

BANQUE BCPST Inter-ENS/ENPC – Session 2016

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE DE TRAVAUX PRATIQUES DE CHIMIE-BIOLOGIE

Ecoles concernées : ENS (PARIS), ENS de LYON, ENS de CACHAN, ENPC

Coefficients (en pourcentage du total d'admission) :

PARIS : 8.5% LYON : 9.9% CACHAN : 12.3% ENPC : 6.3%

MEMBRES DE JURY : A. DUBOIS, C. DUMAS-VERDES, A. GRELAT, R. MITRE, B. METTRA, J.P. MOUSSUS, V. PERIS-DELACROIX, J. QUERARD, E. THIERRY, C. VILLAIN.

159 candidats se sont présentés à l'épreuve. La moyenne des notes est de 10,43 avec un écart type de 2.8. Les notes attribuées s'échelonnent de 4,97 à 16,94.

Principe de l'épreuve

L'épreuve de Travaux Pratiques de Biologie-Chimie est organisée en commun par les trois ENS. Elle s'est déroulée cette année dans les laboratoires d'Enseignement du département de chimie de l'ENS de Cachan.

Les *natures des évaluations sont différentes dans les deux parties de l'épreuve et sont complémentaires* :

L'épreuve de biologie nécessite des qualités techniques poussées (notamment de dissection) et l'évaluation s'appuie pour bonne part sur la qualité de la production biologique et les observations effectuées par le candidat et retranscrites dans le compte rendu.

En chimie, le jury accorde une attention particulière à trois critères majeurs : la qualité des manipulations, la faculté de proposer une démarche scientifique pour résoudre une problématique posée ainsi que l'investissement des candidats dans l'épreuve notamment à travers l'analyse de leurs capacités d'organisation. L'évaluation prend en compte la maturité scientifique du candidat, la qualité des réalisations de ses expériences et leur exploitation, tout en balayant le socle des compétences techniques nécessaires.

Le compte rendu demandé est très succinct et rassemble en général les résultats physicochimiques provenant de l'exploitation des manipulations mises en œuvre (température de fusion, rapport frontal, volume équivalent, concentration, constante thermodynamique...).

Ainsi il apparaît que *pour réussir l'épreuve le candidat doit posséder une double compétence et une culture en biologie et en chimie*. Par ailleurs ce *format* permet *de balayer des compétences diverses*.

Déroulement de l'épreuve

Tous les candidats admissibles ont pu être évalués lors d'un TP de Biologie de 2h suivi d'un TP de Chimie de 2h (ou *vice versa*), le choix de la première épreuve étant déterminé par tirage au sort.

Accueillis dans une salle à part, les candidats ont pu déposer leurs affaires. Les différentes consignes de sécurité ont alors été rappelées : blouse, lunettes, chaussures fermées, pantalon couvrant l'ensemble des jambes et cheveux attachés obligatoires pour le TP de Chimie ; lentilles interdites...) Après vérification des identités et émargement les candidats on alors été emmenés en

laboratoire. Le jury tient à rappeler que les consignes notamment vestimentaires doivent impérativement être respectées sous peine de se voir refuser l'accès aux salles de TP.

Différentes consignes relatives à l'épreuve (localisation du matériel et des produits...) ont alors été expliquées. L'épreuve s'est déroulée dans un grand laboratoire, avec d'une part les candidats débutant par l'épreuve de Biologie, d'autre part ceux commençant par l'épreuve de Chimie. Chaque candidat a disposé d'une paillasse sur laquelle est réparti sur un côté le nécessaire pour la biologie, et sur l'autre côté le nécessaire pour la chimie.

Au bout de deux heures la première épreuve est stoppée. Les candidats ont pu s'ils le désiraient se désaltérer, en présence d'un ou plusieurs examinateurs (avec comme consigne de n'avoir aucune communication entre eux). Puis la deuxième épreuve a débuté pour une durée de deux heures. Une fois les deux épreuves terminées, il est demandé aux candidats d'indiquer à l'équipe technique la nature des solutions ou produits présents dans leur contenant, afin de procéder à l'évacuation des différents déchets. Les candidats devant participer au rangement, il est nécessaire qu'ils prévoient au minimum de sortir 15 minutes après la fin de l'épreuve et s'arrangent en conséquence pour la réservation de leurs éventuels billets de transport.

