

---

## RAPPORT DE L'ÉPREUVE ORALE DE BIOTECHNOLOGIES

### A propos des candidats

Depuis 7 ans que nous occupons cette place de jury, nous avons le sentiment que le niveau des candidats a progressé et qu'il atteint désormais une forme de maturité, se stabilisant sur un bon niveau. Si nous n'avons pas rencontré cette année les 2-3 candidats exceptionnellement brillants – au point parfois de presque se les imaginer comme collègues – des autres années, nous n'avons pas non plus rencontré de candidat indécent : le filtre des écrits fonctionne parfaitement. Et les candidats 2019 ont presque tous fait preuve d'un niveau à minima honnête, souvent bon, et même régulièrement très bon.

Les Écoles nous demandent, et c'est normal, de classer de manière la plus discriminante possible les candidats ; dans notre discipline, l'exercice est difficile car étant probablement la discipline « de cœur » des élèves de TB, tous y ont certainement fait preuve d'un investissement important tout au long de leur formation, et l'écart-type de notre épreuve est donc resserré. Nous avons donc décidé de durcir un peu notre évaluation, notamment de sanctionner un peu plus les étudiants qui ressortent leur cours sans se préoccuper du sujet : comme dit dans les rapports les années passées, s'agissant d'un recrutement d'écoles d'ingénieurs et vétérinaires, il nous semble important de participer à détecter les futurs professionnels capables de réinvestir leurs connaissances face à une situation inédite. La moyenne a donc logiquement baissé : il ne faut pas en déduire que le cru 2019 est moins bon que les précédents. Quatre-vingt pour cents des candidats ont plus de 12/20, et la moitié 14/20 ou plus : les élèves de TB continuent d'être très bons en biotechnologies.

Tous les candidats, sans exception, s'expriment clairement, développent un raisonnement construit sur le sujet proposé, en faisant un effort de didactique dans leurs exposés, qui sont plaisants à écouter. Aucun ne refuse de livrer les efforts nécessaires et attendus ; dans l'entretien ils font généralement preuve d'attention et d'esprit combatif. L'immense majorité dispose d'un *corpus* scientifique et théorique conséquent, de connaissances technologiques – analytiques et industrielles – réelles, et développent donc une dialectique solide : on sent poindre chez beaucoup d'entre eux le futur professionnel compétent et efficace.

Les Écoles trouveront là un solide réservoir d'excellence qui assurera un recrutement de qualité.

### A propos du jury et de l'épreuve

Notre jury continue de suivre le format d'épreuve proposé antérieurement, qui nous semble pleinement remplir les objectifs d'une évaluation visant au recrutement d'élèves ingénieurs et vétérinaires, c'est-à-dire des têtes bien remplies *mais aussi* bien construites, capable d'utiliser un large champs de connaissances pour les réinvestir sur des situations nouvelles ou alternatives.

A destination des futurs candidats, nous rappelons ici le format de l'épreuve : le candidat tire au sort un sujet : titre ou question toujours accompagné d'un commentaire plus ou moins détaillé, et illustré de quelques annexes variables (dessin, schéma, photo, résultats expérimentaux, description, procédure opératoire, etc.). Le candidat dispose de trente minutes de préparation sur brouillon et tableau, afin de présenter sur ce même tableau un exposé en dix minutes environ (quinze maximum), suivi d'un entretien sur le temps complémentaire, le tout s'inscrivant donc dans la durée requise d'environ trente minutes *interludes* compris. Au cours de l'entretien, le jury reparaît le sujet et l'exposé, posant un certain

---

## RAPPORT DE L'ÉPREUVE ORALE DE BIOTECHNOLOGIES

nombre de questions pour repréciser un point, corriger une erreur ou compléter une omission, et approfondir les différents éléments abordés. L'entretien explore aussi systématiquement quelques autres points du programme, questions technologiques (dispositif, limite expérimentale, application industrielle, aspects quantitatifs, hygiène et sécurité, validation et témoins, etc.). En fin d'exposé, le jury part souvent explorer des points du programme très différents les uns des autres, dans un balayage rapide que les candidats gèrent globalement très bien.

