

Banque BCPST Inter-ENS/ENPC/Mines - Session 2024

Rapport de l'épreuve orale de TIPE

- **Écoles partageant cette épreuve :**
ENS Paris-Saclay, ENS (Paris), ENS de Lyon.
- **Coefficients** (en pourcentage du total d'admission de chaque concours) :
 - ENS (Paris) : 10,3 %
 - ENS PARIS-SACLAY : 9,2 %
 - ENS DE LYON : 9,9 %
- **Membres du jury :**
S. Abiven, A. Agranier, A. Bessis, M. Dalaison, P. Oger, J.M. Ricort, C. Voisin.

Bilan général de l'épreuve

173 candidates et candidats¹ se sont présenté-es à l'épreuve de TIPE. La médiane des notes obtenues est de 12,33 et l'écart-type à la moyenne de 4,76. Sept candidats ont obtenu une note de 20/20, un peu plus 38% des candidats a une note supérieure ou égale à 14/20, ce qui est sensiblement mieux que l'an dernier.

Objectifs et déroulement

D'après les textes officiels, les TIPE constituent « une initiation et un entraînement à la démarche de recherche scientifique et technologique » (www.education.gouv.fr/bo/23/Hebdo10/ESRS2304568A.htm). Les candidats ont donc été amenés à formuler une question scientifique en adéquation avec le thème de l'année qui était : « Jeux, sports » et à proposer une démarche scientifique pour y répondre. Des expériences, des observations ou l'analyse de données existantes apportent des éléments pour avancer dans une démarche scientifique raisonnée. Enfin, une analyse rigoureuse et critique des résultats permet de discuter des limites de la démarche choisie et des expériences menées, ainsi que des éventuelles perspectives.

¹ Ce concours s'adresse à toutes et tous mais afin d'alléger l'écriture de ce rapport, nous emploierons par la suite la forme masculine.

En pratique, l'épreuve consiste en un entretien de 30 minutes avec deux membres du jury, sans présentation formelle du travail. Le jury, composé d'un chercheur ou enseignant-chercheur en Sciences de la Terre et d'un chercheur ou enseignant-chercheur en Sciences de la Vie, conduit l'entretien sur la base du rapport qu'il a préalablement lu. Les candidats peuvent utiliser des documents, résultats, objets ou montages complémentaires qui leur paraissent pertinents. Il est préférable de se présenter avec une copie du rapport, mais il est inutile d'en prévoir pour les examinateurs. Il est important de noter que l'évaluation des candidats est basée sur la prestation orale et que le rapport écrit n'est pas évalué ; ce qui peut expliquer des écarts de notes entre des candidats présentant le même travail. Ce mode d'évaluation peut également conduire à une décorrélation entre la qualité des rapports et les notes obtenues par leurs auteurs.

Évaluation du TIPE

Lors de l'entretien, le jury est particulièrement attentif aux éléments suivants :

- La qualité de la démarche scientifique qui est évaluée selon les critères suivants :
 - o Une formulation explicite du problème étudié et des nouveautés que le projet voulait apporter aux champs de connaissances ;
 - o La justification des outils et des méthodes choisies pour résoudre le problème ;
 - o Une présentation claire et précise des résultats, de leurs limites et leurs interprétations.
- La rigueur expérimentale qui est évaluée à travers :
 - o Les propositions, conclusions, raisonnements appuyés par des observations, des références et des critères objectifs ;
 - o La présentation des contrôles rigoureux permettant une interprétation des résultats ;
 - o La présentation rigoureuse des résultats incluant le nombre de répétition des mesures et des expériences, le calcul des moyennes et écarts-types, la compréhension de la variabilité et de sa signification ainsi que l'utilisation de courbes tracées correctement.
- L'originalité et la créativité dans l'approche expérimentale et dans les hypothèses. Il n'est pas attendu que le sujet et la question posée soient inédits. Sur des sujets souvent traités (cf. *infra*), certains candidats ont su trouver des questions, des approches ou des expériences singulières et pertinentes qui ont été valorisées.
- L'enthousiasme, la motivation et l'implication personnelle : le jury apprécie les candidats visiblement motivés par ce qu'ils présentent, qui prennent les problèmes à leur compte, même s'ils ont été aidés par des chercheurs, des enseignants ou des camarades, et qui montrent qu'ils ont été moteurs dans l'élaboration du travail.
- La qualité des réponses et de la communication : il est attendu que les candidats sachent

écouter les questions, qu'ils s'expriment clairement, formulent des réponses de manière concise, et utilisent un vocabulaire précis et rigoureux, dans le cadre d'une discussion scientifique.

- La pluridisciplinarité : pour appréhender certains problèmes complexes de Sciences de la Vie ou de Sciences de la Terre, les candidats peuvent utiliser des outils d'analyse mathématiques, physique ou informatique. De plus, il est attendu que le travail combine différentes approches méthodologiques pour créer une suite logique d'expériences, plutôt que de répéter la même expérience avec des paramètres légèrement différents. Les démarches pluridisciplinaires, quand elles étaient pertinentes, ont été valorisées.
- L'adéquation du TIPE au thème de l'année, que les candidats doivent pouvoir justifier au cours de l'entretien.

Remarques et mises en garde

Il est remarquable que lors de cette session comme dans celle de l'an dernier, la quasi-totalité des candidats a choisi des sujets où le thème de l'année n'est qu'un prétexte pour travailler sur des approches environnementales en traitant, par exemple des alternatives écologiques d'objets en lien avec du sport ou des conséquences écologiques de pratiques sportives d'extérieur.

