

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ORALE DE BIOLOGIE — ENS ULM

Durée : 1h

Coefficients (et pourcentage du total d'admission) :

- Option biologie — 25 (17.6%)
- Option sciences de la Terre — 17 (12.0%)

Jury : A. Lebreton

74 candidat-e-s se sont présenté-e-s à l'épreuve orale de biologie. La moyenne des notes est de 11,9 et l'écart-type de 4,4. Certain-e-s candidat-e-s ont fait preuve à l'oral de qualités de synthèse remarquables, d'un recul, d'une capacité de réflexion et d'une réactivité exceptionnels lors de la discussion. Les notes s'échelonnent selon la qualité de l'oral, parfois moins bien réussi. La plupart des commentaires qui suivent ont été évoqués par le passé.

L'épreuve, d'une heure, est composée de deux parties. Dans un premier temps, les candidat-e-s préparent au tableau pendant 15 minutes un sujet tiré au sort, puis l'exposent pendant 10 min. Cette présentation sert ensuite de point de départ à une discussion d'une trentaine de minutes.

Le jury n'attend pas une simple restitution des connaissances mais a le souci constant d'évaluer la façon dont les candidat-e-s maîtrisent les concepts clefs, intègrent les processus biologiques à différentes échelles, et mettent en œuvre leurs acquis autour de problématiques fondamentales comme l'évolution, les relations phénotypes-génotypes, les relations structures-fonctions, les écosystèmes. La capacité à comprendre voire à proposer une démarche expérimentale permettant de tester une hypothèse de recherche (en s'appuyant sur les expériences historiques et méthodes classiques vues en cours), ainsi qu'à analyser de façon critique un résultat, est également appréciée.

L'interrogation se veut aussi détendue que possible. L'objectif n'est en effet pas de sélectionner des candidat-e-s résistant-e-s au stress mais de donner à chacun-e la possibilité de démontrer ses qualités.

L'EXPOSÉ

Cette première partie vise notamment à évaluer :

- Le niveau et la rigueur des connaissances des candidat-e-s. Les seules connaissances attendues sont celles du programme.
- Les qualités de réflexion, de synthèse et d'analyse. Les sujets proposés sont parfois très vastes et nécessitent un effort de synthèse afin d'être couverts au mieux. Les candidat-e-s sont alors libres de couvrir l'intégralité du sujet avec le même niveau de détail, ou au contraire de s'attarder sur certains aspects particulièrement intéressants ou exemplaires, quitte à ne faire qu'évoquer certains autres. Toutes les stratégies sont acceptables, dès lors qu'elles sont explicitées (en général, dans l'introduction). Certains candidats ayant opté pour un traitement audacieux, particulièrement original, d'un sujet ont ainsi tiré leur épingle du jeu aussi bien que d'autres ayant opté pour des plans à la solidité éprouvée.
- Le degré de compréhension des problématiques biologiques soulevées par le sujet. À ce titre, l'introduction et la conclusion jouent un rôle clé dans la construction du reste de l'exposé (voir plus bas).
- La pédagogie et la qualité de la restitution des connaissances. Ceci implique notamment une clarté du discours et du tableau, une bonne organisation des idées et des efforts d'explications.

Certains sujets semblent classiques alors que d'autres paraissent plus originaux ; quelques sujets très vastes réclament un gros effort de synthèse. Le jury n'a bien sûr pas les mêmes attentes pour tous les types de sujets, et les différences dans la nature du sujet sont prises en compte dans l'évaluation. Néanmoins, les candidat-e-s doivent être conscients qu'un sujet « de cours » ne sera bien noté que s'il est remis dans un contexte biologique pertinent et articulé autour des problématiques définies ci-dessus. Quelques performances magistrales ont été remarquées aussi bien sur un type de sujet qu'un autre, confirmant que chacun de ces formats offre des possibilités de briller.

Un certain nombre de points constituent des difficultés au cours de cette première partie :

- *L'introduction et la conclusion.* Si beaucoup de candidat-e-s paraphrasent le sujet tourné sous forme de question en quelques phrases de préambule, celles et ceux qui définissent les termes du sujet pour en poser les limites et déqager une problématique qui met en lumière les questions biologiques pertinentes en rapport avec ce sujet se démarquent. C'est un point clé qui conditionne le reste de l'exposé puisqu'il permet

de justifier l'angle qui sera pris. De même, la conclusion permet démontrer la compréhension de la place du sujet en biologie, et ne devrait pas se limiter à un résumé de ce qui a été dit pendant l'exposé.

