépoli avec une lanterne et placer celui-ci au foyer objet d'une des lentilles.
10. On place la deuxième lentille entre l'afficheur et l'écran de manière à obtenir une image nette sur l'écran.
11. L'image est inversée par rapport à l'objet « afficheur ».

Transmission de la lumière en l'absence de tension appliquée aux bornes de la cellule

12. Le candidat doit placer P_A avant l'afficheur et P_B après l'afficheur. Il doit alors vérifier que :
 - si P_A et P_B sont parallèles, l'image de la zone 4 apparaît noire sur l'écran ;
 - si P_A et P_B sont perpendiculaires, l'image de la zone 4 apparaît claire sur l'écran.
13. Le candidat doit vérifier que :
 - l'extinction de l'image de la zone 2 s'effectue pour P_A orienté avec 45° , on en déduit que l'axe de P_1 est orienté à 315° ;
 - l'extinction de l'image de la zone 2 s'effectue pour P_B orienté avec 315° , on en déduit que l'axe de P_2 est orienté à 45° .

On en déduit que les deux polariseurs sont croisés à 90° degrés.

14. La question 12 montre que les cristaux liquides hors tension, donc en phase nématique, ont dévié le plan de polarisation de la lumière de 90° par rapport à P_1 , ce qui confirme la description du cas (a) de l'annexe 2.

La question 13 confirme que P_1 et P_2 sont perpendiculaires, comme l'indique le document 5 et comme cela a déjà été vérifié à la question 7.

Transmission de la lumière en présence d'une tension appliquée aux bornes de la cellule

15. L'image du « 8 » apparaît noire sur fond blanc.

Interprétation : le plan de polarisation de la lumière ne tourne donc plus dans la région où est appliquée la tension, les molécules sont alignées le long du champ, dans l'axe de propagation de la lumière.

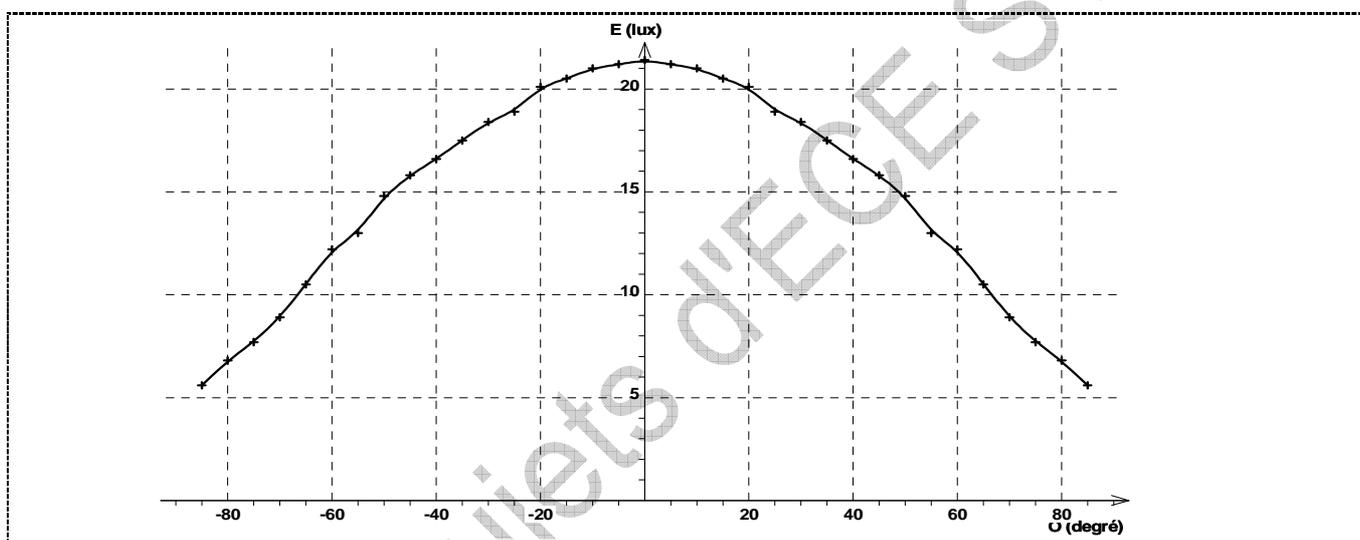
16. L'image du « 8 » apparaît blanche sur fond noir.

Interprétation : comme P_1 et P_B sont croisés, les seules zones où la lumière peut passer sont celles où le cristal liquide ne fait pas tourner le plan de polarisation de la lumière, donc celles où il est sous tension.

PARTIE D : directivité des écrans LCD

17. Il suffit de placer un luxmètre sur le cercle rapporteur en gardant la distance à l'écran constante et de mesurer pour chaque angle, l'éclairement en lux.

18.



19. On constate que l'éclairement décroît notablement quand on s'éloigne de la normale : à 45° , on perd déjà 25 % en intensité lumineuse. À 60° , l'intensité lumineuse a diminué pratiquement d'un facteur de 2.

