

CONCOURS GENERAL DES LYCEES

Spécialité : Biotechnologies

SESSION 2013

Epreuve d'admission

Durée totale de l'épreuve : 6 h

1. Exploitation d'informations scientifiques et présentation d'un travail de synthèse : 1,5 h
2. Résolution expérimentale d'un problème scientifique : 4,5 h

La spiruline, une cyanobactérie aux intérêts multiples

Spiruline est le nom vernaculaire de deux genres différents de cyanobactéries :

- *Spirulina*, non comestible, utilisée pour la production de biodiesel,
- *Arthrospira*, comestible, exploitée pour ses propriétés nutritionnelles, en particulier la production du complément alimentaire qualifié de « spiruline ».

Les spirulines présentent une pigmentation diversifiée qui leur assure une grande efficacité photosynthétique et une capacité à soutenir un taux de croissance relativement élevé, même à de faibles intensités lumineuses. Elles se développent naturellement dans des eaux chaudes peu profondes et saumâtres de la ceinture intertropicale. Ces conditions de cultures sont actuellement développées au profit de productions à grande échelle, par exemple en photobioréacteur tubulaire.



La **première partie de l'épreuve** permet d'appréhender cette thématique selon deux approches :

- la présentation d'un exemple de processus de fabrication de comprimés et de gélules de spirulines ;
- l'étude des intérêts de la production de spiruline.

Elle fait l'objet d'une soutenance orale de 30 minutes et requiert un temps de préparation d'une heure pour exploiter les documents fournis et élaborer les supports de présentation en vue de la soutenance.

La **deuxième partie de l'épreuve** est expérimentale et s'inscrit dans le contexte du contrôle qualité du produit fini :

- le dosage spectrophotométrique de la phycocyanine ;
- la détermination du nombre de filaments de spiruline en cellule de comptage ;
- la détermination du taux d'humidité de la spiruline commerciale par pesée à la balance infra-rouge.

La réalisation pratique nécessite une réflexion préliminaire et donne lieu à la présentation et à l'exploitation des résultats, l'ensemble devant être réalisé en une durée totale de 4,5 h.

Exploitation d'informations scientifiques et présentation d'un travail de synthèse à l'oral

Durée : 1,5 h (préparation 1 h et soutenance orale 30 minutes)

1. Etude de la fabrication de comprimés de spiruline

L'enchaînement des opérations unitaires nécessaires à la fabrication de deux formes de commercialisation des spirulines (comprimés et gélules) est présenté par deux supports :

- un diagramme de fabrication en **annexe 1** ;
- un support numérique, à visionner sur l'ordinateur mis à disposition.

Compléter l'annexe 1 imprimée sur transparent et proposer deux contrôles à réaliser en cours de production parmi ceux qui sont identifiés sur ce document (n°1, n°2, n°3).

*Le travail effectué sera présenté au cours d'un **entretien de 10 minutes**.*

2. Productions de spiruline

Les documents en **annexe 2** présentent différentes données relatives à la spiruline : composition, intérêt, production.

*A partir de l'exploitation de ces documents, présenter les raisons conduisant à produire de la spiruline dans le monde entier. Un **exposé de 10 minutes sera suivi par 10 minutes d'entretien** avec le jury.*

Un plan détaillé rédigé sur transparent(s) servira de support à la présentation orale.

Résolution expérimentale d'un problème scientifique

Durée : 4,5 h

Les réalisations pratiques peuvent nécessiter l'utilisation des EPC (équipement de protection collective) et des EPI (équipement de protection individuelle). La gestion des déchets est sous la responsabilité du candidat.

Dans le sujet la lettre Q correspond aux questions et la lettre T aux techniques à mettre en œuvre.

A. Dosage de la phycocyanine par spectrophotométrie

Une entreprise commercialisant de la spiruline déshydratée utilise, comme critère qualité pour sa production, la teneur en phycocyanine. Celle-ci doit être comprise entre 10 et 15 % ⁽¹⁾ pour une qualité optimale du produit fabriqué.

Le dosage spectrophotométrique est mis en œuvre sur une solution de spiruline à doser mais aussi sur une solution étalon de contrôle pour apprécier l'acceptabilité de la série des échantillons.

⁽¹⁾: teneur exprimée en gramme pour 100 grammes de spiruline déshydratée

Réactifs, matériels et documents

- Solution étalon de phycocyanine (notée « PC étalon ») à 25,0 mg.L⁻¹
- Solution étalon de contrôle de phycocyanine (notée « PC contrôle ») à 10,0 mg.L⁻¹
- Solution de spiruline à doser (notée « Extrait »), réalisée en dissolvant 5,0 mg de spiruline déshydratée dans 50 mL d'eau déminéralisée
- Eau déminéralisée
- Pipette graduée de 2 mL
- Macrocuves et portoir pour macrocuves
- Spectrophotomètre Shimadzu UV mini 1240 avec documents techniques

→ Les réactifs utilisés ne présentent aucun danger pour le manipulateur et l'environnement.

→ Les documents en **annexe 3** renseignent sur l'expression du résultat de mesure.

REFLEXION PRELIMINAIRE

La constitution de la gamme étalon nécessite la préparation de 6 cuves contenant de 0,0 à 25,0 mg.L⁻¹ de phycocyanine, sous un volume final de 2 mL à partir d'une solution mère de 25,0 mg.L⁻¹. Le diluant utilisé est l'eau déminéralisée.

QA-1. Présenter les calculs nécessaires à la réalisation de la gamme étalon.

QA-2. Pour la gamme étalon et les essais à réaliser, établir un tableau dans lequel figureront les volumes des solutions introduites, les concentrations en phycocyanine et les valeurs d'absorbances.

