

Banque MP inter-ENS – Session 2024

Rapport relatif à l'épreuve orale de Physique - U

- **Écoles partageant cette épreuve** : ENS Ulm
- **Coefficients** (en pourcentage du total des points de chaque concours) : 23,1 %
- **Membres du jury** : Pierre Fleury, Clément Ranc

Présentation générale de l'épreuve

L'épreuve dure 50 minutes sans préparation. L'énoncé, généralement succinct, est présenté à l'oral par le jury, constitué lors de l'épreuve d'un.e seul.e examinateur.ice. Le.a candidat.e présente ses raisonnements et effectue ses calculs au tableau devant le jury. L'épreuve prend essentiellement la forme d'un échange continu entre le jury et le.a candidat.e, durant laquelle des questions intermédiaires peuvent être posées en vue de guider le.a candidat.e dans ses raisonnements.

Le jury s'attend à ce que les différentes étapes du raisonnement soient clairement exposées et à ce que les résultats soient précisément analysés. Le.a candidat.e est invité.e à systématiquement expliquer ce qu'il est en train de faire. Le jury ne s'attend pas à ce que le.a candidat.e sache résoudre le problème aussitôt la question reçue. Un temps de réflexion est bien sûr permis ; se questionner, douter et réfléchir à haute voix permet de démarrer une discussion avec le jury. À tout moment, le.a candidat.e peut poser un calcul « au brouillon » sur le tableau afin de répondre à la question posée.

Ces modalités sont résumées aux candidat.e.s en début d'épreuves selon la formule suivante : *“Bonjour et bienvenue. Un mot avant que nous commencions : l'objet de cette épreuve est d'évaluer vos compétences en physique, votre connaissance des concepts au programme, et votre capacité à les mobiliser face à un problème qui sera certainement nouveau pour vous. Ce qui va suivre sera ainsi un dialogue entre nous. Lorsque je vous poserai des questions, ce ne sera jamais pour vous piéger mais au contraire pour vous guider ou vous faire prendre conscience d'une erreur. De votre côté, je vous invite à me faire part, au fur et à mesure, de votre processus de réflexion ; n'hésitez pas, cependant, à prendre le temps de la réflexion lorsque vous en ressentez le besoin : aucun silence ne sera jamais sanctionné.”*

Énoncés

Les énoncés portent sur l'ensemble du programme de physique des classes de MPSI et MP. Un même sujet peut nécessiter de recourir à plusieurs parties du programme.

Tous les sujets proposés par le jury sont originaux et n'ont, à sa connaissance, jamais été posés aux concours. Une expérience de pensée, un phénomène de la vie courante ou encore

un fait expérimental, récent ou ancien, forme souvent le point de départ de l'énoncé. Ce dernier est rédigé de façon succincte et laisse au candidat le soin d'introduire le formalisme adéquat et d'en réaliser la modélisation mathématique et physique.

Une importance toute particulière est accordée à cette étape de modélisation : identifier des lois physiques pertinentes, notamment à l'aide d'ordres de grandeur, réaliser un schéma du système étudié et choisir des notations pour paramétrer le problème. Le jury encourage le.a candidat.e à commencer par une description simplifiée du problème avant de répondre à la question. Dans tous les cas, le jury guide le candidat s'il reste bloqué trop longtemps, le plus souvent par le biais de questions.

Certaines situations physiques font intervenir des concepts en dehors du cadre du programme de MPSI/MP. Le jury présente alors clairement ce que le.a candidat.e doit savoir pour répondre au problème. Le jury insiste toutefois sur le fait qu'aucune connaissance hors programme n'est nécessaire pour la compréhension et la résolution des problèmes donnés.

Dans certains cas, l'énoncé est complété par une figure, représentant par exemple un résultat expérimental. Ces documents sont introduits au moment où le.a candidat.e en a besoin pour ne pas interférer dans sa réflexion préalable. Aucune étude de documents n'est demandée au cours des épreuves.

Des exemples de sujets donnés lors de la session 2024 sont fournis à la fin de ce rapport.

Évaluation

L'objectif de l'épreuve est d'évaluer la connaissance et la compréhension des concepts physiques au programme, la capacité à mobiliser de manière pertinente ces connaissances face à un problème nouveau, ainsi que les compétences techniques des candidat.e.s.