Commentaires spécifiques à l'épreuve de travaux pratiques de biologie.

L'objectif de l'épreuve est d'évaluer les connaissances et les compétences techniques des candidats dans différents domaines de la biologie. Le jury est particulièrement attentif à la qualité des observations, aux raisonnements et/ou l'analyse de leurs résultats, à la rigueur de la présentation et aux initiatives et surtout au bon sens pratique dont les candidats doivent faire preuve.

Cette année, les sujets ont comporté systématiquement une partie biochimie/biologie moléculaire/microbiologie et une partie biologie des organismes (biologie animale ou biologie végétale). Il y avait systématiquement partie dite « longue » comptant pour 2/3 du barème et une courte comptant pour le 1/3 restant. Le barème était clairement annoncé aux candidats. Les concepteurs se sont attachés à proposer des sujets différents mais de difficulté jugée équivalente. En particulier, les manipulations demandées étaient conçues pour évaluer un ensemble de critères communs :

- Capacité d'organisation pratique dans le temps et dans l'espace.
- Dissection, expériences de biochimie, préparation microscopiques (colorations): hygiène et propreté de la manipulation. Bon sens pratique.
- Rigueur de présentation et qualité des dessins : présence du titre, d'une légende bien placée, d'une échelle.
- Rigueur de présentation des résultats. Analyse quantitative et présentation correcte des résultats numériques.
- Par rapport aux critères de travaux pratiques, les connaissances passent à un second plan : il était possible d'obtenir un grand nombre de points sur la compréhension et la réalisation d'une manipulation sans avoir de connaissances en dehors du programme.
- Adaptation face à une situation pour laquelle les candidats ont été peu ou pas préparés.

Une bonne réussite à l'épreuve de TP exige tout d'abord une lecture intégrale du sujet par le candidat de façon à organiser son temps le mieux possible. Quelques candidats n'ayant pas fait attention à l'existence de temps d'incubation dans une partie du sujet se sont ainsi fait « piéger » par en fin d'épreuve. Le jury a été surpris de constater que, de toute évidence, de nombreux candidats ne lisent pas correctement les consignes expressément indiquées dans le sujet (nombre de réplicats à effectuer, longueur d'onde à régler lors de l'utilisation du spectrophotomètre ou présentation de la dissection florale sur une feuille à part du sujet). De même, lorsque le sujet stipule que les examinateurs doivent être appelés pour l'accès aux appareils de mesure, il est étonnant de constater

que certains s'y rendent et commencent à manipuler sans y avoir été autorisés.. D'autre part, il est apprécié que les candidats abordent tous les sujets.

Dissections :

Il y a eu de très bonnes dissections animales, très soignées et répondant bien aux consignes. Le jury rappelle néanmoins aux candidats qu'il n'est pas nécessaire d'en faire trop, comme par exemple ajouter des légendes directement sur la dissection alors qu'elles ne sont demandées que pour le dessin d'observation : il faut lire les consignes, et s'adapter à ce qui est demandé dans le sujet.

Les candidats ont par ailleurs consacré beaucoup trop de temps à ces dissections, et n'ont par conséquent pas pu traiter l'ensemble du sujet. La majorité des candidats a correctement disséqué l'appareil cardiaque de la souris. En revanche, il était attendu que les candidats mettent en évidence certains éléments comme les principaux vaisseaux partant du cœur, en glissant un papier dessous ou en dégagant proprement la région autour : beaucoup n'ont pas fait cet effort. Il est également déplorable de constater que certains candidats ne connaissent absolument pas l'organisation d'un cœur de poisson...

Pour les dissections florales, les étudiants n'ont globalement pas très bien réussi (grande lenteur d'exécution, souvent plus de 45 minutes pour disséquer une fleur et réaliser un diagramme, pas assez soigné, manque d'observation suffisante), et très peu connaissent bien les conventions du diagramme floral. C'est pourtant un exercice d'observation classique, relativement facile à maîtriser et qui permet d'obtenir des points facilement, en très peu de temps si l'étudiant s'est entraîné à cet exercice. De même que pour les dissections animales, il n'est pas demandé de légender directement sur la dissection, mais de la présenter de façon à montrer très simplement qu'on a compris la structure de la fleur (symétrie radiale, bilatérale etc.) et l'organisation et le positionnement des pièces florales. Très peu de candidats pensent à réaliser une coupe d'ovaire pour rendre compte correctement de son organisation et à préciser si celui-ci est supère ou infère.