Nos sujets sont depuis l'origine de nature très variable : sujets classiques presque de cours, ou à l'inverse sujets très intégratifs voire audacieux (relire le rapport 2017 sur ce sujet), en apparence donc de difficulté très inégale. En réalité, le jury est parfaitement conscient de cette iniquité de contenu, et ses exigences sont *de facto* toujours adaptées ; l'entretien complémentaire permet de rééquilibrer la séance : approfondissement poussé et large panorama du programme pour les sujets faciles, accompagnement didactique point par point pour les sujets plus difficiles. Par ailleurs, le « *mojo* » de notre discipline biotechnologique repose sur les applications (procédés industriels, méthodes d'analyse, innovation technique) qui en font tout le sel et l'intérêt, et constituent pour les Écoles la vraie plus-value de l'approche technologique de nos enseignements, et du profil de nos élèves. Les sujets qui dépassent le cadre d'une restitution théorique pour réinvestir ces connaissances sur une situation ambitieuse et inédite, concrète, sont donc selon nous une excellente opportunité de tester et mettre en valeur les élèves issus de TB.

En effet, comme dit plus haut et les années passées, nous travaillons à satisfaire le recrutement d'écoles d'ingénieurs et vétérinaires ; or il nous semble qu'un ingénieur comme un vétérinaire doit être capable de réinvestir les connaissances scientifiques et technologiques qui sont les siennes sur des situations inédites, et de s'y adapter. Nos sujets sont donc régulièrement atypiques voire audacieux (innovants, portant sur des sujets encore au stade du développement), souvent intégratifs, parfois même transgressifs, pour tester ces capacités chez les candidats, mais aussi pour éviter le biais introduit par l'excellent travail des collègues de classe préparatoire (« Le modèle de Michaelis » donnant lieu à une récitation du cours fait en classe, ces sujets classiques sont moins intéressants pour évaluer les candidats et nous ne voudrions pas classer les professeurs plutôt que les candidats). Pour autant, nous sommes parfaitement conscients des limites du programme et nous nous y tenons strictement en matière d'évaluation : nous n'attendons pas que « le rumen » ou « la réaction malolactique » soient connus d'avance, mais simplement que les candidats puissent utiliser ce qu'on leur propose pour le comparer à ce qu'ils connaissent déjà – c'est l'utilisation et la discussion des connaissances qui nous intéressent.

La durée de l'exposé n'est pas *en soi* un élément rédhibitoire et ne fait pas partie de l'évaluation en tant que telle – même s'il est évident qu'un exposé de 3 minutes sera plus pauvre et souvent moins pertinent *a priori* qu'un exposé de 12 minutes, donc *in fine* moins favorable. Nous n'avons donc pas de grille « durée / points », mais un candidat a tout de même intérêt à chercher à remplir le sujet ; à titre indicatif, la majorité des candidats développent autour de 7-10 minutes. Concernant la structuration : le classique plan en deux ou trois parties est certes une valeur sûre compte-tenu du peu de temps disponible pour préparer, mais il n'est pas imposé et d'autres approches type carte mentale ont déjà fonctionné. Nos sujets « transgressifs » proposent toujours un plan « qui marche » : les candidats un peu en difficulté ont donc intérêt à le suivre ; en revanche il n'est pas interdit de s'en détacher non plus, et quelques bons candidats l'ont fait de manière fort heureuse parfois.

---

## RAPPORT DE L'ÉPREUVE ORALE DE BIOTECHNOLOGIES

Après l'exposé, vient l'entretien. Les sujets difficiles sont reparcourus pas-à-pas afin de compléter ce qui n'a pas été perçu ou traité de manière erronée, éventuellement en guidant d'une petite impulsion ce qui a manqué pour arriver à boucler le raisonnement. Les erreurs possiblement faites en cours d'exposé sont recontrôlées – une erreur corrigée n'est plus une erreur et la démarche qui aboutit à la corriger est alors très intéressante pour évaluer le candidat.

