

Epreuve orale de physique

par **Dominique IRLINGER**
Professeur en CPGE au lycée Blaise Pascal à Colmar

Ce rapport a pour objet de rappeler aux futurs candidats, ainsi qu'aux enseignants qui les entourent, les modalités de l'épreuve orale de physique. Il constitue une synthèse des principales observations des membres du jury relevées au cours des interrogations.

L'épreuve orale de physique 2007 s'est déroulée dans de bonnes conditions. Les résultats ont conduit aux moyennes suivantes :

- pour le concours PC-Physique : moyenne 9,92 (écart-type 4,04)
- pour le concours PC-Chimie : moyenne 9,95 (écart-type 4,05).

Rappelons que l'oral du concours en physique/chimie fonctionne par tirage au sort entre les deux disciplines (oral de physique + travaux pratiques de chimie ou vice-versa).

DEROULEMENT DE L'EPREUVE ORALE DE PHYSIQUE

Un candidat est présent dans la salle d'interrogation pendant 55 à 60 minutes. La première moitié de ce temps est consacrée à la préparation du sujet et la deuxième moitié du temps à l'exposé oral au tableau devant l'examineur.

L'épreuve de physique comporte 2 exercices qui sont remis en même temps au candidat. Le premier exercice (exercice principal), évalué sur 14 points, est issu d'une banque de sujets. Dans un souci d'équité, le même exercice est posé simultanément par tous les examinateurs à tous les candidats ayant le même horaire de passage. L'objectif du jury est de proposer des énoncés progressifs permettant à un candidat correctement préparé d'utiliser efficacement le temps de préparation écrite dont il dispose et de ne pas rester bloqué inutilement pendant la demi-heure de préparation.

Le deuxième exercice, noté sur 6 points, est une question d'application directe du cours, sans pour autant être une question de cours.

Les deux sujets portent sur des parties distinctes du programme et les thèmes abordés peuvent porter sur les deux années de classes préparatoires PCSI et PC.

Pendant l'exposé au tableau, le candidat est libre de l'ordre de présentation des exercices. Il est conseillé de consacrer environ 20 minutes à la présentation de l'exercice principal et une dizaine de minutes à celle de l'exercice noté sur 6 points. Négliger ce deuxième exercice sous prétexte qu'il rapporte moins de points que le premier serait une bien mauvaise stratégie.

La calculatrice est interdite pendant la préparation, mais peut être utilisée au tableau pendant l'interrogation quand des calculs numériques sont nécessaires.

Le temps de préparation doit être avant tout consacré au choix de la méthode de résolution. Le candidat doit préparer la structure de son exposé et la démarche de

résolution. Il n'est donc pas gênant de ne pas achever une phase calculatoire pendant la préparation. Le brouillon sert de support et le candidat ne doit, bien évidemment, pas se contenter de recopier celui-ci intégralement au tableau. Il est souhaitable que préalablement à tout calcul, le candidat expose brièvement le problème qui lui est posé et la méthode qu'il se propose d'employer pour le résoudre.

L'exposé oral consiste en un dialogue entre le candidat et l'examineur. Il est indispensable que le candidat prenne des initiatives, sans attendre à chaque instant l'approbation de l'examineur. Celui-ci juge le candidat à la fois sur :

- ses connaissances scientifiques
- sa compréhension et son analyse des phénomènes physiques
- ses capacités à raisonner et sa rigueur
- ses aptitudes à communiquer et à s'exprimer.

OBSERVATIONS SUR LES PRESTATIONS ORALES DES ETUDIANTS

Le jury constate de façon récurrente que le programme de première année est moins bien connu que celui de deuxième année. Rappelons encore une fois que la physique apprise en première année fait partie du programme du concours.

Sans vouloir constituer une liste exhaustive, voici quelques insuffisances les plus fréquemment relevées par le jury :

Mécanique

Très généralement, on assiste à un manque de rigueur dans la résolution des exercices de mécanique du point (système non défini, référentiel d'étude mal défini, forces d'inertie oubliées le cas échéant...). L'étude des mouvements de satellites, même dans le cas de trajectoires circulaires est en général mal abordée.

La mécanique du solide est une partie du programme qui pose encore beaucoup de difficultés aux candidats. Les théorèmes généraux sont souvent mal appliqués. Le mouvement d'un solide se réduit fréquemment à celui de son centre de masse affecté de la masse totale : il n'est pas rare de rencontrer des écritures du genre $E_c = \frac{1}{2} M v_G^2$,

$\vec{L}_O = \overrightarrow{OG} \wedge M \vec{v}_G$! On constate une absence de réflexion sur la méthode la mieux adaptée à la résolution de l'exercice. Très rares sont les candidats qui se préoccupent du nombre de degrés de liberté. Le nombre de paramètres doit pouvoir guider le candidat vers le choix éventuel d'une méthode énergétique, moins calculatoire, pour établir une équation du mouvement.

La mécanique des fluides est en général bien abordée, hormis les bilans macroscopiques. L'utilisation de l'opérateur $\vec{v} \cdot \text{grad}$ pose par ailleurs souvent des difficultés.