Le jury attend des candidats rigueur et précision : par exemple, lorsque l'on donne une équation, il est nécessaire d'en définir chacun des termes, ou de bien préciser l'échelle sur un schéma ou un dessin, même quand ce n'est pas une observation microscopique.

Coupes, préparations microscopiques et dessins d'observation :

Globalement, les candidats ne s'aident pas assez du matériel proposé sur la paillasse pour faciliter l'observation : loupes binoculaires, éclairages d'appoint... La manipulation du microscope est en majorité bien réalisée ; des efforts restent néanmoins à faire sur certains points plus précis comme la gestion du diaphragme, et le choix de l'objectif (on n'utilise pas l'objectif à immersion sans huile !) Concernant la reconnaissance des vaisseaux, les candidats auraient gagné à observer plus longuement la coupe à faible grossissement pour identifier les éléments remarquables (échangeurs artério-veineux), et ne pas se contenter d'un simple capillaire... Les montages de branchies et de trachées ont été plutôt bien exécutés.

La qualité des dessins d'observation était assez variable, certains très bien mais parfois beaucoup trop détaillés, et d'autres beaucoup trop vagues et simplistes, sans orientation ni légendes, ou pas en adéquation avec l'observation (en effet, un dessin d'observation est fait pour représenter ce que l'on voit, pas ce que l'on pense que le jury va attendre).

Pour les coupes sur plusieurs types de matériel végétal, et demandant plusieurs conditions (par exemple pour comparer les tissus dans deux milieux de montage, ou alors dans deux conditions de croissance) il fallait penser l'expérience dans son ensemble avant de la mettre en œuvre afin de réaliser en parallèle les colorations et/ou les montages, ce qui permettait de gagner du temps. De

même, le temps d'attente principal d'une coloration carmino-vert peut être mis à profit pour réaliser une autre partie de l'épreuve.

Le jury tient à rappeler qu'il attache une grande importance à l'adéquation entre ce qui est présenté sous le microscope et ce qui est représenté sur la copie du candidat. Trop souvent, les candidats ont réalisé un schéma conventionnel (dont les figurés étaient fournis) correspondant à ce qu'ils avaient en tête plutôt que sous leurs yeux.

Pour les exercices qui demandaient une observation attentive (dénombrements), peu de candidats ont réussi à finaliser l'exploitation des résultats. Le fait d'avoir réalisé les comptages a donc été valorisé séparément de l'exploitation du résultat sous forme graphique.

Biologie cellulaire et moléculaire :

L'objectif des épreuves était de mettre en évidence le bon sens pratique, l'organisation, la réflexion et l'adaptation.

Aussi, il a été proposé aux candidats des techniques :

- de biochimie (détermination de λ_{\max} , de pKa, gamme d'étalonnage, détermination d' ϵ , mesure d'activités enzymatiques).
- de microbiologie (telles que : analyse de milieu de culture ou tests rapides de mise en évidence d'activité enzymatique microbienne, opacimétrie, dénombrement en cellule de comptage),

Dans certains cas, les candidats étaient libres d'établir le protocole de leur choix à partir d'indications précises dans le sujet (matériels à disposition, but de l'expérience...)

Certains candidats exposent leurs observations, proposent et argumentent leurs hypothèses de manière claire, vont au bout de l'épreuve : ce qui correspond parfaitement aux attentes. Il a été également apprécié que les candidats se rendent compte de résultats aberrants et l'indiquent par oral ou par écrit aux jurys.

Le jury regrette que l'usage de dispositifs classiques de laboratoire ne soit pas maîtrisé : usage à mauvais escient du chronomètre pour l'enzymologie (déclenchement et arrêt à des moments non pertinents), sens des semi-micro-cuves dans le spectrophotomètre : les candidats doivent repérer les faces transparentes (et pas translucides) qui permettent un trajet optique d'1 cm. Ils doivent également repérer le sens du faisceau du spectrophotomètre qui peut varier d'un appareil à l'autre. Il est également surprenant à ce niveau que certains candidats se trompent dans le report de points sur un graphe.