Comme l'an dernier, le jury salue l'enthousiasme, l'investissement et la créativité de beaucoup des candidats ainsi que leurs très grandes qualités de réflexion et de discussion. Le jury a été fortement impressionné par la grande variété des sujets abordés même si certains thèmes ont beaucoup été traités comme le remplacement des plastiques dans les protections, l'impact des sports extérieurs (course, escalade, nage) sur l'environnement ou encore la composition des terrains de sports. Enfin, le jury a apprécié le fait que les approches ont parfois été fortement pluridisciplinaires, ce qui correspond tout à fait à l'esprit de cette épreuve.

Le jury est conscient des limitations en temps et en moyens auxquelles font face les candidats mais il accorde une importance majeure à l'aspect « recherche scientifique et technologique ». Le texte officiel insiste sur le fait que « *le travail (de TIPE) conduit à une production personnelle de l'étudiant [qui] ne peut en aucun cas se limiter à une simple synthèse d'informations collectées, mais doit faire ressortir une valeur ajoutée* ». Un travail de recherche vise donc à l'élaboration de nouvelles connaissances, et il n'est pas acceptable que certains candidats ne soient pas capables d'énoncer la valeur ajoutée ou la nouveauté qu'ils comptaient apporter en commençant leur travail. De même, certains TIPE ont consisté à reproduire une expérience ou à vérifier un résultat déjà connu sans véritable fin d'investigation. Reproduire une expérience peut servir de base pour des investigations plus poussées, mais ne saurait constituer une fin en soi. Les travaux qui ont simplement reproduit une expérience ou vérifié un résultat déjà connu sans avoir au moins l'intention d'une démarche exploratoire ont été pénalisés.

La représentation des résultats expérimentaux devrait parfois être améliorée. Le jury a noté une faiblesse récurrente dans la compréhension des barres d'erreur, de leurs liens avec la dispersion des mesures et les imprécisions des instruments, et les tests statistiques font souvent appel à des formules dont le sens et l'applicabilité sont mal compris. Dans certains cas, moins fréquents, les représentations graphiques des résultats (diagramme en bâton, courbes, diagramme en étoile, *etc.*) n'étaient pas non plus appropriées car non maîtrisés.

La mise à l'échelle d'un système naturel pose également des difficultés : beaucoup de candidats semblent penser que fixer un ratio d'échelles arbitraire entre laboratoire et terrain (par exemple décréter que 1 cm représente 1 km) suffit, alors que l'exercice consiste à concevoir un système miniature dont les nombres sans dimension pertinents sont représentatifs du système naturel.

De plus en plus de travaux s'appuient sur des films analysés avec des logiciels (mesure du rebond d'une balle, de la position d'un pied *etc.*). Il serait souhaitable que les candidats pensent à inclure dans les figures, des copies d'écran de quelques images qu'ils ont analysées et quantifiées. Cela permettrait d'illustrer la démarche qui a été suivie et donc de donner du poids aux résultats quantitatifs.

Les expériences réalisées s'appuient souvent sur des appareils de mesure électroniques (thermomètres, calorimètres *etc.*) et font appel à des protocoles trouvés dans des publications ou sur des sites internet. Trop peu de candidats se posent la question de la validité des appareils ou des protocoles utilisés. S'il n'est pas attendu que les candidats calibrent tous les appareils de mesure qu'ils utilisent, il est recommandé qu'ils valident leurs protocoles avec des témoins positifs ou négatifs. De plus, et il est attendu que les candidats s'interrogent sur les critères d'acceptabilité et sur les expériences de validation qui auraient pu ou dû être menées. De même, certains travaux incluent désormais l'usage de logiciels d'intelligence artificielle générative afin d'accélérer certaines tâches d'expertises chronophages telles que la détermination de végétaux. Si ces outils sont maintenant communément utilisés, il est toutefois attendu que les candidats mènent une démarche de la validation des résultats produits par ces outils avant de les exploiter.

Les candidats fondent leur travail sur des recherches bibliographiques, souvent très pertinentes et bien référencées. Cependant quelques candidats -relativement peu nombreux- ne semblent pas faire de hiérarchie entre une information provenant d'un site internet quelconque (associatif, industrie, startup), d'un organe de presse (journaux, sites d'information, chaîne télévisée, *etc.*), d'une instance gouvernementale ou de recherche académique. La recherche bibliographique, la hiérarchisation des informations et la définition de critères de fiabilité font partie intégrante de la démarche de recherche et sont évaluées pendant l'entretien. Il n'est donc pas acceptable qu'un travail de TIPE cite dans la même phrase, et sans commentaire, un site commercial, un article scientifique et un reportage d'un quotidien régional.

Certains rares candidats ont tenté de tirer des conclusions de résultats non exploitables ou de masquer les faiblesses de leurs travaux par des circonlocutions et des discours peu précis. Les membres du jury sont des chercheurs expérimentés habitués à exploiter et à interpréter des résultats scientifiques dans le cadre d'une démarche rigoureuse. Il est donc peu probable qu'ils soient abusés par de telles démarches qui vont à l'encontre de la démarche scientifique au cœur du TIPE. Les membres du jury sont en revanche conscients que tous les travaux scientifiques ont des points forts et des points faibles dont la discussion est une richesse. Un résultat négatif ou des divergences avec des résultats de la littérature peuvent et doivent être interprétés de manière constructive. Il est regrettable que certains candidats (mais fort heureusement, de moins en moins nombreux) dévalorisent leur travail plutôt que de chercher quelles différences (de matériels ou de protocoles, *etc.*) pourraient expliquer d'éventuelles différences de résultats. Un résultat négatif n'est pas une mauvaise chose à cacher, mais représente un résultat à part entière dont il faut discuter les raisons, les limites et les implications.