

## Rapport de jury

### « Microalgues et biodiesel », épreuve écrite d'admissibilité, 5h.

Le sujet proposé abordait tout d'abord les caractéristiques métaboliques des algues photosynthétiques, celles-ci étant étroitement liées à leur structure. Étaient ensuite présentées les stratégies développées en laboratoire pour optimiser la production de lipides à partir du carbone atmosphérique. La dimension industrielle était abordée en dernière partie du sujet, avec l'étude des caractéristiques des photobioréacteurs permettant de réaliser des cultures à l'échelle industrielle.

La documentation fournie constituait soit une aide à la restitution des connaissances, soit un support à analyser ou à exploiter pour en extraire les informations utiles au traitement des différentes questions.

Presque tous les candidats ont traité ou essayé de traiter l'ensemble du sujet, malgré le nombre élevé de questions, ce qui atteste de qualités de sérieux et de concentration.

Les questions recouvraient les différents domaines des biotechnologies, avec un vocabulaire scientifique de haut niveau. En général, les candidats s'y sont bien adaptés ; de nombreuses copies étaient bien présentées et bien rédigées.

Quelques rares candidats ont rendu des copies très mal présentées, à peine lisibles.

Certains candidats ont de graves difficultés en langue française : difficultés rédactionnelles et orthographiques, compréhension des questions posées. Certains candidats ne maîtrisent pas des notions scientifiques indispensables : relation entre pH, concentration en  $H^+$  et acidité, potentiel redox et réactions d'oxydo-réduction, notion d'absorbance, de rayonnement absorbé et rayonnement transmis.

Trop souvent l'analyse des documents est uniquement descriptive et ne met pas assez en avant les points importants pour leur interprétation. La réponse est donnée sans que le raisonnement suivi soit explicité.

Les attentes du jury sont les suivantes :

- des connaissances scientifiques fondamentales solidement acquises,
- des réponses rédigées de façon concise et argumentée, utilisant un vocabulaire scientifique rigoureux et précis, à la suite d'un temps de réflexion suffisant pour un ciblage adéquat,
- une copie bien présentée, bien lisible, bien orthographiée et clairement rédigée.

### **1. Microalgues : des organismes photosynthétiques**

Le tableau comparatif entre les cellules procaryotes et eucaryotes est de qualité inégale : soit très scolaire, soit synthétique. La définition des cellules eucaryotes et procaryotes se limite pour certains, à la présence ou à l'absence d'un noyau. Au lieu de se focaliser sur la photosynthèse, de nombreux candidats ont inventorié tous les types trophiques connus. Les confusions suivantes ont été souvent relevées : protons et prototrophes, autotrophe et auxotrophe. La relation entre ultrastructure et efficacité n'a pas été comprise dans la plupart des copies.

Quelques rares candidats ont cité les cycles aromatiques. Les autres n'ont pas répondu ou ont donné des réponses fantaisistes. Presque tous les candidats ont paraphrasé le diagramme sans en comprendre l'aspect énergétique.

De nombreux candidats ont passé beaucoup de temps à décrire l'expérience 5b et ont répondu que la concentration en  $H^+$  augmentait à l'obscurité par simple analogie entre l'étape 3 de l'expérience 5a et l'expérience 5b sans autre

justification. Ils ont également été nombreux à ne pas prendre en compte que l'expérience 5a se passait à l'obscurité.

Le document 6 a trop souvent été décrit sans que l'aspect énergétique ne soit envisagé : parcours des H<sup>+</sup> de l'eau jusqu'au NADPH. Le gradient de protons entre l'espace intrathylacoïdal et le stroma a été rarement évoqué.

La partie concernant le cycle de Calvin a été traitée de façon trop superficielle par de nombreux candidats. La réflexion scientifique n'est pas suffisante, l'analyse n'est souvent pas aboutie. Les interprétations sont correctes mais la conclusion est absente. On signale, en particulier, des difficultés au niveau des bases de chimie, des confusions entre sédimentation et agglutination. Le rôle de la centrifugation reste flou pour certain candidat.

En revanche, la question relative à la sécurité est bien maîtrisée par la plupart des candidats. Elle a été bien traitée, de manière un peu longue pour certains.