*Primum non nocere* : notre philosophie positive de l'évaluation, que nous sommes fiers d'avoir mise en place depuis 7 ans au sein de ce jury, et que nous souhaiterions léguer un jour à nos successeurs, reste le moteur de notre travail : nous ne sommes pas là pour piéger ou faire chuter le candidat, mais pour donner à chacun l'opportunité et les moyens de montrer ce qu'il/elle sait faire. Il n'y a pas de piège caché dans le sujet ni dans nos questions, dont beaucoup appellent des réponses fort simples. Une erreur ou un trou de mémoire n'est jamais rédhibitoire en lui-même – qui n'en fait pas ? Un certain nombre de questions ouvertes sur des situations inédites sont posées pour sonder la capacité à émettre des hypothèses ou à réinvestir ses connaissances, et la réponse proposée par le candidat importe souvent moins que le raisonnement par lequel il y est parvenu – un candidat qui réfléchit, construit et argumente sa réponse n'est pas moins intéressant qu'un candidat qui la connaît d'avance par cœur. Les candidats peuvent « réfléchir à voix haute », s'emparer du tableau pour retrouver un raisonnement, griffonner au tableau... Enfin, si un candidat a un trou (ça nous arrive aussi !) ou perd pied sur une hésitation, qu'il n'hésite pas à dire sa difficulté. Le programme est vaste, le temps est court : nous préférons repartir sur une autre question que de laisser paniquer le candidat, ce qui n'aurait absolument aucun intérêt.

Les deux jurys (comme les candidats !) ont un style un peu différent dans l'entretien : pourtant l'évaluation reste homogène. Cette année comme toutes les autres, le jury a veillé continuellement à l'harmonisation de l'évaluation : nous redisons que la moyenne spontanée et l'écart-type des deux membres du jury restent toujours très proches. S'agissant d'un concours, cette équité au moins statistique est un souci permanent de notre travail, afin qu'à la subjectivité inhérente à l'exercice ne s'ajoute pas un biais métrologique grossier.

### **Pistes d'amélioration**

Le présent rapport commençait par la satisfaction d'un sentiment de maturité dans le niveau du concours : pourtant nous ne renonçons pas pour autant à cette équipée vers le « encore mieux », entamée depuis 7 ans avec les professeurs de classe préparatoire, et les candidats. Nous proposons ici comme chaque année quelques éléments d'amélioration :

- L'an passé nous parlions du « péché d'orgueil », parfois rencontré, des candidats pratiquant le hors-sujet « bourratif »... certains candidats ont la tête bien remplie, ont été bien préparés, et cherchent absolument à nous le démontrer, « de gré ou de force », dans leur exposé, en multipliant les ouvertures sur toutes les dimensions du programme vaguement en lien avec le sujet. Le plus souvent, cela se fait au détriment de la lecture des figures, et c'est dommage. Il faut impérativement que les étudiants prennent quelques minutes pour lire les figures, les légendes, et se posent la question : « pourquoi le jury a choisi de me proposer cette figure ? » ou bien « comment vais-je pouvoir tirer profit de cette figure dans mon exposé ? ». Les collègues de classe préparatoire doivent faire attention à ne pas « trop bien » accompagner leurs élèves

---

## RAPPORT DE L'ÉPREUVE ORALE DE BIOTECHNOLOGIES

dans la préparation : c'est une discipline technologique, scientifique, et nous voulons voir leur capacité à analyser, réfléchir, réinvestir, au moins autant qu'à restituer un « plan préparé / filet de sécurité » bien appris ; donner des plans « tout prêts » à apprendre par cœur peut se révéler contre-productif...