Nous conseillons donc aux futurs candidats, de bien prendre le temps de lire les sujets en début d'épreuve afin de cibler au mieux les techniques avec lesquelles ils seront à l'aise, celles qui réclament des temps d'incubation : l'idéal serait qu'ils prévoient un plan de manipulations. Par ailleurs, nous les invitons à débiter une manipulation même si la fin de l'épreuve est proche car des points sont attribués à sa réalisation indépendamment de sa qualité ou de son achèvement. Les candidats peuvent également gagner des points en répondant aux questions théoriques (formule littérale par exemple). En cas de doute, les candidats peuvent solliciter les jurys afin d'éclaircir ces points de vocabulaire.

Les candidats savent pour la majorité, manipuler des pipettes automatiques (les candidats ont été invités à solliciter le jury en cas de doute). Leur usage est fréquent dans cette épreuve depuis quelques années.

Note importante concernant le vocabulaire utilisé : le jury s'attache à ne pas utiliser de nom de marque commerciale pour désigner le matériel de laboratoire (exemple : microtube est utilisé à la place d'Eppendorf®, film étirable au lieu de Parafilm®,...), cependant cette année, les deux types d'appellation étaient utilisés. Dans certains sujets, les candidats devaient utiliser des tubes à

hémolyse qui sont des petits tubes en verre ou plastique d'un contenant de 6-7 mL environ, certains ne semblaient pas connaître cette verrerie classiquement utilisée en laboratoire.

Les protocoles de dosages biochimiques sont souvent résumés dans des tableaux dont les étapes chronologiques sont indiquées dans l'ordre des lignes dudit tableau. Les candidats doivent être familiarisés à ce type de présentation et les lire dans leur intégralité avant de commencer la manipulation. Cela leur permettra d'anticiper l'utilisation d'un chronomètre ou la réalisation de plusieurs tubes simultanément

Côté pratique on peut donner aux futurs candidats quelques conseils :

- Laisser les cuves de spectrophotomètres dans le portoir dans lesquelles elles se trouvent afin d'éviter de les renverser sur la paillasse.
- Prendre l'habitude d'identifier cuves et tubes : utile si le candidat souhaite refaire des mesures.
- Savoir homogénéiser une cuve de spectrophotomètre : (après avoir apposé un carré de film étirable pour fermer la cuve, l'homogénéiser par retournement en la tenant entre le pouce et l'index. A noter qu'il est inutile de retirer le film une fois apposé sauf si celui peut gêner le passage du faisceau du spectrophotomètre).
- Ne pas hésiter à solliciter les jurys en cas de doute sur du matériel ou des solutions. Cela n'est pas pénalisé si cela reste ponctuel et peut éviter des pertes de temps inutiles.
- Essayer de ranger au fur et à mesure leur paillasse.

Ces épreuves, ainsi conçues, ont permis de faire ressortir les candidats organisés, appliqués et dotés de logique et de bon sens, qualités essentielles lors de travaux pratiques, ce qui a donné satisfaction au jury.

Quelques erreurs remarquables sont à noter lors de cette session :

- L'homogénéisation du tube de milieu stérile (au lieu du tube de suspensions de levures)
- La tentative d'introduction d'un tube à hémolyse dans le support cuve du spectrophotomètre
- Le pipetage directement dans une pissette alors qu'un tube est prévu et à disposition pour la manipulation (la liste du matériels et réactifs à disposition est explicitement décrite dans le sujet).

Le jury a apprécié le sens pratique et l'organisation de quelques excellents candidats. Il a toutefois été noté cette année, un grand nombre de candidat qui semblaient prendre leur temps sur des parties de sujet qui ne le justifiaient pas.

Commentaires spécifiques à l'épreuve de travaux pratiques de chimie.

Le jury fonctionne en binômes : chaque membre suit la moitié des candidats pendant une heure puis les examinateurs échangent leur rôle. Les candidats bénéficient ainsi d'une double évaluation. Cette épreuve est particulièrement interactive car les examinateurs discutent à de nombreuses reprises avec le candidat. Ces échanges ont pour but de permettre au candidat de montrer ses connaissances en chimie : il ne s'agit alors pas de stresser le candidat, mais au contraire de valoriser ses connaissances et de faire en sorte qu'il puisse donner le meilleur de lui-même. Cela peut également parfois être l'occasion de rectifier certains montages ou de corriger certaines erreurs.