— Une conséquence des défauts d'introduction ou d'analyse fine des intitulés se remarque ponctuellement par un manque d'adéquation entre le sujet posé et son traitement. La formulation de certains sujets devenus classiques peut changer d'une année sur l'autre, ce qui réoriente éventuellement la problématique à traiter. Quelques candidat-e-s tombent malheureusement dans le piège de ne pas prendre en compte la spécificité du nouveau sujet et récitent — parfois parfaitement — le cours mais passent à côté du caractère démonstratif de leur exposé. Plus ennuyant, quelques rares hors sujets sont à déplorer, par confusion entre deux notions du programme.

— Si un nombre croissant d'exposés s'appuie sur une illustration de qualité, certain-e-s candidat-e-s ont encore tendance à réciter leur cours ou à répondre à une question sans prendre la peine de proposer un schéma. L'intérêt du schéma est qu'il permet de s'assurer que les notions sont comprises et souvent de servir de point de départ à une discussion. Penser à orienter les membranes devrait être un réflexe pour éviter toute faille de raisonnement ultérieure. À plusieurs occasions, lors de la restitution d'expériences classiques, s'appuyer sur un schéma de principe aurait permis d'éviter des erreurs conceptuelles.

— Afin de structurer leur exposé, beaucoup de candidat-e-s choisissent d'en indiquer le plan au tableau. Il est souvent judicieux de privilégier les grandes parties, assorties d'une illustration pertinente et bien légendée, sans perdre trop de temps dans le choix des titres des sous-parties. La structuration de l'exposé oral par un fil directeur clair est valorisée. Quelques présentations échouent malheureusement à cet exercice de construction d'un raisonnement, en se contentant de juxtaposer des connaissances sur le sujet sans lien logique apparent entre elles. Les sujets de « propriétés biologiques » ou de relations structure-fonction, en particulier, sont parfois traités sous une forme de catalogue qui permet mal de mettre en regard l'adéquation entre propriétés moléculaires ou structurales, contraintes et adaptations.

— Dans les titres, le jury a relevé non seulement quelques fautes d'orthographe, mais aussi l'usage d'abréviations (comme « PΣ » pour photosynthèse, ou SNC pour système nerveux central) propres aux notes de cours, qu'il convient d'éviter lors de l'épreuve.

— Peu de candidat-e-s font appel à des approches expérimentales pour assoir leur démonstration. Certes, tous les sujets ne s'y prêtent pas, mais il convient de ne pas oublier que la biologie est une science expérimentale. Ceci implique bien sûr que les candidat-e-s aient bien compris les expériences qu'ils présentent, les conclusions que l'on peut en tirer, leurs limites, et idéalement qu'ils/elles aient une idée de la façon dont on les réalise lorsqu'on les interroge sur le sujet (voir plus bas).

— *La précision du discours.* Les mots ont un sens précis, l'emploi d'un mot pour un autre est rarement équivalent en science. Dire que « les gènes morcelés permettent une expression particulière » est au moins imprécis ; dire que « Les protéines sont transcrites puis traduites » ou qu'« un ADN est exprimé » n'a pas de sens ; dire qu'au cours des premières divisions de l'embryon, il n'y a que « transcription des ARNm de la mère » est une erreur conceptuelle. Beaucoup de candidat-e-s utilisent le terme « particulier » à la place de « spécifique » ; ou l'expression « plus ou moins » à la place de « contrôlés » (« La transcription est plus ou moins forte »). Des titres comme « Les sucres sont des molécules de nature chimique variée » ou « Certains domaines protéiques sont indispensables à la fonction » sont trop généraux pour être informatifs. Il est crucial d'employer le vocabulaire adéquat ; par exemple, ne pas confondre « chromatine » et « chromatide » ; « électron » et « photon », « tête » et « coiffe » ; « induction » et « initialisation » ; « nitrogénase » et « nitrate réductase » (voire « nitrate oxygénase » !) ; « amylase » et « amylose » ; « paroi pectocellulosique » et « peptidoglycane » ; ne pas désigner les archées méthanogènes sous le terme de « bactéries » ; ne pas assimiler tous les unicellulaires à des procaryotes ; ne pas parler du « noyau » des bactéries pour désigner leur matériel génétique ; ne pas désigner le génome des plastes sous le terme de « plasmides ». Sous l'effet du stress de l'interrogation, plusieurs candidats semblent perdre leur lucidité sur des concepts pourtant maîtrisés, parlant alors de « réplication » au lieu de « transcription », faisant produire du dioxygène à une chaîne respiratoire ou du « FADPH » à une chaîne photosynthétique, ou confondant « dihydrogène » et « dioxygène ». D'autres confusions plus embarrassantes (« crossover mitotique ») sont en revanche difficilement imputables au seul effet de l'anxiété. Un trop grand nombre de candidats semble éprouver des difficultés à poser un nom sur les phénomènes qu'ils décrivent ou les concepts en jeu (conjugaison, transformation, karyotype, centromère, plasmolyse, etc.). Enfin, lorsqu'on emploie un acronyme comme « PAGE » ou « CMH » il convient de s'assurer d'en connaître le sens.