- Nous annonçons depuis plusieurs années l'importance d'apprendre par cœur un nombre limité de connaissances clés, « supports ». Oui, par cœur (voir rapport 2018 pour justification). Depuis deux ans, nous posons systématiquement des questions de ce type à chaque candidat : liaison peptidique, (désoxy) ribose, pyruvate et fermentations, etc. Ça progresse sensiblement, et nous nous en réjouissons. On n'y est pour autant pas encore tout-à-fait : cette exigence des préparateurs et cet effort des candidats ne doivent pas être relâchés. Trop de candidats se noient encore en face des 3 carbones du pyruvate.
- Un des points trop souvent obscurs que nous signalions aussi depuis plusieurs années portait sur les photosynthèses microbiennes : l'an passé nous avons tourné nos projecteurs sur le thème, et augmenté le nombre de sujets correspondants, et nous l'avions souligné dans notre rapport. Là aussi, ça progresse : on peut enfin au moins en discuter avec la majorité des candidats, et même avec quelques-uns explorer la richesse de la microbiologie sur le sujet. Là aussi l'effort doit être poursuivi : le modèle « plante / cyanobactéries » doit être maîtrisé autant que la chaîne respiratoire, et les photosynthèses microbiennes alternatives doivent au moins être perçues dans leurs grandes lignes (circulation des électrons cyclique ou non, pouvoir réducteur corrélé, etc.).
- Sur ce même thème, les potentiels redox bornant la chaîne respiratoire et la chaîne photosynthétique doivent être connus pour qu'on puisse en discuter : sens spontané, rôle de la lumière, pile biologique, sont des sujets qui nécessitent cet effort. C'est encore trop aléatoire pour être satisfaisant.
- Depuis l'origine nous nous plaignions du dégoût qu'inspirait Scatchard : là aussi, ça progresse ! Nous n'observons plus le mouvement de recul systématique qui était la règle hier. Sans attendre de tous le calcul de démonstration (fort pénible il faut le dire), nous continuons de penser que tout candidat doit connaître la représentation graphique et son exploitation, ainsi que les conditions techniques de la mise en œuvre expérimentale – c'est heureusement de plus en plus souvent le cas.
- Sur la mise en œuvre expérimentale, justement : signalons à nos estimés collègues qu'un aperçu d'un boudin de dialyse ou le traitement d'une galerie « API™ » par un logiciel sont probablement intéressants en TB.
- *Last but not least* : reflet de notre société, beaucoup de candidates (et quelques candidats, beaucoup plus rares) montrent facilement les doutes d'elles-mêmes (d'eux-mêmes) qui les traversent, et c'est dommage. Là où *un* candidat propose fièrement et sûr de lui une proposition erronée et ne se démonte pas quand on l'aide à le remarquer, de manière récurrente des *candidates* font une grimace devant une question où *elles* se sentent moins sûres, bafouillent, s'excusent presque, en proposant pourtant la bonne réponse. C'est caricatural certes, heureusement non systématique, mais quand même récurrent. Tant mieux pour les candidats qui ont confiance en eux. Mais nous disons aux candidats et donc souvent *candidates* qui doutent : croyez en vous, et ayez confiance dans le regard que nous posons sur votre travail. Le temps d'un exposé, dans un contexte scolaire ou professionnel, ne montrez pas vos doutes, ne laissez

---

## RAPPORT DE L'ÉPREUVE ORALE DE BIOTECHNOLOGIES

pas transparaître vos difficultés, mais assumez vos choix et prouvez votre valeur – qui est grande. N'ayez pas peur !

Notre jury s'use et fatigue : mais chaque année les candidats nous regonflent le moral et nous motivent. Nous les remercions des efforts qu'ils font, tous, pour essayer de nous satisfaire. Ils – et elles – méritent de réussir dans la vie, et nous leur souhaitons de s'épanouir au sein des Écoles, qui feront un choix judicieux en les recrutant.

### Liste des sujets effectivement tirés, et commentaires corrélés

Comme d'habitude et depuis l'origine, le jury est transparent dans son travail. Nous présentons ici comme chaque année les titres des sujets réellement tirés par les candidats cette année – d'autres sujets pouvaient avoir été prévus sans être sortis, car en effet nous prévoyons systématiquement un peu plus de sujets que de candidats, afin que tous puissent tirer au sort. Nous équilibrons sur la journée et sur la semaine la diversité des sujets, afin que l'ensemble du programme soit traité de manière à peu près équilibrée. La liste suivante n'est qu'une liste de titres : derrière un même intitulé se "cachent" éventuellement deux sujets différents, parfois même divergents. Nous partageons totalement la banque de sujets et un sujet identique peut donc sortir une fois chez l'un une fois chez l'autre ; nous entretenons également notre plaisir et un sujet peut donc être resélectionné deux fois dans la semaine par le même jury (on travaille mieux par plaisir !). Comme dit plus haut et l'an passé, nous assumons le côté transgressif de certains titres : le contenu, lui, est toujours clair, et très balisé, au service de l'évaluation des candidats et de la possibilité pour eux de montrer leurs capacités.