PARTIE E : conclusion

20. On attend du candidat qu'il s'exprime clairement par écrit et aborde les points suivants :

- récapitulatif des constituants de l'afficheur ;
- rôle du cristal liquide hors tension ;
- rôle du cristal liquide sous tension ;
- différence entre les afficheurs par réflexion (celui étudié dans la partie C) et les afficheurs par transmission (écran d'ordinateur) ;
- la directivité des écrans à cristaux liquides.

GRILLE DE SUIVI CHRONOLOGIQUE

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

Questions	Observables et aides possibles	Observations et aides apportées
avant l'appel n°1 : t ≈ 5min	Vérification de l'avancée du candidat. ▶ Aide à mobiliser les connaissances utiles Aide concernant la démarche à suivre	
Q1. Appel n°1 à t ≈ 10min	Concevoir un protocole expérimental Vérifier la cohérence de la démarche ▶ Aides possibles concernant la démarche expérimentale à suivre.	
Q2. Q3. Appel n°2 à t ≈ 20min	Réaliser un protocole expérimental Interpréter des résultats Vérifier les résultats ▶ Aide à la réalisation du protocole ▶ Aide à l'interprétation	
Q4. Appel n°3 à t ≈ 30 min	Concevoir un protocole expérimental Vérifier la cohérence de la démarche ▶ Aide concernant la démarche expérimentale	
Q5. Appel n°4 à t ≈ 50 min	Réaliser un protocole expérimental Observer, interpréter Vérifier les résultats ▶ Aide à la réalisation du protocole ▶ Aide à l'interprétation	
Q6.	Rechercher et extraire des informations	
Q7. Appel n°5 à t ≈ 70 min	Concevoir un protocole expérimental Réaliser un protocole expérimental, interpréter Vérifier les résultats ▶ Aide à la réalisation du protocole ▶ Aide à l'interprétation	
Q8. Q9. Appel n°6 à t ≈ 80 min	Concevoir un protocole expérimental Mettre en œuvre un montage optique Vérifier le montage ▶ Aide à la réalisation du montage	
Q10. Appel n°7 à t ≈ 90 min	Mettre en œuvre un montage optique Vérifier le montage ▶ Aide à la réalisation du montage	
Q11. Appel n°8 à t ≈ 100 min	Interpréter une observation Vérifier le résultat ▶ Aide à l'interprétation	
Q12. Q13. Appel n°9 à t ≈ 120 min	Concevoir un protocole expérimental Réaliser un protocole expérimental, interpréter Vérifier les résultats ▶ Aide à la réalisation du protocole ▶ Aide à l'interprétation	
Q15. Q16. Appel n°10 à t ≈ 140 min	Concevoir un protocole expérimental Interpréter une observation Extraire et organiser l'information Vérifier les résultats ▶ Aide à la réalisation du protocole ▶ Aide à l'interprétation	
Q17. Appel n°11 à t ≈ 155 min	Concevoir un protocole expérimental Vérifier la cohérence de la démarche ▶ Aide concernant la démarche expérimentale	
Q18. Q19. Appel n°12 à t ≈ 170 min	Exploiter des données de mesure Interpréter Vérifier les résultats ▶ Aide à la réalisation du protocole ▶ Aide à l'exploitation	
Q20.	Organiser et présenter des informations	
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	Questions	Observables	Niveau d'acquisition			
				A	B	C	D
S'approprier	1	Q6 Q14 Q15 Q16	Rechercher, extraire et organiser l'information sur les pouvoirs rotatoires des sucres. Rechercher, extraire et organiser l'information sur le fonctionnement de l'afficheur.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Analyser	2	Q1 Q4 Q7 Q8 Q13 Q15, Q16 Q17	Concevoir un protocole expérimental : – pour étudier la polarisation d'une source de lumière – pour mettre en évidence une activité optique – pour comparer les orientations des deux filtres – pour obtenir un faisceau parallèle – pour étudier l'activité optique du cristal liquide.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réaliser	3	Q2 Q5 Q7 Q9 Q10, Q11 Q12 Q18	Mettre en œuvre le protocole pour : – analyser la polarisation des sources – étudier l'activité optique du saccharose – obtenir un faisceau parallèle – étudier l'activité optique du cristal liquide. Réaliser le montage optique et obtenir l'image de l'afficheur. Utiliser le matériel de manière adaptée Effectuer des mesures d'angles avec précision.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Valider	2	Q3 Q7 Q14 Q15, Q16 Q18	Exploiter et interpréter les observations pour : – déterminer laquelle des sources est polarisée – vérifier que les filtres sont bien croisés Valider les informations énoncées dans le document 5 concernant le fonctionnement de l'afficheur. Exploiter le graphique de la Q18.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Communiquer	2	À tous les appels	Présenter, formuler une conclusion Expliquer, représenter, argumenter, commenter. Faire preuve d'écoute lors de l'échange. Poser une question pertinente à l'examinateur en cas de difficulté.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

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 P4 : Phénomène de polarisation et principe d'un afficheur à cristaux liquides

	Coefficient	Niveaux validés			
		A	B	C	D
<i>S'approprier</i>	1				
<i>Analyser</i>	2				
<i>Réaliser</i>	3				
<i>Valider</i>	2				
<i>Communiquer</i>	2				
	Note	/ 20			

Commentaires sur l'observation pendant la séance

Nom de l'évaluateur :

Date et signature de l'évaluateur :