Les principales compétences évaluées sont :

- maîtriser le programme ;
- analyser une situation physique nouvelle avant tout calcul ;
- utiliser des ordres de grandeur pour identifier les phénomènes physiques pertinents ;
- construire une modélisation adaptée au problème ;
- avoir un regard critique sur le modèle proposé et sur les résultats obtenus ;
- présenter de façon claire ses hypothèses, raisonnements et résultats ;
- mener des calculs de façon rigoureuse tout en sachant introduire et utiliser des approximations physiques pertinentes ;
- effectuer des applications numériques au tableau en étant attentif aux unités ;
- entretenir une discussion physique avec le jury et savoir s'adapter aux indications données en cours d'épreuve.

Certains aspects de l'épreuve, dans sa forme ou au sujet de l'évaluation, sont détaillés par la suite.

Maîtrise du cours. L'oral est axé sur la résolution d'un problème et, en ce sens, les questions de cours ne sont pas au cœur de l'épreuve. Une connaissance parfaite du cours est toutefois indispensable à la résolution des problèmes posés. En particulier, le.a candidat.e doit être capable de préciser pour les résultats de cours qu'il invoque, ses conditions d'application, les hypothèses sous-jacentes et leur domaine de validité. Une courte démonstration ou le principe de la démonstration peuvent être demandés au candidat quand ils figurent au programme.

Analyse et modélisation du problème. Les énoncés sont le plus souvent très concis. Qu'une question lui soit spécifiquement dédiée ou non, le début de l'épreuve doit donc commencer par une analyse du problème. Dans cette première phase exploratoire où le jury intervient peu, idéalement, il est attendu du ou de la candidat.e qu'il décrive soigneusement la situation physique en identifiant les paramètres pertinents du problème. Un dessin clair et soigné est valorisé. Il est également du ressort du ou de la candidat.e qu'il fasse un choix pertinent de notations pour les grandeurs introduites, et que ces notations restent cohérentes tout au long de l'épreuve.

Une analyse qualitative du problème est très appréciée : l'analyse de cas limites simples, l'évaluation d'ordres de grandeur estimant l'importance relative de différents phénomènes permettent le plus souvent une compréhension globale du problème et une simplification préalable à toute mise en équation. Ce temps d'analyse permet ainsi au ou à la candidat.e de faire preuve de recul sur la physique du problème mais aussi de mettre toutes les chances de son côté pour résoudre ensuite le problème. Les candidat.e.s sachant mener cette première phase sans calculs sont valorisés.

Le jury attend ensuite du ou de la candidat.e qu'il propose une méthode de résolution du problème avec une mise en équation rigoureuse. À cette étape comme aux précédentes, le jury attend une certaine autonomie du ou de la candidat.e. En particulier, iel doit être capable d'avancer dans sa réflexion et dans la résolution du problème sans attendre la validation de chaque étape par le jury. Toutefois le jury ne laisse pas le.a candidat.e s'avancer trop dans des raisonnements ou calculs sans issue. Il n'intervient pas immédiatement afin de laisser le temps au candidat de s'auto-corriger. Se rendre compte des faiblesses de son raisonnement initial puis se corriger est tout à fait valorisé.

Discussions avec le jury. Les sujets, tels qu'ils sont écrits, ne peuvent souvent pas être résolus sans l'intervention du jury. Idéalement, ce dernier n'intervient que pour guider un raisonnement par ailleurs autonome du ou de la candidat.e, ou pour introduire des hypothèses ou des précisions nécessaires à la résolution du problème.

Dans tous les cas, les interventions du jury sont bienveillantes. Le plus souvent, il intervient pour demander au candidat de préciser un résultat ou une affirmation qu'il a faite (indépendamment de sa véracité) ou pour donner des indications pour aider le ou la candidat.e à avancer s'il reste bloqué.e trop longtemps.

Le jury insiste donc sur l'importance pour les candidats de rester attentifs à ses interventions tout au long de l'épreuve. Les candidats qui n'ont pas su écouter les indications du jury et se sont enfermés dans une voie trop simpliste, complexe, voire erronée, ont été pénalisés.

