
EPREUVE : EPREUVE ORALE DE PHYSIQUE

ENS : PARIS – LYON

Durée : 30 minutes *Coefficients :* **PARIS option biologie : 15 / Option Sc. Terre : 19**
LYON 3

MEMBRES DE JURYS : A. BOUDAUD, B. LEVRARD

Déroulement de l'épreuve et considérations générales

L'épreuve est organisée de la manière suivante : le candidat ou la candidate dispose de 15 minutes pour prendre connaissance de son sujet et préparer l'épreuve orale proprement dite qui se déroule durant les 30 minutes suivantes. L'interrogation peut être complétée par des questions qualitatives indépendantes ou un exercice court donné sans préparation, ou par une ou plusieurs questions supplémentaires relatives à l'exercice initial et permettant dans certains cas de débloquer le candidat.

Les énoncés visent à juger de la réactivité du candidat face à de vrais problèmes de Physique qui, rappelons-le est une discipline qui vise à comprendre et expliquer les phénomènes. Beaucoup sont formulés de manière non académique, c'est-à-dire avec une seule question de Physique non décomposée en étapes élémentaires. Par exemple, « Un verre plein d'eau contient des glaçons qui fondent. Que se passe-t-il ? ». Il s'agit de reformuler l'énoncé pour en tirer une problématique puis la traiter en l'illustrant, quand cela est nécessaire, par des ordres de grandeur et des exemples, en formulant des hypothèses et en vérifiant la cohérence des résultats avec ces hypothèses, etc. Les candidats ne doivent pas se laisser déstabiliser par ces questions et doivent essayer de tirer l'exercice dans une direction où ils peuvent faire des choses. Les candidats ayant obtenu de très bonnes notes ont en général gardé l'initiative et mené l'oral de bout en bout.

Les techniques mathématiques nécessaires à la résolution des exercices sont volontairement réduites au strict minimum. Pourtant, la volonté des examinateurs de privilégier le "sens physique" et de ne pas donner d'exercices trop "techniques" ne doit pas leurrer les candidats : il n'y a pas de physique sans outils mathématiques et toute lacune est sanctionnée. Par ailleurs, le tracé d'une courbe mathématique fut-elle simple, pose souvent de grandes difficultés. Tous les candidats devraient pouvoir donner l'allure de fonctions analytiques simples sans déployer un arsenal mathématique inutile. Il est important de noter que le tracé n'est pas une fin en soi, et qu'il doit servir à une interprétation physique en lien avec le problème traité.

Même si les exercices suivent scrupuleusement le programme des classes préparatoires, l'examineur peut poser des questions de "culture générale" ou demander des ordres de grandeur afin de juger de la capacité du candidat à situer des questions de physique dans le cadre largement pluridisciplinaire qui est le propre de ce concours. De manière générale, cette ouverture d'esprit fait défaut aux candidats.

La majeure partie des candidats ne maîtrise pas l'analyse dimensionnelle. Pour ce faire, il est absolument indispensable de connaître la dimension des grandeurs physiques (accélération, énergie, puissance, ...). Beaucoup affirment qu'une grandeur physique est grande ou petite sans la comparer à une grandeur de référence. Si certains songent à vérifier si les expressions obtenues sont dimensionnellement correctes, i.e. homogènes, presque aucun n'utilise la puissance de l'analyse dimensionnelle pour tirer des expressions à une constante multiplicative près. Aucun ne connaît la notion de loi d'échelle, du type « la vitesse de vidange varie comme la racine de la hauteur d'eau ». Cela permettrait pourtant dans bien des cas de donner des réponses — incomplètes, certes — mais qui peuvent déboucher sur une discussion physique très complète.

Près d'un tiers des candidats ne parvient pas à formuler de réponse consistante malgré l'aide permanente de l'examineur. Un autre tiers mobilise des connaissances de physique pour résoudre l'exercice, mais bute à chaque étape. Le tiers supérieur correspond à des candidats faisant preuve d'imagination, de connaissances, d'aisance au tableau et d'esprit d'initiative, ces qualités étant celles requise par la recherche. Ils ont à l'évidence leur place dans les Ecoles Normales Supérieures. De ce fait, les notes données aux candidats sont réparties sur tout le spectre, ce qui rend l'épreuve orale de Physique aux ENS extrêmement sélective. Elle est d'autre part totalement spécifique dans sa forme et son contenu. Nous recommandons donc aux professeurs des classes préparatoires qu'ils préparent spécifiquement leurs étudiants à cet exercice, tout comme nous recommandons aux candidats de s'exercer à réfléchir à la Physique de situations de leur vie quotidienne.

Remarques particulières

Electrocinétique et électronique — Trop peu de candidats parviennent d'eux-mêmes à trouver la fonction d'un circuit. L'utilisation sans discernement du théorème de Millman conduit souvent à des résultats aberrants, surtout quand un amplificateur opérationnel fait partie du circuit étudié. Il est plus intéressant de discuter du comportement des différents dipôles suivant la fréquence et d'en percevoir les conséquences sur l'intérêt et la fonction d'un circuit, plutôt que de se lancer dans des calculs inutiles qui ne servent qu'à masquer des lacunes en électronique. La présence d'une diode idéale ne devrait pas troubler les candidats : l'étude des différents régimes de fonctionnement ne demande pas d'arsenal particulier.

Mécanique — Comme l'année dernière, le jury déplore les lacunes concernant la stabilité d'une position d'équilibre, tant dans la mise en équation et que dans l'interprétation en termes d'extrema d'énergie. Par ailleurs, il n'est pas normal qu'un ordre de grandeur de la pression au centre de la Terre ne soit pas connu et qu'aucun modèle, même simple, ne soit proposé pour l'estimer. A ce titre, beaucoup de candidats ne sont pas choqués de penser que le champ de gravité au centre de la Terre est infini (un trou noir sous nos pieds ?). Enfin, lorsque deux solides sont en contact, la direction et le point d'application des forces de contact sont souvent fantaisistes, alors que les conditions d'équilibre des forces et des moments donnent une réponse rapide en général.

Thermodynamique — Les deux premiers principes semblent assez bien compris ainsi que leur usage. Certains abus très fréquents et nouveaux sont à noter : les capacités calorifiques ne sont pas « égales » à $3/2$, $5/2$... Il convient de ne pas oublier la constante des gaz parfaits et de préciser si l'on considère des grandeurs massiques ou molaires, qui n'ont pas les mêmes dimensions. Les lois de Joule sont aussi très mal énoncées et comprises. La notion de pression de vapeur saturante reste confuse dans beaucoup de présentations. Enfin, les unités associées aux phénomènes de transport sont peu connues et illustrent très souvent des lacunes dans la signification physique de ces phénomènes.

Optique — Le tracé de rayons lumineux et l'image d'un objet par un dioptré quelconque semble toujours un exercice périlleux. Les lois de Descartes sont méconnues et leur utilisation révèle des lacunes en trigonométrie élémentaire.

Mécanique des fluides — Comme les années précédentes, des candidats utilisent indifféremment l'hydrostatique, la dynamique d'un fluide parfait ou celle d'un fluide visqueux dans le cadre d'un seul et même exercice ; la pression est une notion encore mystérieuse, alors que la signification du nombre de Reynolds donne lieu à nombre de fantaisies. Aucun ne pense à vérifier que les lois utilisées (relation de Bernoulli ou traînée de Stokes, par exemple) donnent des vitesses d'écoulement compatibles avec les conditions d'utilisation de ces lois. Enfin, la loi de Darcy, bien que figurant explicitement au programme, est une grande oubliée.