REALISATION PRATIQUE

TA-1. Réaliser un spectre de la phycocyanine à partir de la solution « PC étalon » contre de l'eau déminéralisée. Balayer les longueurs d'onde de 450 à 800 nm.

QA-3. A partir des valeurs indiquées par l'appareil, choisir la longueur d'onde adaptée au dosage. Justifier ce choix.

TA-2. Préparer la gamme étalon et les essais (étalon de contrôle de phycocyanine et spiruline à doser).

TA-3. Mesurer l'absorbance de la gamme étalon et des essais à la longueur d'onde choisie.

PRESENTATION ET EXPLOITATION DES RESULTATS

TA-4. Tracer la courbe d'étalonnage $A = f(\rho \text{ phycocyanine en mg.L}^{-1})$ à l'aide d'un tableur - grapheur.

TA-5. Déterminer l'équation de la droite de régression linéaire.

QA-4. Calculer la concentration massique expérimentale en phycocyanine de la solution étalon de contrôle.

QA-5. Conclure sur l'acceptabilité pour la série d'échantillons.

QA-6. Calculer les valeurs expérimentales de concentration massique en phycocyanine de la solution de spiruline.

QA-7. Discuter de la compatibilité, en condition de répétabilité, des valeurs mesurées.

QA-8. Exprimer le résultat retenu en mg.L⁻¹.

QA-9. A partir de la concentration massique retenue pour les essais, calculer la teneur en phycocyanine, exprimée en gramme pour 100 grammes de spiruline déshydratée. Les équations aux grandeurs, aux unités et aux valeurs numériques sont exigées.

QA-10. Conclure.

Données : $s_r = 0,25 \text{ mg.L}^{-1}$
 $u_c = 0,60 \text{ mg.L}^{-1}$
Intervalle d'acceptabilité pour l'étalon de contrôle : $(8,70 < 10,0 < 11,2) \text{ mg.L}^{-1}$

B. Détermination du nombre de filaments de spiruline en cellule de comptage

Le produit fini doit correspondre à différents critères définis par le cahier des charges de l'entreprise productrice. Le nombre de filaments de spiruline par gramme de produit fini est l'un de ces critères. Trois cellules de comptage, présentées en **annexe 4**, sont testées pour la mise au point de ce dénombrement : la cellule de Malassez, la cellule de Thoma et la cellule de Nageotte.

Réactifs, matériels et documents

- Suspension de spiruline à 10 g.L^{-1} , notée « S », estimée à $30.10^3 \pm 10.10^3$ filaments de spiruline par mm^3
- 3 tubes d'eau physiologique stérile de 9 mL
- Dispositif de prélèvement type Socorex et pipettes paille
- Cellules de numération : cellule de Thoma, cellule de Malassez, cellule de Nageotte
- Compteur manuel
- Microscope optique muni d'un dispositif à contraste de phase et ses documents techniques
- Micromètre oculaire étalonné : à l'objectif x 20. Une graduation du micromètre oculaire correspond à $6 \mu\text{m}$
- Documents techniques de présentation des cellules de comptage en **annexe 4**.

REFLEXION PRELIMINAIRE

TB-1. A partir de la suspension « S », réaliser un état frais en contraste de phase avec l'objectif x 20. Montrer un champ microscopique à un examinateur.

QB-1. Décrire les filaments de spiruline observés et estimer leurs dimensions à l'aide du micromètre oculaire étalonné.

QB-2. Choisir la cellule la mieux adaptée à la numération de la spiruline et justifier ce choix.

REALISATION PRATIQUE

TB-2. A partir de la suspension « S », réaliser la dilution 10^{-3} en eau physiologique.

TB-3. Réaliser avec cette dilution, le montage de la cellule de numération choisie et procéder au dénombrement.

QB-3. Vérifier la pertinence du choix de la cellule de comptage effectué et conclure.

PRESENTATION ET EXPLOITATION DES RESULTATS

QB-4. Présenter le nombre de filaments comptés dans chaque volume unitaire de la cellule de comptage, sous forme de tableau.

QB-5. Calculer le nombre de filaments de spiruline par litre de suspension.

QB-6. Exprimer le résultat obtenu en nombre de filaments de spiruline par gramme de produit fini.

C. Détermination du taux d'humidité de la spiruline commerciale

Le taux d'humidité fait partie des critères définis par le cahier des charges de l'entreprise productrice. Il correspond à la masse d'eau rapportée à la masse totale de produit, exprimé en pourcentage. Il est déterminé à l'aide d'une balance à infra-rouge (balance IR).

Une masse connue de produit est pesée puis séchée grâce au rayonnement infra-rouge émis par la balance IR. La balance mesure la masse d'eau évaporée et affiche le taux d'humidité du produit.

Réactifs, matériels et documents

- Spiruline commerciale
- Spatule, coupelles en aluminium
- Balance IR et ses documents techniques

REFLEXION PRELIMINAIRE

QC-1. Ecrire l'équation aux grandeurs qui relie le taux d'humidité, la masse de spiruline pesée et la masse de spiruline séchée.

REALISATION PRATIQUE

TC-1. A l'aide des documents techniques de la balance IR, mesurer le taux d'humidité de la spiruline commerciale dans les conditions suivantes :

- Masse à peser : 3 ± 1 g à bien répartir sur la coupelle en aluminium
- Température de séchage : 100 °C
- Durée de séchage : arrêt automatique de la balance lorsque la masse ne varie plus
- Affichage : mode L

PRESENTATION ET EXPLOITATION DES RESULTATS

QC-2. Comparer le taux d'humidité mesuré à l'intervalle de valeurs défini par le cahier des charges de l'entreprise productrice.

QC-3. Proposer une explication dans le cas d'un taux d'humidité non conforme au cahier des charges.

Donnée : Taux d'humidité conforme au cahier des charges : 2 à 3 %.