Présentation des raisonnements et résultats. Une importance toute particulière est donnée à la façon dont le ou la candidat.e présente la situation physique, ses raisonnements, approximations et résultats. De façon générale, cela passe par un dessin soigné représentant la situation physique et introduisant les grandeurs pertinentes. Des calculs menés sans justification claire ou avec des commentaires lapidaires sont sanctionnés, même si le résultat final est correct. Le fait qu'un calcul semble « classique » au candidat ne justifie pas un manque de rigueur scientifique ou de brûler des étapes : le.a candidat.e doit être capable de convaincre par un argumentaire scientifique rigoureux qu'iel maîtrise les calculs qu'iel mène. En l'absence de justification suffisante, l'examineur.trice l'interroge pour obtenir des précisions. Des réponses laconiques traduisant un refus de la discussion physique ont été pénalisées.

Plusieurs candidats ont ainsi voulu avancer trop vite dans l'énoncé au détriment de la clarté de leur présentation. Le jury insiste sur le fait que cette stratégie n'est jamais gagnante. De façon générale, la note finale n'est pas directement corrélée à l'avancée dans le sujet par le.a candidat.e. La précision de ses réponses et les interventions ou aides de l'examineur.trice sont également prises en compte dans l'évaluation.

Calculs. Tous les problèmes aboutissent à un moment à une étape de formalisation suivie de la résolution des équations. Si les compétences techniques des candidat.e.s, déjà largement testées lors des épreuves écrites, ne sont pas au cœur de l'évaluation lors de cet oral, il est attendu que le ou la candidat.e sache mener rigoureusement un calcul. Les calculs demandés sont habituellement relativement courts et peuvent être effectués sur un seul tableau. Le jury tient à rappeler qu'il ne s'agit pas d'une épreuve de mathématiques ou de calculs, mais bien de physique. Néanmoins ne pas savoir mener un calcul simple ou une résolution d'équation "classique" (solutions d'un oscillateur harmonique par exemple) est lourdement sanctionné. Dans tous les cas, la clarté de la présentation, une bonne tenue du tableau avec des calculs clairs, des approximations bien posées et physiquement justifiées, et des notations cohérentes et bien choisies, autrement dit un souci de pédagogie, sont fortement valorisées.

Analyse des résultats. La réponse à un problème physique s'arrête rarement à la donnée d'une formule. Il est attendu du ou de la candidat.e qu'iel analyse et interprète ses résultats. Cela peut notamment passer par un test de l'homogénéité de la solution, l'évaluation d'ordres de grandeur ou le test de cas limites. Les candidat.e.s sachant mener ces analyses de façon autonome sont valorisé.e.s.

Le jury tient toutefois à insister sur le fait que, si l'outil mathématique est indispensable à la résolution des problèmes physiques, l'interprétation des résultats ne peut se limiter à une étude purement mathématique. Le ou la candidat.e doit être capable de donner un sens physique aux solutions données ou aux équations posées. Comme écrit précédemment, le

sens physique du ou de la candidat.e est un élément central de l'évaluation, au-delà de son analyse mathématique du problème.

Rapport sur la session 2024

130 candidat.e.s ont passé l'épreuve de physique, pour une moyenne de 12,2 et un écart-type de 3,8. Le jury tient à insister sur le très bon niveau général des candidat.e.s auditionné.e.s, avec quelques candidat.e.s excellent.e.s. Par conséquent, la note reçue ne doit pas être interprétée de façon absolue, elle ne reflète que le classement du ou de la candidat.e et l'interclassement de l'épreuve orale de physique par rapport aux autres épreuves. Sauf exceptions, la performance des candidat.e.s en fin de classement reste tout à fait honorable malgré la faiblesse des notes indiquées.

Comme chaque année, nous ne saurions insister davantage sur deux points : (1) Ne pas se lancer dans un calcul (surtout lorsqu'il est difficile) sans avoir une idée générale de sa trajectoire et de ses grandes étapes. (2) Vérifier régulièrement l'homogénéité des résultats afin de repérer les erreurs potentielles – même les meilleur.es technicien.nes font des erreurs, mais iels ont suffisamment de filets de sécurité pour les repérer à temps.