— Il est parfois surprenant que quelques attendus clés ne figurent pas dans le traitement de certains sujets ; par exemple, il est difficile de traiter un sujet sur l'activité enzymatique sans parler de site actif ni de catalyse, sur l'évolution des fonctions biologiques sans employer le terme de « gène », ou sur les contrôles physiologiques sans poser une définition de l'homéostasie ni un schéma de principe du contrôle d'un paramètre régulé.

— Si le fait de connaître un certain niveau de détail est bienvenu, le candidat ne doit pas perdre de vue que l'épreuve ne se jouera pas seulement sur ceci, donc qu'il est parfois contreproductif de réciter à haute vitesse ces détails. Il est souvent plus pertinent de privilégier la qualité de la réflexion sur la quantité d'information ; de dégager, tranquillement, le concept et de l'illustrer d'un exemple bien choisi. Ce point est d'autant plus sanctionné lorsque la débauche de connaissances s'attarde en limite de sujet et se fait donc au détriment de la réponse précise à la question posée par le jury.

— Pour les sujets se prêtant à une discussion des relations structure-fonction, les candidat-e-s séparent trop souvent les composantes descriptives et les mises en relation fonctionnelles de leur exposé (voire ne traitent

que l'un des deux aspects), ce qui nuit à l'efficacité de leur démonstration.

— De même, dans les sujets mettant en regard deux stratégies de réalisation d'une même fonction, trop de candidat·e·s ne pensent qu'à pointer les similitudes en négligeant de s'interroger sur les divergences ; cette lacune est particulièrement regrettable lorsque ces divergences traduisent l'adaptation au milieu.

— Dans les sujets portant sur le fonctionnement des écosystèmes comme sur l'adaptation au milieu, les aspects concernant la vie de relation sont trop souvent oubliés.

— *La gestion du temps.* Quelques rares candidat·e·s se laissent prendre de court lors de la préparation de quinze minutes, mais la plupart parviennent à structurer leur exposé et leur tableau dans ce laps de temps. En revanche, la gestion du temps dédié à la présentation est plus délicate : certains peinent à enrober suffisamment le matériel préparé pour dépasser six minutes ; d'autres en revanche se perdent dans une profusion de détails, illustrant leur savoir au-delà du temps imparti, au détriment de l'esprit de synthèse et de la mise en avant de points clefs.

LA DISCUSSION

L'exposé est suivi d'une discussion d'une trentaine de minutes. Les premières questions portent en général directement sur le sujet traité. Elles sont l'occasion de revenir sur des erreurs, des imprécisions, des omissions ou des lapsus supposés. Elles visent également à approfondir quelques points, afin de tester l'étendue et la solidité des connaissances. Les questions s'éloignent ensuite du sujet de départ et portent sur des points très variés. Il s'agit donc d'être prêt à mobiliser ses connaissances et son esprit d'analyse. Une partie de la discussion vise également à tester l'imagination et la curiosité du candidat face à un problème biologique.

Cette séance de questions a notamment pour objectif d'évaluer :

— *L'étendue et la solidité des connaissances.* Comme pour l'exposé, le jury n'attend que les connaissances du programme. Des connaissances hors programme sont appréciées si elles sont maîtrisées, mais ce ne sont pas des attendus et elles ne pourront être valorisées que si les connaissances au programme sont déjà assimilées.

— *Le degré d'assimilation des connaissances.* Certain·e·s candidat·e·s ont beaucoup de recul et maîtrisent les concepts sous-tendant les phénomènes qu'ils/elles expliquent quand d'autres ne pourront aller au-delà de la description de faits.

— *La capacité d'analyse et de réflexion.* Le jury propose à chaque candidat·e· de réfléchir à des problèmes biologiques plus ou moins reliés à des aspects du programme. Il ne s'agit bien évidemment pas de tester les connaissances. Cette séquence cherche à stimuler l'imagination, l'enthousiasme et la capacité des candidat·e·s à proposer des approches expérimentales cohérentes et rigoureuses. Il faut ici saluer la pertinence exceptionnelle de certaines des propositions. Le jury a également apprécié que certain·e·s candidat·e·s intègrent spontanément une brève réflexion sur la dimension éthique de leur idée, lorsque le cas s'y prêtait,

— *La culture générale scientifique* et l'intérêt du candidat pour les avancées de la biologie.

La capacité à préserver, tout au long de cette partie, concentration et esprit critique sont des atouts. Il a été apprécié, lorsqu'une formule est demandée, que les candidat·e·s s'assurent de son homogénéité plutôt que de faire trop confiance à leur mémoire.

