
EPREUVE ORALE DE Travaux Pratiques de Biologie

ENS : PARIS - LYON - CACHAN

Coefficients : PARIS 12 LYON 6 CACHAN 8

MEMBRES DE JURYS : Olivier Hamant, Vincent Mirabet, Ludovic Orlando, Marie-Alix Poul, Jean-Marc Ricort, Guillaume Tcherkez

Les travaux pratiques se sont déroulés les 18, 19 et 20 Juin dans les locaux du Département de Biochimie-Génie Biologique de l'ENS Cachan. Le bon déroulement de ces épreuves a été possible grâce au concours de Dany Dallet, Alexiane Lavandier, Sophie Lognon, Jean Mora et Isabelle Sénamaud, personnels techniques du département.

83 candidats se sont présentés à cette épreuve. La moyenne des notes obtenues est de 9,6 sur 20 avec une note maximale de 17,7 et une note minimale de 3 sur 20.

Organisation de l'épreuve

Comme les années précédentes, le sujet se composait de trois parties distinctes et de poids équivalent (biologie animale et cellulaire, biologie végétale et cellulaire, biologie cellulaire et moléculaire – biochimie). A l'image de l'organisation suivie lors de la session précédente, les candidats étaient contraints de traiter chaque partie en une heure vingt. Avant la réalisation de chaque partie, cinq minutes étaient laissées aux candidats pour lire l'énoncé et se familiariser avec le matériel mis à disposition. Cette organisation de l'épreuve permet d'éviter que les candidats ne traitent que partiellement le sujet ce qui peut nettement diminuer la note finale et ne pas refléter la valeur intrinsèque du candidat. Dans ces conditions de travail, 46 candidats ont obtenu des notes homogènes pour les trois parties de l'épreuve, mettant ainsi en évidence leur niveau équivalent (sans préjuger de la valeur de ce niveau) dans les trois domaines concernés.

Objectifs de l'épreuve

Les objectifs de l'épreuve étaient multiples et les examinateurs désiraient apprécier les capacités des candidats à :

- organiser leur travail au sein de chaque partie
- manipuler en suivant précisément les instructions fournies par les protocoles
- utiliser des outils communs de biologiste (loupe binoculaire, microscope...)
- manipuler en réalisant des montages microscopiques simples et des dilutions de solutions
- analyser et calculer
- traduire leur étude en schémas rigoureux, soignés, correctement légendés, titrés et munis d'une échelle
- rédiger, à partir des résultats expérimentaux, un commentaire scientifique logique, méthodique et concis

Hormis une majorité de manipulations très classiques, le jury a également souhaité proposer quelques manipulations plus originales permettant de solliciter non seulement la réactivité des candidats face à une situation nouvelle mais également leur capacité à analyser et à construire un raisonnement par eux-mêmes.

Commentaires sur l'épreuve

De façon générale, les membres du jury ont noté une baisse très sensible du niveau général des candidats et espèrent que cette constatation ne perdurera pas pour les prochaines sessions. Plusieurs points ont attiré l'attention des membres du jury. D'une part, une baisse certaine des capacités d'analyse et de réflexion des candidats face à une situation sortant un tant soit peu de l'ordinaire. Les candidats faisant preuve d'ingéniosité et d'esprit d'initiative étaient, malheureusement, bien peu nombreux. D'autre part, la tendance selon laquelle les candidats ont de plus en plus de difficultés à rédiger correctement un raisonnement scientifique se confirme. Les expressions sont maladroitement, le vocabulaire imprécis, l'orthographe (pour

certain à la limite de la communication par SMS) médiocre dans de trop nombreuses copies. Il est bon de rappeler aux candidats que la science nécessite une excellente maîtrise du vocabulaire et de la syntaxe et qu'un bon scientifique se doit de pouvoir communiquer dans une langue intelligible et compréhensible par tous. Un effort certain doit être entrepris en ce sens.

1. Epreuve à dominante Biologie Végétale et Cellulaire

Pour cette session 2008, l'épreuve de travaux pratiques de biologie végétale était axée sur quelques aspects simples du développement des plantes (végétatif ou reproducteur), illustrés avec des plantes modèles utilisées ordinairement dans les laboratoires de recherche (*Arabidopsis thaliana*, *Petunia hybrida*, etc.).

