

# Rapport de l'épreuve orale de Physique du concours ENS Ulm MPI 2016

28 août 2016

*Ce rapport sur le concours 2016 est très proche du rapport précédent sur le concours 2015 ; les points principaux en sont rappelés, certaines mises à jours sont effectuées et de nouveaux exemples de problèmes posés sont proposés.*

## 1 Remarques générales et déroulement de l'épreuve

Le déroulement et le principe de l'épreuve n'ont pas changé ; celle-ci dure 1h. L'objectif de l'épreuve est avant tout de tester la compréhension, le sens physique, l'inventivité et l'initiative des candidats face à un problème qui est a priori nouveau pour eux. Il est considéré que le cours et les outils techniques de bases, qui sont plus amplement évalués à l'écrit, sont bien maîtrisés par les candidats admissibles à l'oral ; ce qui est avant tout évalué est la compréhension d'un phénomène nouveau et la capacité à mobiliser les outils pertinents, tout en étant capable d'estimer les limitations des approches proposées.

Les énoncés des problèmes posés sont souvent très concis. Il est attendu que le candidat propose des pistes possibles pour résoudre le problème, en évalue la pertinence et la faisabilité, et introduise lui même les paramètres importants. Dans cette première phase exploratoire, l'examineur intervient peu et l'initiative est laissée au candidat. Il est rappelé qu'un candidat qui se lance dans une mauvaise direction, s'il est capable de s'en rendre compte seul en testant la pertinence de son raisonnement à chaque étape sera évalué positivement ; il est donc attendu que le candidat explore potentiellement plusieurs pistes, même si elles s'avèrent infructueuses. L'analyse de cas limites simples et d'ordres de grandeur pour estimer l'importance relative de différents effets pouvant être pris en compte est très appréciée à ce stade, et souvent nécessaire avant de se lancer dans une description plus sophistiquée du phénomène. Trop de candidats semblent rechigner à discuter ne serait-ce

que rapidement les modèles les plus simples, alors qu'une telle approche est souvent nécessaire et sera perçue favorablement.

Les problèmes tels qu'ils sont posés sont pour la plupart difficiles, et habituellement l'examineur intervient progressivement au cours de l'oral afin de faire progresser la discussion. Rappelons que l'examineur est toujours bienveillant et ne cherchera jamais à induire le candidat en erreur ; chaque remarque est destinée à aiguiller le candidat dans la bonne direction, ou à remettre en cause son approche si une mauvaise direction est prise. En pratique tous les candidats terminent l'oral en ayant traité au moins une partie du problème, l'aide apportée par l'examineur étant variable et dépendant de la performance du candidat. Le fait qu'un exercice soit traité intégralement ou non n'est pas décisif pour la note finale ; seules la contribution réelle du candidat, sa compréhension et sa réactivité sont prises en compte.

De manière générale, chaque problème débouche sur une étape de formalisation mathématique. Plus que la résolution technique, l'étape de mise en équation est cruciale ; comme évoqué précédemment il convient encore une fois à ce stade d'analyser des limites simples et de vérifier l'homogénéité des expressions proposées avant de se lancer dans des calculs. L'étape de résolution technique elle-même n'est pas au coeur de l'évaluation, et se ramène en général à un calcul pouvant se faire sur moins d'un tableau. Si cette étape technique n'est pas centrale, elle est nécessaire et doit pas être esquivée ; l'examineur s'assurera que le candidat maîtrise les outils techniques requis. Certains candidats semblaient cette année trouver insultant d'avoir à inverser une matrice  $2 \times 2$  ou intégrer sur la sphère. L'incapacité à réaliser les calculs les plus simples peut s'avérer rédhibitoire.

La discussion conduit souvent à aborder des domaines différents de la physique, et la capacité des candidats à décroisonner leurs connaissances est très appréciée. Trop souvent des candidats qui pensent avoir identifié un chapitre du programme dont relève le problème posé s'y enferment et semblent oublier le reste. Cette remarque vaut aussi pour les liens existant avec les mathématiques : certains résultats du programme de mathématiques (notamment avec l'apparition des probabilités) peuvent être avantageusement utilisés dans certains problèmes de physique et peu de candidats sont capables d'établir ces liens, pourtant très appréciés.

Comme il a été dit précédemment, l'examineur essaie dans la mesure du possible de confronter les candidats à des problèmes nouveaux pour évaluer leur capacité de réaction et leur inventivité. Aucune connaissance hors du programme n'est cependant attendue, et si certains éléments hors programme sont nécessaires pour traiter un problème, ils sont fournis par l'examineur, qui évalue alors la capacité du candidat à en tirer profit. Comme mentionné ci-dessus, il est attendu que le programme soit parfaitement connu ; si l'oral

est axé sur la résolution d'un problème, des questions de cours peuvent être posées au cours de l'examen. En particulier, il est attendu qu'un candidat maîtrise les conditions d'applications et hypothèses des résultats du cours qu'il invoque. Des courtes démonstrations de cours peuvent être demandées si l'examinateur a un doute, ce qui a mis en défaut plusieurs candidats cette année.

Comme l'année dernière les performances des candidats sur les thématiques « nouvelles » (physique statistique et physique quantique) se sont avérées nettement plus variables que sur les thématiques plus classiques du programme, reflétant probablement des traitements significativement différents de ces thématiques suivant les classes préparatoires. Ce point mis à part, aucun problème particulier n'est à noter. Globalement, le niveau des candidats auditionnés est très bon, ce qui montre que la sélection des épreuves écrites remplit son rôle. Rappelons que les notes attribuées sont uniquement le reflet du classement des candidats, et n'ont donc que peu de valeur intrinsèque. En particulier la performance des candidats, même en fin de classement, reste tout à fait honorable malgré la faiblesse des notes obtenues.

## 2 Exemples de problèmes posés

- Estimer l'amplitude du phénomène de marée sur Terre.
- On considère un condensateur cylindrique chargé pouvant tourner librement autour de son axe  $Oz$ , mis en présence d'un champ magnétique uniforme dirigé suivant  $Oz$ . Décrire l'évolution du système quand on coupe le champ magnétique. Discuter de la conservation du moment cinétique.
- Une particule quantique libre est confinée dans un puits unidimensionnel de largeur  $L$ . Décrire la dynamique de la particule quand  $L$  varie de  $L_0$  à  $2L_0$  (i) très lentement ou (ii) très rapidement.
- Une vidéo montrant la dynamique d'une molécule (protéine) unique en solution à température ambiante est montrée au candidat. Comment peut-on imager une molécule unique ? Décrire la trajectoire observée et donner en particulier le déplacement quadratique moyen.