Pour l'étude de la Rubisco, le niveau des connaissances scientifiques et/ou des compétences en anglais est satisfaisant pour répondre à la plupart des questions posées. Cependant certains candidats ne maîtrisent pas la syntaxe anglaise : « chloroplasts' stroma » est traduit par « le chloroplaste des stromas ».

La détermination des constantes cinétiques est généralement réalisée correctement malgré des erreurs au niveau de l'expression de ces grandeurs (maîtrise de la fonction inverse). On peut regretter que dans la majorité des cas cette détermination ait été réalisée graphiquement malgré la mise à disposition des équations mathématiques. Les notions d'inhibiteur compétitif sont plus confuses et la rédaction de cette partie est très souvent moins rigoureuse. La démarche scientifique « observer, comparer, conclure » proposée est rarement adoptée.

## **2. Amélioration de la production d'algocarburants selon les conditions de culture**

Cette partie mobilisait les connaissances et capacités suivantes :

- connaître le rôle des composants principaux d'un milieu de culture,
- analyser des expériences et des résultats (gel d'électrophorèse),
- utiliser un document technique pour déterminer les conditions optimales d'expériences.

Les candidats ont rencontré des difficultés pour indiquer le rôle des composants principaux d'un milieu de culture des microalgues. La notion de témoin d'expérience (2.1.2) n'est pas bien maîtrisée.

L'exploitation des documents proposés (photos, histogrammes, graphique) est incomplète : pas de présentation du document, description brève qui ne s'appuie pas sur des valeurs chiffrées, peu ou pas d'interprétation des résultats.

La question 2.1.7. a été bien traitée : utiliser le document technique pour déterminer des conditions optimales d'expériences.

Par contre, pour les questions suivantes, le vocabulaire scientifique est imprécis, de nombreuses confusions entre les termes hydrophilie, hydrophobie, le principe de l'électrophorèse n'est pas connu de tous les candidats.

## **3. Amélioration génétique des capacités de production en lipides**

Très peu de candidats connaissent les UV comme méthode physique d'obtention de mutants. Les notions de biologie moléculaire sont très incomplètes, le chapitre ayant sans doute été traité en fin d'année. De belles réflexions cependant de certains candidats, pour les analyses d'expériences.

## **4. Conditions de production de *C. reinhardtii***

La partie 4.1. a été assez bien traitée : tous les candidats ont réussi à argumenter en faveur de la méthode de conservation par congélation.

Les notions d'incertitude ont été abordées sans être totalement abouties. Beaucoup de candidats ont mal lu le sujet et ont traité les sources d'incertitude concernant le dénombrement et non la dilution des échantillons.

Les calculs concernant les numérations en chambre de comptage ont souvent été entachés d'erreurs diverses : dilution, surface de chambre entière et chambre de comptage, problèmes de conversion. La compatibilité des résultats a bien été traitée, mais l'expression avec l'utilisation de l'Uc a été souvent oubliée.

Les notions de microbiologie (taux de croissance et temps de génération) sont bien maîtrisées par les candidats.

L'analyse du dernier document a été bien menée, les éléments portés dans le tableau comparatif dépassant les attentes du jury.

Les arguments en faveur du choix d'un système artificiel ont montré que les candidats ont compris l'importance de cette technologie dans le développement durable.

### **« La spiruline une cyanobactérie aux intérêts multiples », épreuve orale et pratique d'admission, 6h.**

Comme indiqué dans le bulletin officiel n° du 3 janvier 2013, l'épreuve d'admission comporte deux axes :

- l'exploitation d'informations scientifiques et présentation d'un travail de synthèse,
- la résolution expérimentale d'un problème scientifique.

Cette nouvelle définition d'épreuve s'est traduite par des modalités d'épreuve différentes des années passées. Les huit candidats sélectionnés pour l'admission ont pu bénéficier d'une visite commentée du laboratoire la veille de l'épreuve, ainsi que d'une présentation de cette nouvelle configuration de l'épreuve.