Analyse phénotypique comparée

Deux exercices étaient basés sur la comparaison d'une plantule d'*Arabidopsis thaliana* cultivée *in vitro* avec ou sans une substance X (par exemple l'auxine). Les phénotypes observés étaient sévères. Nous demandions de suivre une démarche scientifique (observation-raisonnement-conclusion) guidée par les questions du sujet. Pour la majorité des candidats, cet exercice a été traité de façon très incomplète. L'observation s'est souvent limitée à un dessin du contour avec trois flèches pointant « tige », « feuille » et « racine ». A ce niveau d'étude, on peut attendre au minimum des qualificatifs pour décrire les phénotypes (orientation des feuilles/épinastie, couleur/pigmentation, présence de poils/trichomes...). La comparaison s'est souvent limitée à la taille, alors que de nombreux aspects (au moins une dizaine) pouvaient être évoqués : présence de fusions de feuilles, nombreux poils racinaires, etc. Les quelques candidats qui ont décrit même maladroitement ce qu'ils ont observé de façon plus exhaustive ont récolté le maximum de points. Certains candidats ont pris l'initiative de dessiner un tableau comparatif synthétique, ce qui a été apprécié. Pour la partie « raisonnement », nous demandions de proposer un protocole pour comprendre le mode d'action de la substance X. Seulement un étudiant sur dix a pensé à faire intervenir les gènes dans cette analyse : expression génétique +/- X, mutant complété en présence de X, etc. Il est étonnant que dans un monde médiatique riche en discussions sur les OGM, cet aspect de la biologie végétale soit si peu présent. En parallèle, une manipulation très simple était demandée (coloration de racine à monter entre lame et lamelle), et dans l'ensemble les préparations étaient correctement réalisées. Il serait bon toutefois que les étudiants aient le réflexe de recolorer s'ils ne voient pas de coloration après le premier essai. Enfin, lorsqu'il y a un doute sur les structures visibles, le bon sens est toujours à privilégier : la substance X serait vraiment révolutionnaire si elle permettait, à elle seule, de transformer une racine en pistil et les feuilles en pétales !

Analyse florale

Il s'agit très certainement de la partie la moins réussie (seulement 1/10^e des candidats ayant eu au-dessus de la moyenne). Si certaines conventions sont connues, aucun candidat n'a su fournir un diagramme parfaitement juste. De nombreux candidats ne sont nullement interpellés lorsqu'ils dessinent les pièces florales sans aucune règle d'alternance ou bien avec une orientation dorso-ventrale erronée. Enfin, très rares sont les candidats dessinant l'organisation de l'ovaire, et la placentation n'est pratiquement jamais étudiée. La conclusion de l'analyse était sous la forme d'une question, ayant vocation à mettre en avant les différences avec *Arabidopsis thaliana* (fleurs des Brassicacées). Or, force est de constater que la structure florale des Brassicacées est très mal connue en général !

Analyse d'un cliché microscopique

Cette partie consistait à interpréter et légendier un cliché de microscopie électronique à transmission. Près d'1/4 des candidats n'ont pas su interpréter correctement les structures pourtant évidentes comme la paroi. Les autres candidats ont reconnu les structures cellulaires classiques. L'interprétation du cliché, demandée en quelques lignes, a été très mal traitée en général, et des interprétations des plus fantaisistes, sans arguments d'observation, ont été formulées, ou bien les conclusions données étaient en parfait désaccord avec les observations et les légendes ! Or, rappelons-le, c'est plus la rigueur et la cohérence d'interprétation de résultats expérimentaux qui est attendue des candidats lors de l'épreuve de TP, que le placage de connaissances détachées de leur contexte. Par exemple, il est inacceptable de voir un candidat interpréter le cliché comme une plaque motrice et des boutons synaptiques, alors même que l'ensemble des structures visibles est en contradiction flagrante avec une telle interprétation (cellules végétales avec plastes et parois, etc.). Sur l'ensemble des 83 candidats, seuls 3 ont su interpréter le cliché proposé, ce qui est trop peu.

Autres remarques générales

La gestion du temps est sans doute ce qui a le plus pénalisé la moitié des candidats. Pourtant, les 4 exercices proposés étaient réalisables dans le temps imparti, et par exemple, il est anormal de prendre 45 minutes pour ne réaliser qu'une équation florale et un diagramme floral. Enfin, on ne soulignera jamais assez l'**importance de l'orthographe** qui cette année encore, est trop approximative. Cela est d'autant plus regrettable que les mots mal orthographiés sont précisément ceux utilisés couramment en biologie. Ainsi est-il inacceptable de voir des aberrations telles que : « chlorophilien », « pétales soudées », « enveloppe », « ovère », « vitamines », « brassicassées », "vacuole", etc.