Un relâchement de la vigilance de certain·e·s candidat·e·s s'accompagne parfois à ce stade de confusions dommageables (« pour révéler un Southern Blot, on procède à une autoradiographie que l'on peut observer au microscope électronique à transmission » ; « le code génétique diffère entre eucaryotes et procaryotes : chez les bactéries et les plastes, le codon initiateur permet l'incorporation d'une sélénocystéine » ; confusions entre protéines G et kinases, etc.). Il importe de rester concentré jusqu'au bout sans se laisser déstabiliser par les questions du jury, malgré leur rythme soutenu.

Comme lors de l'exposé et comme évoqué par le passé, quelques problèmes récurrents méritent d'être signalés :

— Il est systématiquement demandé aux candidat·e·s de proposer des expériences vues en cours ou moins conventionnelles. Certain·e·s candidat·e·s proposent des expériences avec spontanéité et beaucoup d'imagination ; quelques candidat·e·s oublient de proposer des expériences contrôles et de définir les limites de l'interprétation.

— Une très grande hétérogénéité a été notée dans la maîtrise des expériences clefs, aussi bien pour la restitution et la compréhension d'expériences historiques classiques que pour les approches expérimentales de routine. Le jury a de nouveau été surpris de constater que le western blot est souvent confondu avec le SDS-PAGE, de même que les méthodes d'étude des protéines avec celles de l'ADN. Un grand nombre de candidat·e·s n'ont qu'une compréhension très superficielle de la mise en évidence de la transformation bactérienne par Griffith ou de la répllication semi-conservative de l'ADN, sont incapables d'expliquer efficacement le principe de la PCR, n'ont pas compris ce que sont les puces à ADN, ou supposent que le séquençage de Sanger est initié à une origine de répllication par des primases, avant que les brins soient séparés par électrophorèse dénaturante en présence de SDS, pour être révélés par Southern blot ou à l'aide d'anticorps. D'une façon générale, la plupart des candidat·e·s semblent convaincus que les amorces

utilisées en PCR ou séquençage sont constituées d'ARN. Dans quelques cas, un-e candidat-e a essayé de compenser une lacune en inventant la méthode ignorée ; si l'imagination peut être valorisée pour proposer des approches afin d'aborder un problème ouvert, ce n'est pas un attendu pour la restitution des méthodologies de base. Les colorants utilisés en travaux pratique pour mettre en évidence la cellulose ou l'amidon sont connus ; en revanche, l'utilisation des intercalants de l'ADN comme le bromure d'ethidium, ou du bleu de Coomassie pour la coloration des protéines, n'est pas maîtrisée, et plusieurs candidat-e-s pensent que l'ion métallique donnant un précipité rouge dans la liqueur de Fehling est ferrique.

— L'imprécision méthodologique se constate aussi dans le discours (« après le gel, on révèle sur un filtre de nitroglucose » ; « on peut séquencer l'ADN génomique par la méthode d'Edman et Soulgier »).

— L'approfondissement de certains exposés ayant montré une bonne intégration des concepts biologiques révèle parfois un manque de compréhension précise des mécanismes biologiques sous-jacents, en particulier du point de vue moléculaire. À titre d'exemples, les substrats et produits du système GS-GOGAT sont très fréquemment inversés ; une grande proportion de candidat-e-s peine à nommer et ordonner les composés en C4 chez les plantes qui bénéficient de cette adaptation ; plusieurs candidat-e-s mentionnent l'endosymbiose parmi les mécanismes (attendu : processus moléculaires) de transferts horizontaux de gènes.

— Certains étudiants mentionnent par ailleurs des concepts tels que la « vigueur hybride », mais se retrouvent par la suite à la peine pour proposer des hypothèses explicatives pour la perte de vigueur qui peut être observée lors de la sélection variétale, ou pour proposer des exemples concrets.

— Les ordres de grandeur en biologie sont maîtrisés de manière inégale. Si l'épaisseur moyenne d'une membrane ou le diamètre d'une fibre d'ADN font partie des acquis, la plupart des candidat-e-s n'ont pas de notion de la masse moléculaire des monomères constituant les molécules séquencées. Ils s'avèrent en revanche souvent capables d'en donner une valeur approximative à partir des formules chimiques qu'ils connaissent, et (aux erreurs de conversion près) de les mettre en œuvre pour estimer l'ordre de grandeur des masses moléculaires des polymères.

— Certain-e-s candidat-e-s maîtrisant parfaitement leur cours rencontrent parfois des difficultés désarmantes pour le transposer au monde qui les entoure. Ainsi, le jury ne s'attendait pas à ce que les candidats qui mentionnent l'existence de génomes à ARN chez certains virus soient mis en difficulté pour en citer un exemple comme le VIH ou le SARS-CoV-2.

En conclusion, l'oral de biologie est un exercice délicat qui demande de faire preuve de créativité tout en restant rigoureux. Il demande également de maîtriser un réseau de connaissances vastes mais précises et d'avoir une vision synthétique des phénomènes biologiques.