Le jour de l'épreuve d'admission, les candidats ont dû tenir compte des ordres de passages imposés par l'épreuve orale et sa préparation (1h30) et par le passage à la balance infra-rouge (20 min) ainsi que le temps de pause pour le déjeuner.

#### **Exploitation d'informations scientifiques et présentation d'un travail de synthèse : 1,5 h**

La **première partie de l'épreuve** permettait d'appréhender la thématique proposée 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 a fait l'objet d'une soutenance orale de 30 minutes et nécessitait un temps de préparation d'une heure pour exploiter les documents fournis et élaborer les supports de présentation en vue de la soutenance.

La première partie de la soutenance, d'une durée de 10 minutes, consistait à compléter un transparent pré-imprimé fourni avec les mots-clés décrivant les étapes de fabrication de spiruline sous forme commerciale. Le candidat devait également proposer deux contrôles à réaliser en cours de production.

Seuls deux candidats n'ont pas suivi les consignes données et n'ont pas utilisé les mots-clés proposés dans une liste figurant au bas du transparent fourni. Les autres candidats ont su retrouver l'ordre chronologique des étapes de fabrication de la spiruline et les commenter brièvement d'après un support vidéo visionné lors de la préparation de l'épreuve.

Chaque candidat a pu proposer deux contrôles à réaliser en cours de production. Cependant, les réponses données manquaient souvent de précision et le jury devait demander des informations complémentaires.

Les meilleurs candidats ont montré un bon niveau de connaissances théoriques et pratiques aussi bien en biochimie qu'en microbiologie.

La seconde partie de la soutenance, d'une durée de 20 minutes, consistait en un exposé structuré de 10 minutes suivi par un entretien de 10 minutes avec le jury. Le candidat devait consulter une série de documents (tableaux, extraits d'une thèse, publicités...) pour présenter les raisons conduisant à produire de la spiruline à l'échelle mondiale.

Le jury était attentif lors de cet exposé à la présentation d'un plan cohérent, annoncé en introduction, ainsi qu'à la capacité de synthèse du candidat. Des critères de forme tels que la qualité du ou des transparent(s) (orthographe, syntaxe), la qualité de l'expression orale, le dynamisme et la gestion du temps étaient également notés.

Le jury a apprécié les efforts de présentation d'un plan structuré qui répondait à la problématique de départ. Certains candidats ne traitaient qu'une partie du sujet annoncé mais complétaient leur exposé lors de l'entretien avec le jury. Plusieurs candidats ont utilisé des couleurs, schématisé ou consigné les éléments de réponse dans un tableau pour clarifier leurs propos.

La plupart des candidats se sont bien exprimés, avec dynamisme et en utilisant le vocabulaire scientifique adapté. Par contre, le temps n'était pas suffisamment bien géré. Les candidats n'ont pas surveillé leur montre et l'exposé a plusieurs fois été trop court.

L'entretien permettait d'approfondir le sujet traité. Le candidat était évalué sur la compréhension des questions posées et la qualité des réponses apportées aux questions scientifiques et de culture générale.

Les meilleurs candidats ont traité le sujet dans sa globalité et montré une culture scientifique de bon niveau. Une réflexion critique sur les extraits publicitaires proposés dans le dossier technique a pu être menée avec la plupart des candidats. Pour tous, l'ensemble des documents a été compris.

La plupart des candidats sont restés concentrés lors de l'entretien avec le jury et ne se sont pas démotivés. Les candidats ayant obtenu les meilleures notes ont pris le temps de réfléchir, parfois à haute voix, aux questions posées et d'avancer des arguments pertinents.

Le jury a apprécié la capacité d'adaptation des candidats qui « quittaient » la salle de TP pour se concentrer sur les documents proposés et préparer l'épreuve orale. L'utilisation de transparents et d'un rétroprojecteur constituait également une nouveauté et tous les candidats se sont montrés à l'aise avec ce support.

Deux candidats se sont fait particulièrement remarquer par l'excellence de leur prestation tant dans la forme que dans le fond. Les deux ont montré une très bonne compréhension des différentes informations fournies, de la pertinence et de l'esprit critique dans leurs réponses. L'un a fait preuve de grande précision et de subtilité dans ses analyses, l'autre d'originalité et d'esprit de synthèse remarquables.