2. Epreuve à dominante Biologie Animale et Cellulaire

L'exercice 1 consistait à prélever du sang frais de souris afin d'en réaliser un frottis sanguin et une numération cellulaire totale en cellule de Mallassez. L'observation du frottis devait amener les candidats à identifier les différents types cellulaires en présence (et d'en proposer un dessin d'observation) et la numération cellulaire devait amener le candidat à estimer expérimentalement des concentrations cellulaires totales (répétition des mesures, calculs d'une moyenne et d'un écart-type, et prise en compte finale des facteurs de dilution effectués). Un animal était fourni à chaque candidat en début de séance avec comme consigne impérative de procéder au prélèvement sanguin (une dilution du tissu prélevé pouvait alors se conserver à froid dans un tube hépariné pour être étudiée plus tard). Une attention particulière a été portée sur le respect des consignes basiques d'hygiène et sécurité, d'ailleurs rappelées sur la première page du sujet. Cinq minutes ont été laissées en tout début d'épreuve pour prendre en main le sujet et le matériel proposé sur chaque paillasse. A ce stade, les candidats étaient libres de poser toutes les questions aux examinateurs quant au matériel proposé.

Comme l'année dernière, il a été surprenant de constater (1) que de nombreux candidats n'assimilent pas les consignes de base de pratique au laboratoire et (2) que trop peu de candidats ont su tirer profit des temps d'attente pour réaliser leurs observations (pendant la coloration du frottis, la numération cellulaire pouvait aisément être réalisée), ou même débiter l'exercice suivant (dissection du cœur et des troncs aortiques de souris ou de poisson). D'ailleurs, des jonques de candidats ont entrepris la dissection bien trop tardivement, et n'ont pas pu ainsi en réaliser son dessin d'observation. De plus, il a été très curieux de voir des candidats s'acharner à faire perler une microgoutte de sang de la queue de l'animal, quand tout le reste du corps restait dans la cuve à dissection et se vidait de son sang... ou d'appeler les examinateurs lorsque le microscope est mal réglé (luminosité, mais aussi choix d'une zone peu représentative).

Rappelons donc que les candidats doivent mettre leur travail en valeur autant que possible. Les candidats avaient également à leur disposition des loupes binoculaires et des lampes, que bien peu ont pensé à utiliser pour effectuer une dissection concernant des objets de petite taille.

Enfin, l'épreuve de travaux pratiques évalue certes les gestes pratiques des candidats mais aussi leur capacité à analyser les résultats générés, et à les éclairer rationnellement à la lumière de leurs connaissances. Aussi, il est dommage que certains se fient strictement à leurs connaissances, quitte à dessiner des observations imaginaires (l'adéquation du dessin à la réalité observée était jugée par appel de l'examineur), mais que d'autres puissent toujours confondre des cristaux de colorants, ou même des irrégularités du frottis atteignant des tailles centimétriques, avec des cellules... ou des noyaux!

Il est curieux également de constater que les candidats n'ont toujours pas assimilé que la présence de titres, d'échelle, et de mise en relation de l'organe observé et du reste de l'animal sont indispensables à la réalisation d'un dessin d'observation correct.

3. Epreuve à dominante Biologie Cellulaire et Moléculaire - Biochimie

Cette année, l'épreuve à dominante Biochimie portait sur l'étude de chromoprotéines (cytochrome c, hémoglobine ou myoglobine) par l'intermédiaire de techniques de spectrophotométrie et de chromatographie.

Dans la première partie de l'exercice, les candidats devaient réaliser des spectres d'absorption de ces différentes molécules placées en milieu réducteur ou oxydant. Ceci leur permettait de faire un lien entre l'état d'oxydo-réduction de la molécule et ses caractéristiques d'absorption moléculaire. D'autre part, le choix des chromoprotéines utilisées avait été volontairement effectué par le jury de façon à ce que les différents états d'oxydo-réduction des molécules soient directement visibles grâce à un net changement de couleur (le jury avait, à ce propos, vérifié avant le début de l'épreuve auprès des candidats qu'aucun d'entre eux ne souffrait de Daltonisme).

Les objectifs de cette première partie étaient donc d'évaluer la capacité des candidats à interpréter des spectres d'absorption et notamment à raisonner sur les maxima d'absorption qui signaient la carte d'identité de l'état d'oxydo-réduction de la molécule considérée.

Dans la seconde partie de l'épreuve, les échantillons préparés et analysés en première partie étaient soumis à une chromatographie d'exclusion. Les caractéristiques de la colonne de chromatographie utilisée étaient précisées dans l'énoncé (gel composé de sphères de polymères présentant des pores de taille calibrée). Les candidats devaient alors introduire successivement dans la colonne, un agent réducteur (acide ascorbique ou hydrosulfite de sodium), de l'éluant (tampon phosphate), puis l'échantillon sous forme oxydée. Par la suite, l'ajout d'éluant permettait la progression de la chromoprotéine dans la colonne et on pouvait observer, en cours de progression, un changement de couleur significatif rendant compte de la rencontre entre les deux molécules (la chromoprotéine oxydée et l'agent réducteur) et de la réduction des chromoprotéines. Afin de vérifier cette hypothèse issue de l'observation du changement de couleur, les candidats étaient invités à effectuer un spectre d'absorbance sur les fractions recueillies en sortie de colonne et contenant les chromoprotéines. Dans certains sujets, la présence de l'agent réducteur était également parfois effectuée dans certaines fractions en sortie de colonne.