Cette année, plusieurs sujets posés nécessitaient de traiter un système constitué d'un grand nombre d'objets (astéroïdes, étoiles, ...) comme un gaz – et ainsi d'y appliquer des notions telles que la pression cinétique et la température, liées par la loi des gaz parfaits. Le jury est conscient du fait que cette étape conceptuelle puisse être déroutante pour les candidat.e.s n'ayant jamais été exposé.es à ce type de raisonnement. Aussi, nous encourageons donc vivement les enseignants à insister auprès de leurs élèves sur le fait qu'un gaz n'est pas nécessairement constitué d'atomes ou de molécules.

Sur la forme, le jury a constaté que beaucoup de candidat.e.s auraient pu faire un meilleur usage des tableaux mis à leur disposition. Un tableau mal tenu se retourne souvent contre le.a candidat.e. Par exemple, un dessin trop petit en optique peut induire en erreur le.a candidat.e. Un schéma doit être pensé avant d'être réalisé. Nous encourageons les candidat.e.s à refaire rapidement les schémas qui le nécessitent. Par ailleurs, bien que l'utilisation d'une écriture suffisamment grande pour faciliter la lisibilité pour l'examineur.trice soit appréciée, il n'arrive jamais qu'une seule équation justifie l'utilisation d'un tableau entier, notamment lorsqu'il est de grande taille, comme c'était le cas cette année. Nous encourageons les candidat.e.s à améliorer leur gestion d'un tableau.

Le jury a été surpris de l'attitude d'apparence presque paresseuse de certain.es candidat.e.s face à une étape potentiellement technique (*“Ouh là, ça va être compliqué ça, non ?”*). Nous souhaitons insister sur le fait que, s'il ne devait y avoir qu'un moment de leur vie où les candidat.e.s doivent démontrer leur détermination et leur enthousiasme, c'est probablement pendant les épreuves orales des concours ! Nous encourageons également les candidat.e.s ayant l'impression d'avoir fait un mauvais début de ne surtout pas abandonner : il arrive régulièrement qu'une situation se débloque et qu'un départ poussif se métamorphose en un excellent oral. Ces encouragements s'adressent également aux quelques candidat.e.s qui

manquent de confiance en elleux. Nous rappelons que le jury reste bienveillant tout au long de l'épreuve, et que toutes les admissibles au concours méritent leur place à l'oral.

Il peut arriver qu'un.e candidat.e, par sa culture personnelle, soit familière avec le sujet de l'épreuve. Une telle situation est une chance qui fait partie des règles du jeu, mais elle peut aisément se retourner contre le.a candidat.e par excès de confiance. Par ailleurs, le.a candidat.e qui n'arrive pas à se détacher suffisamment d'un exercice dont iel se souvient peut finir par s'obstiner à aller dans une direction qui ne traite finalement pas la question posée. Nous encourageons donc les candidat.e.s à garder un esprit ouvert et une démarche prudente, même lorsqu'ils croient reconnaître des choses connues.

Exemples de sujets

Nous donnons ici des exemples de sujets posés lors de cette session du concours. Le jury tient à rappeler qu'une grande importance est accordée à la discussion du ou de la candidat.e avec le jury. Ces exemples ne doivent pas être interprétés comme s'il s'agissait d'une épreuve écrite tant l'intervention du jury est indissociable de l'énoncé.

Énoncé 1. La vitesse du son dans l'air est d'environ 340 m/s dans les conditions usuelles de pression et de température. Pouvez-vous expliquer cela ?

Énoncé 2. Un vaisseau spatial entre à grande vitesse dans un champ d'astéroïdes, moteurs éteints. On constate que sa vitesse à la sortie du champ d'astéroïde est plus faible que sa vitesse d'entrée. Pouvez-vous expliquer pourquoi ?

Énoncé 3. Lorsqu'on observe une source lumineuse à travers un gaz, on constate l'existence de raies d'absorption dans son spectre. Ces raies ont une certaine largeur spectrale et un profil bien défini. Pourriez-vous expliquer cela et proposer un modèle pour ce profil spectral ?

Énoncé 4. On observe que les étoiles en rotation rapide sont aplaties. Pourriez-vous expliquer pourquoi ?