À la conquête de Mars

Amplification isotherme ou PCR ?

Analyses sanguines par puces microfluidiques - utilisation d'aptamères d'ARN

Arsenic et vieilles dentelles

Biocarburant et cycle du carbone

Biopiles à enzymes

Bioréacteurs industriels

Bleu Blanc pUC

BRET s'éclaire

Caractérisation de deux invertases

Caractérisation de souches de *K. pneumoniae*

Comparaison de la réaction malolactique aux réactions du programme

Comparaison de l'effet de deux antibiotiques

Conformation tridimensionnelle des protéines

Contrôle par spectrophotométrie d'une purification d'ADN

Dénaturation et renaturation d'une enzyme

Diagnostic de la LMC

Diverses méthodes de dénombrement de *E.coli* dans les eaux d'une rivière

Éclairage sur le potentiel de la photosynthèse

Etude de deux étapes majeures de la production de bière

Etude d'une protéine par anticorps polyclonaux

---

RAPPORT DE L'ÉPREUVE ORALE DE BIOTECHNOLOGIES

Etude structurale et fonctionnelle de la ribonucléase A  
Évolution du séquençage de l'ADN  
*Faster, Smarter, CRISPR*  
Hybridation *in-situ*  
Identification du streptocoque A  
Inhibition de la coagulation par l'hirudine  
Interaction des protéines et de l'ADN  
La PFK1, une enzyme clé du métabolisme énergétique  
La phytase de *S. cerevisiae* : structure, fonction et production en bioréacteur  
La régulation allostérique de l'hémoglobine  
La taille compte  
L'ADN polymérase I d' *E. coli*  
Liaison chaude et liaison froide  
Le *chromosome painting*  
Le clonage du gène de l'hirudine  
Le gaz sarin, un inhibiteur enzymatique  
Le modèle de Michaelis  
Le noyau beta-lactame, une course à l'inhibition enzymatique  
Le rumen de la vache, un bioréacteur naturel  
Les AVK, un exemple de régulation de l'activité enzymatique  
Les beta-lactamases, un enjeu thérapeutique  
Les piles à bactéries  
Les procédés de conservation des aliments  
Liées par Leu-zip  
L'immobilisation des enzymes  
Lumières sur les photosynthèses microbiennes  
Méthode enzymatique de détection de l'adultération d'un miel  
Microorganismes et production de fromages  
*Nick-télomère*  
Obtention des *nanobodies*  
Obtention d'une banque d'ADNc  
Optimisation d'une culture de champignon productrice de phytase  
PCR en temps réel  
Petits et mignons : utilisation des *nanobodies*  
Production d'éthanol par la levure  
Production des fromages et protéines  
Production d'éthanol par la levure  
Purification des protéines et suivi  
Purification et caractérisation d'une cellulase recombinante  
Purification et mesure de l'activité d'une topoisomérase  
Quantification des populations microbiennes  
Quelques méthodes d'identification des microorganismes  
Recherche d'empreintes génétiques par PCR

---

**RAPPORT DE L'ÉPREUVE ORALE DE BIOTECHNOLOGIES**

Séparation de biomolécules par électrophorèse en gel  
Suivi d'une réaction de PCR en temps réel  
Techniques de séparation des biomolécules  
Techniques de séquençage "didésoxy"  
Traitement de la leucémie myéloïde chronique  
Un exemple de diagnostic par *Miniarray*  
Un exemple de système de clonage pour ADNc humains  
Vin, bière ou saké ?