Les objectifs de cette seconde partie étaient multiples. Tout d'abord, établir un lien entre les événements observés (changement de couleur) en cours d'éluion et la nature des réactions survenant dans la colonne grâce aux observations effectuées en première partie. D'autre part, les candidats étaient invités à formuler des hypothèses ou à construire un raisonnement sur les caractéristiques de cette chromatographie.

L'ensemble de cette épreuve permettait d'évaluer les candidats sur leur capacité à construire un raisonnement logique à partir d'observations expérimentales. En effet, lorsque les expériences étaient correctement réalisées, les candidats avaient alors tout en main pour pouvoir construire un raisonnement simple.

Dans son ensemble, le jury a été déçu du manque de réflexion et d'analyse des candidats. Ces derniers, dans leur majorité, ne font pas de lien entre ce qu'ils observent et la construction d'un raisonnement scientifique. Bien souvent, voulant à tout prix restituer des connaissances théoriques apprises en cours d'année, ils n'hésitent pas à construire un raisonnement qui va à l'encontre des résultats expérimentaux obtenus. Cette situation est vraiment déroutante. Néanmoins, quelques candidats ont proposé des interprétations-hypothèses de leurs résultats expérimentaux et du principe de fonctionnement de la colonne qui, lorsqu'elles étaient pertinentes, étaient systématiquement valorisées par le jury. A ce propos, la notion de colonne « imaginaire » développée par un candidat demeure pour le jury un mystère !

Il est regrettable de noter que la plupart des candidats n'avaient jamais vu une colonne de chromatographie (pourtant notée au programme de BCPST). Au cours des manipulations autour de cette colonne, le jury a pu dénoter une certaine absence de bon sens pratique. En effet, nombre d'entre eux ne comprenaient pas spontanément qu'il fallait déboucher la colonne pour que le tampon d'équilibration (chargé en tout début d'expérience) puisse s'écouler. D'autre part, les trois quarts des candidats n'ont pas pensé à placer les tubes qui servaient à recueillir les fractions sur un portoir en dessous de la colonne. De ce fait, ils étaient obligés de tenir les tubes à la main à la sortie de la colonne et ne pouvaient donc pas progresser dans la réalisation expérimentale des autres parties du sujet. Certains, plus malins, ou plus souples, arrivaient toutefois à se contorsionner pour maintenir les tubes et rédiger en même temps oubliant alors, par voie de conséquence, à observer les changements de couleur survenant en cours d'éluion au sein de la colonne.

Le jury déplore également le manque manifeste de certaines manipulations de base à effectuer dans les expériences proposées. Presque la moitié des candidats oublie d'homogénéiser systématiquement les solutions obtenues par dilution d'une solution mère ou après dissolution d'une poudre dans un solvant. On note même cet oubli pour les cuves de spectrophotométrie servant à la réalisation des spectres. Les candidats observent alors, parfois avec un étonnement non dissimulé, un précipité au fond de leurs tubes ou un joli dégradé de couleur qui ne les alerte pas davantage et qu'ils décrivent avec application ! D'autre part,

beaucoup de candidats confondent, en parlant de l'hémoglobine ou de la myoglobine, les notions d'oxydation et d'oxygénation ! Enfin, l'analyse des spectres d'absorption a donné lieu à des interprétations souvent fantaisistes. Lorsque la description des spectres ne s'apparentait pas à un bulletin météorologique (« spectre avec des minima locaux »), la plupart des candidats associaient la présence de deux pics au sein du même spectre à l'existence de deux molécules distinctes présentes en solution.

Comme tous les ans, le jury regrette que la plupart des candidats n'aient jamais rencontré au cours de leur formation en BCPST de micropipettes. Même si le principe de fonctionnement de ce matériel est systématiquement rappelé au début de chaque épreuve, il est bon de mentionner qu'un candidat ayant déjà eu affaire à ce genre de matériel part avec un avantage certain par rapport à un candidat qui le découvre pour la première fois.

Enfin, et non des moindres, le jury s'étonne et s'inquiète de la baisse de la qualité de l'orthographe et de la capacité à rédiger correctement, clairement et rigoureusement. Cette baisse du niveau rédactionnel (fond et forme) est très nette et relativement alarmante.