### **Résolution expérimentale d'un problème scientifique : 4,5 h**

Expérimentale, la **deuxième partie de l'épreuve** s'inscrivait 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 nécessitait une réflexion préliminaire et donnait lieu à la présentation et à l'exploitation des résultats, l'ensemble devant être réalisé en une durée totale de 4,5 h.

#### **A. Dosage de la phycocyanine par spectrophotométrie**

Le jury a constaté que le transfert volumétrique à l'aide d'une pipette n'est pas réalisé de façon bien assurée. Ce manque de technicité rejaillit sur la qualité des résultats expérimentaux.

Au niveau de l'exploitation des résultats, l'utilisation du tableur grapheur Excel a été bien appréhendée. Cependant, le choix des points à conserver pour établir la droite d'étalonnage n'était pas toujours judicieux et l'équation de la droite était souvent peu ou mal utilisée pour l'exploitation des essais.

L'expression des résultats manquait parfois de clarté et les comptes rendus étaient peu structurés pour la plupart.

#### **B. Détermination de nombre de filaments de spiruline en cellule de comptage**

Les candidats ont réalisé une lecture attentive des documents avant de procéder à la réalisation pratique.

Quelques étudiants ont laissé leur dilution en attente pour traiter les autres parties du sujet et ceci a été préjudiciable car les microalgues n'avaient plus la forme, ni la taille attendues pour l'observation au microscope.

La réalisation préalable d'un schéma de travail aurait permis aux candidats d'améliorer leur organisation à la paillasse.

La qualité des montages d'état frais était satisfaisante, la mise au point au contraste de phase a été oubliée par certains malgré la présence d'une fiche technique explicative.

La plupart des étudiants ont été capables de procéder au choix judicieux de la cellule de comptage mais deux paramètres étaient à prendre en considération : la comparaison des dimensions des filaments à la dimension des unités de comptage et le nombre de filaments présents dans le nombre d'unités de comptage recommandé. Le premier paramètre était systématiquement expliqué, le second absent ou expliqué de manière incomplète.

Seuls deux candidats ont respecté la consigne de comptage (un nombre minimum de 200 cellules).

Du point de vue du calcul, le jury déplore des erreurs multiples liées à des problèmes de conversion et quelques copies très peu soignées.

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

L'objectif principal était de confronter les candidats à un appareillage et à sa documentation technique qui leur étaient inconnus.

Sur les huit candidats, trois n'ont pas réussi à appréhender correctement la documentation fournie. En effet, leur méthode de lecture était complètement désorganisée et ils ont utilisé le matériel de façon intuitive. Dans ce cas, les résultats obtenus étaient erronés voire absents.

Trois autres candidats ont fait l'effort d'une lecture préparatoire des documents à leur paillasse avant de passer devant la balance. Ils ont suivi rigoureusement, méthodiquement et donc rapidement le document pour l'utilisation de la balance à infrarouges et ainsi obtenu des résultats expérimentaux de qualité.

Posées pendant les temps d'attente, les questions portant sur l'utilisation de la balance et des méthodes de séchage dans les bio-industries, ont montré que les candidats n'avaient qu'une connaissance très partielle de ce domaine.

En conclusion, les candidats ont su faire preuve de sérénité lors des épreuves d'admission, excepté un candidat qui a perdu son calme par moments car il était très peu à l'aise en manipulation. Ils ont su s'adapter aux locaux et aux matériels classiques de laboratoire mais ont été déconcertés par l'absence de bec électrique pour la réalisation de la dilution requise en deuxième partie, ceci malgré les explications qui leur avaient été apportées la veille.

Le jury conseille aux futurs candidats d'être attentifs aux instructions écrites et orales qui leur sont données et de mener une réflexion suffisante en amont des activités pratiques à réaliser, nécessaire à la réussite à cette épreuve, en plus des fondamentaux technologiques et scientifiques déjà acquis en cours de formation.

Rapport de M. Jean-Pascal DUMON, Inspecteur général de l'éducation nationale, Président du jury et Mme Isabelle FALLER, Inspecteur d'académie/Inspecteur pédagogique régional, Vice-présidente du jury.