Le jury tient à laisser une large part d'initiative dans le choix et la réalisation des protocoles proposés par le candidat et discutés : en effet, souvent, plusieurs protocoles peuvent être envisagés et le jury invite fortement les candidats à faire des propositions, même si ces dernières ne sont pas

forcément réalisables dans le temps imparti, ou avec les moyens mis à disposition. Le jury discute avec les candidats tout au long de l'épreuve afin de valoriser leurs idées. À l'issue de chaque discussion, les candidats mettent en œuvre un protocole permettant d'aboutir à la résolution du problème.

Au moyen de ce rapport, le jury souhaite aider les futurs candidats à préparer cette épreuve pratique. Certains points ont déjà été signalés dans les rapports des années précédentes : les futurs candidats sont donc invités à en prendre connaissance.

Le jury tient à insister sur quelques points particuliers cette année :

Avant le début des deux heures d'épreuve, les membres du jury donnent quelques consignes générales sur l'organisation du laboratoire, sur le tri des déchets mais également quelques conseils aux candidats quant à **l'organisation du temps d'épreuve**. Le jury rappelle notamment qu'il s'agit d'une épreuve d'évaluation pratique et que les parties sont en général indépendantes (ce point est rappelé dans les sujets, à l'intérieur des différentes parties) ; malgré ces recommandations, le jury regrette fortement que certains candidats n'aient pas su gérer leur temps. Ainsi il est profitable d'utiliser un temps d'agitation, de reflux ou encore d'éluion de CCM mis en œuvre dans une partie, pour réfléchir au protocole à concevoir dans une autre partie.

L'organisation de la pailasse est souvent mal gérée : les paillasses mises à disposition des candidats comprennent de la verrerie et du matériel. Il leur est vivement conseillé (ce point est rappelé lors des consignes introductives) de réorganiser les éléments qui sont présents sur leur pailasse en fonction des expériences mises en œuvre, afin de manipuler de façon plus aisée et d'éviter également de casser de la verrerie. Il est à noter que toute la verrerie à disposition n'est pas forcément à utiliser.

Le **prélèvement** reste de façon général problématique car peu de candidats réfléchissent au préalable aux rôles des différents composés, notamment lors des synthèses et lors des dosages. Ainsi certains candidats utilisent une pipette jaugée pour prélever un volume de solvant (quitte à utiliser plusieurs fois la même pipette pour rassembler le volume nécessaire) et une éprouvette graduée pour prélever les réactifs limitants. Certains candidats préfèrent prélever des réactifs liquides par pesée plutôt que par pipetage afin d'être plus précis. Cette démarche est tout à fait envisageable, cependant il faut dans ce cas penser à rincer le contenant avec le solvant afin de transférer le réactif prélevé de façon quantitative ou peser directement dans le ballon utilisé. Beaucoup d'étudiants ont une mauvaise utilisation de la pipette jaugée et ne savent pas l'utiliser.

L'utilisation des balances est parfois mal effectuée : un certain nombre de candidats oublie de fermer les portes des balances de précision pour effectuer une tare ou une pesée. Par ailleurs, les balances restent trop souvent souillées après utilisation (de même que les bancs Köfler). On peut rappeler qu'il ne faut pas laver le banc avec de l'éthanol après l'étalonnage.

En **chimie organique**, le jury a constaté des difficultés importantes pour la mise en place de montage tel le montage à reflux. Ainsi, l'agencement de ce type de montage prend souvent beaucoup de temps et certains candidats ne savent pas utiliser les pinces à bon escient (ballon non attaché). D'autres sont mal organisés et, après avoir passé plusieurs minutes à élaborer leur montage, le défont complètement pour y introduire les réactifs. Le choix des barreaux plats ou des olives est souvent fait au hasard. Le jury a été surpris de constater que de nombreux candidats comptent la durée du reflux à partir du moment où le système de chauffage est mis en marche et non pas lorsque le milieu réactionnel est effective.