Thermodynamique

Les mêmes erreurs se retrouvent chaque année. Elles concernent essentiellement les machines thermiques : les définitions de rendement et d'efficacité sont en général erronées et conduisent le plus souvent à des rendements de 100%. De nombreux candidats

éprouvent des difficultés lorsque la température d'une des « sources » n'est pas constante : le second principe fait alors souvent apparaître le rapport Q/T , où T est une température qui « arrange » le candidat.

Les changements d'état du corps pur sont mal maîtrisés. En particulier les candidats ne pensent pas à tracer la courbe de saturation dans les diagrammes (P,V) . L'étude des machines thermiques avec changement d'état est de ce fait souvent erronée et le tracé des cycles devient très hasardeux.

En ce qui concerne la diffusion thermique (ou de particules), les bilans dans les problèmes à symétries cylindriques ou sphériques ne sont pas maîtrisés. L'utilisation de l'équation de la diffusion apparaît alors comme unique solution miracle, mais entachée d'erreurs dès que des termes de production de chaleur doivent y figurer. Le jury attend une vraie démarche scientifique. Recopier sans justification au tableau des formules du cours n'a que peu d'intérêt.

Electromagnétisme

L'étude des symétries d'une distribution de charges ou de courants s'est améliorée. Cependant, dans l'application des théorèmes de Gauss ou d'Ampère, les surfaces ou contours fermés sont annoncés, souvent sans aucune étude préalable des symétries et des invariances.

Les opérateurs $\overrightarrow{\text{grad}}$, div , $\overrightarrow{\text{rot}}$, Δ doivent être connus en coordonnées cartésiennes.

En induction électromagnétique, l'étude qualitative des phénomènes est en général incomplète, d'où les oublis des forces de Laplace dans les équations mécaniques ou des f.e.m. d'induction dans les équations électriques. Par ailleurs, les questions d'orientation reviennent de façon régulière. La rigueur dans les orientations des circuits est pourtant essentielle pour mener à terme un exercice portant sur les phénomènes d'induction.

Beaucoup de difficultés apparaissent pour caractériser une onde électromagnétique : structure, direction de propagation, état de polarisation. Par ailleurs, l'utilisation de la notation complexe est souvent la cause d'erreurs lors de l'approche énergétique des phénomènes.

Optique

On peut noter une certaine amélioration dans la connaissance des formules de base en optique géométrique. Cependant, les exercices comportant des lentilles divergentes ou des miroirs sphériques présentent toujours des difficultés. Les relations de grandissement transversal pour les miroirs sphériques sont presque systématiquement oubliées. Le tracé de rayons lumineux réservent encore régulièrement des surprises (réflexion des rayons sur une lentille lorsque l'image est virtuelle...).

Concernant les phénomènes d'interférences, très peu de candidats savent expliquer correctement le calcul de la différence de marche dans le cas de fentes d'Young avec écran d'observation placé dans le plan focal image d'une lentille convergente. Un calcul de différence de marche se justifie en évoquant, si nécessaire le théorème de Malus, le principe du retour inverse de la lumière et en effectuant un calcul géométrique soigné.

Les phénomènes de diffraction sont souvent mal assimilés. La traduction mathématique du principe d'Huyghens-Fresnel conduit le candidat devant une formule intégrale souvent apprise par cœur sans vraiment en comprendre la signification. D'une manière générale, les questions relatives à la compréhension physique du phénomène restent souvent sans réponse.

Electrocinétique

Quelques difficultés apparaissent lors de l'étude de circuits en régime sinusoïdal forcé, en particulier :

- Les calculs relatifs à la puissance restent laborieux
- Lors du tracé de diagrammes de Bode, le diagramme de phase est rarement abordé. Quand l'étude de la phase est malgré tout menée, c'est de façon maladroite, à π près, à partir de $\tan\varphi$. Rappelons que l'étude asymptotique, directement à partir de la fonction de transfert complexe $H(j\omega)$, pourrait être plus efficace.

Outils mathématiques

Depuis quelques années, de plus en plus de candidats rencontrent des difficultés dans l'utilisation d'outils mathématiques pourtant simples : confusion entre les propriétés de $\ln(x)$ et $\exp(x)$, primitives simples (telles que celle de $1/x^2$!!) incorrectes, confusion entre les solutions d'équations différentielles simples (linéaires à coefficient constants du premier ou du deuxième ordre)... ce qui est tout de même regrettable.

QUELQUES REMARQUES UTILES

Les TP-cours font partie intégrante du programme. Les compétences expérimentales sont évaluées par l'intermédiaire de certains exercices et par les questions du jury.

Les schémas sont toujours utiles et constituent une bonne base de travail. Cependant il est important de garder à l'esprit que pour éviter des erreurs de signe ultérieures, il faut, autant que possible, que les grandeurs géométriques (angles, coordonnées) soient positives sur le schéma.

L'épreuve orale de physique ne se résume pas à une suite de calculs. Toute solution doit être précédée d'une analyse physique qualitative. L'interprétation physique des résultats revêt également une importance particulière. Le candidat doit toujours avoir un regard critique sur les résultats obtenus. Beaucoup d'erreurs pourraient être évitées en vérifiant l'homogénéité des formules et en ayant en tête quelques ordres de grandeur.