Lors de décantations, une part non-négligeable des candidats est en difficulté pour identifier la position des phases aqueuse et organique. Pour les filtrations sous vide, peu de candidats ont l'initiative d'attacher la fiole à vide même s'ils constatent qu'elle est instable. La technique du

lavage d'un solide sur Büchner ou fritté est maîtrisée par très peu de candidats. On rappelle qu'il faut arrêter la dépression avant d'ajouter le solvant de lavage puis triturer le solide afin d'assurer un contact optimal entre le solide et le solvant de lavage (de préférence refroidi).

La technique de **CCM** est mal maîtrisée par certains candidats. En particulier, beaucoup ne pensent pas à préparer la cuve à élution à l'avance, afin qu'elle soit saturée en vapeurs d'éluant. Parmi les candidats qui pensent à le faire, très peu sont capables d'expliquer pourquoi ils prennent cette précaution. Peu savent également pourquoi un papier filtre se trouve dans la cuve. De nombreux candidats, après avoir introduit la plaque CCM pour migration, déplacent par ailleurs la cuve en cours d'élution. On indique que les espèces solides doivent être dissoutes dans un solvant adéquat au préalable (de préférence l'éluant utilisé) avant la migration. Le dépôt d'échantillons liquides purs conduit généralement à l'observation de larges taches, ce qui rend difficile l'interprétation : une dilution dans l'éluant (ou sinon un solvant volatil) de ce type d'échantillons est donc recommandée. Bien que la majorité des candidats interprètent de façon correcte leur chromatogramme, les principes physiques impliqués dans cette technique restent mal compris (de nombreux candidats emploient les termes généraux d'« affinité » ou de liaison électrostatique pour rendre compte de la vitesse de migration des composés déposés sans être capable d'explicitier la signification de ces termes et sans avoir réfléchi aux interactions mises en jeu).

L'utilisation des bancs Köfler est assez inégale selon les candidats. En particulier, on rappelle que le solide déposé sur le banc ne doit pas être déplacé avec le curseur rabattable.

En ce qui concerne **les dosages**, l'utilisation des burettes reste mal maîtrisée ; notamment de nombreux candidats ne s'aperçoivent pas de la présence de bulles au niveau du robinet. Certains pensent à rincer la burette, mais le font en général avec de l'eau et non pas avec la solution titrante. Peu de candidats pensent à rincer les électrodes après les avoir plongé dans une solution, avant de les plonger dans une autre. Très peu de candidats savent correctement prédire l'allure générale d'une courbe de dosage simple en pH-métrie notamment. Lors de titrage d'acide faible, une majorité confond la valeur du pH à l'équivalence avec le pKa du couple impliqué. Peu de candidats tracent directement leur courbe et surtout l'exploitent correctement. Les volumes équivalents sont en général évalués « à l'œil ». La détermination de la concentration ou de la constante thermodynamique est rarement faite, et lorsqu'elle l'est, elle n'est que très rarement commentée. Le jury tient à rappeler que mener à terme l'expérience (même si la détermination de valeurs peut être entachée d'erreurs) est toujours fortement valorisée.

Les électrodes usuelles sont en général plutôt bien reconnues. Néanmoins, de nombreux candidats semblent méconnaître le principe de fonctionnement d'un conductimètre qu'ils assimilent souvent à une méthode potentiométrique.

Pour **l'utilisation des gants**, il est regrettable de voir que certains candidats ne portent pas de gants lorsque c'est nécessaire, alors que d'autres (une majorité) les portent en continu, y compris pour écrire, alors même que leurs gants sont souillés. De plus, les gants sont à proscrire à proximité d'une source chaude comme un banc Köfler.

En dépit de toutes ces remarques, quelques candidats ont réussi à montrer une excellente maîtrise des techniques classiques de chimie alliée à une maturité scientifique d'un très bon niveau et le jury tient à les féliciter. Plus généralement, le jury tient à féliciter également tous les candidats qui ont su par leur dynamisme, leur implication, leur réflexion et leur technique mener à bien la résolution correcte des problématiques posées : **les candidats qui ont su s'investir dans les manipulations, qui les ont exploitées tout en manipulant correctement se sont vu attribuer de très bonnes évaluations.**