

EPREUVE ORALE DE PHYSIQUE

par **Dominique IRLINGER, Professeur en CPGE**
au **Lycée Blaise Pascal de Colmar**

Le bilan de l'année 2005 est comparable à celui des années précédentes. L'épreuve s'est déroulée dans de bonnes conditions.

Le niveau moyen des candidats ne change pas de façon sensible. Très peu de candidats très faibles ont été rencontrés. Par ailleurs, les interrogateurs ont pu rencontrer des candidats brillants, capables de percevoir la signification physique des problèmes abordés et sachant raisonner en physicien. Il est agréable de noter également que les candidats font preuve, dans l'ensemble, d'une courtoisie remarquable, malgré le stress qui accompagne inévitablement ces épreuves.

PRESENTATION DE L'EPREUVE

L'épreuve consiste en une résolution orale au tableau de deux exercices pendant 30 minutes, précédée d'une préparation de même durée. Dès l'entrée, le candidat doit pouvoir présenter sa convocation et une carte d'identité portant une photo récente.

L'épreuve porte sur le programme des **deux années** de classes préparatoires PCSI et PC. L'un des deux exercices est une application très proche du cours (sans être une question de cours de synthèse), notée sur 8 points. L'autre exercice (exercice principal) est, quant à lui, évalué sur 12 points et est tiré d'une « banque de sujets » commune à tous les examinateurs dans le but d'homogénéiser l'évaluation des candidats. Les deux sujets portent sur des parties distinctes du programme.

Pendant l'exposé, le candidat est libre de l'ordre de présentation des exercices et peut interrompre à tout moment la résolution du premier pour aborder le second lorsqu'il le juge nécessaire. Il lui est cependant conseillé de consacrer environ 20 minutes à la présentation de l'exercice principal. Malgré les recommandations de l'examineur, trop de candidats consacrent la demi-heure de préparation à l'examen uniquement de l'exercice principal. En tout état de cause, il ne faut négliger aucun des deux exercices.

La calculatrice est interdite pendant le temps de préparation. Elle peut être utilisée au tableau, pendant l'interrogation, quand les calculs numériques sont nécessaires.

Le temps de préparation doit être consacré avant tout à une lecture approfondie du texte de l'exercice. 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 : il est préférable de privilégier la méthodologie du raisonnement. Le brouillon doit servir de support et le candidat ne doit bien évidemment pas se contenter de recopier celui-ci intégralement au tableau.

L'exposé oral consiste en un dialogue entre le candidat et l'examineur. Il est indispensable que le candidat prenne des initiatives, sans toutefois attendre à chaque instant l'approbation de l'examineur.

L'examineur juge le candidat à la fois sur :

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

OBSERVATIONS SUR LES DIFFERENTES PARTIES DU PROGRAMME

Il convient avant tout d'insister encore sur le fait que la physique apprise en première année fait partie du programme du concours. Elle est trop souvent mal traitée, si ce n'est complètement oubliée.

Par ailleurs, les examinateurs regrettent qu'un nombre non insignifiant de candidats soient ralentis, voire bloqués par des soucis d'ordre mathématique d'un niveau élémentaire (erreurs dans les projections de forces, résolutions d'équations différentielles linéaires à coefficients constants, expression simplifiée de $e^{ix} \pm e^{-ix} \dots$).

Electrocinétique et électronique

La connaissance de l'électronique est satisfaisante. Deux points délicats demeurent cependant :

- les montages avec amplificateurs opérationnels en régime saturé (multivibrateurs astables...) déstabilisent rapidement les candidats. Pour beaucoup de candidats, l'hypothèse d'un amplificateur opérationnel idéal implique systématiquement une tension différentielle d'entrée $\varepsilon=0$, quel que soit le mode de fonctionnement.
- les calculs relatifs à la puissance moyenne en régime sinusoïdal sont souvent laborieux.

Mécanique

Les problèmes de mécanique du point dans un champ newtonien attractif (satellites...) restent toujours mal maîtrisés, en particulier le lien entre la nature de la trajectoire et le signe de l'énergie mécanique.

En mécanique du solide, on observe en général un manque d'analyse qualitative préalable du système. 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. Compter le nombre de degrés de liberté est devenu une performance rare.

Très fréquemment, les lois de Coulomb pour le frottement sont mal assimilées (confusion entre roulement sans glissement et contact sans frottements).

Mécanique des fluides

La mécanique des fluides est plutôt bien abordée, en dehors des bilans sur les systèmes fermés, qui pourtant ont une place importante dans le cours de PC. En particulier, le système auquel on applique les lois de la physique est rarement défini. Rappelons que le théorème d'Euler n'est pas au programme, alors que les bilans sont exigibles.

Il convient aussi de remarquer des difficultés croissantes dans l'utilisation des opérateurs vectoriels tels que $(\mathbf{v} \cdot \mathbf{grad})\mathbf{v}$.

Ondes sonores

L'approximation acoustique dans le cadre des ondes sonores pose des difficultés à la majorité des candidats : les hypothèses fondamentales de l'acoustique sont souvent oubliées. La notion d'impédance acoustique est rarement bien utilisée, et, plus généralement, le passage de la vitesse à la surpression est méconnu. Les notions de puissance et intensité acoustique sont souvent ignorées. Cette partie du programme mériterait d'être davantage travaillée.

Thermodynamique

La thermodynamique reste encore un sujet qui semble délicat pour beaucoup de candidats. Il est rappelé qu'un problème de thermodynamique ne peut être correctement résolu si l'on n'a pas clairement défini le système qui échange de l'énergie et le système avec lequel s'effectue cet échange.

Au sujet des machines thermiques, on constate que la méthode générale de résolution est trop souvent oubliée. Définir correctement un rendement ou une efficacité pose toujours des difficultés (en général, les définitions données conduisent systématiquement à des rendements de 100 %). Les machines thermiques fonctionnant avec des pseudo-sources posent problème : en général, les inégalités de Carnot-Clausius sont écrites sans tenir compte des variations de température des sources.

Les changements d'état du corps pur sont également mal assimilés. Le simple tracé d'une isotherme en diagramme de Clapeyron pour une température inférieure à la température critique traduit souvent la grande méconnaissance du sujet.

Les définitions et propriétés des potentiels thermodynamiques sont très mal connues.

Les notions relatives à la diffusion thermique sont assez bien assimilées. Beaucoup de candidats rencontrent cependant de grandes difficultés pour établir un bilan thermique rigoureux surtout pour des géométries cylindriques ou sphériques.

Electromagnétisme

Même si le calcul d'un champ électrique ou magnétique ne constitue pas en soi la finalité d'un exercice, il peut être demandé aux candidats comme question intermédiaire. A ce propos, il est toujours surprenant de voir le nombre important de candidats qui ne savent pas correctement appliquer le théorème de Gauss ou d'Ampère.

L'étude des symétries d'une distribution de charges ou de courants reste assez souvent mal maîtrisée. L'établissement de la direction d'un champ en un point M nécessite la recherche de plans de symétrie (ou d'antisymétrie) qui passent par le point M en question. L'évocation d'autres plans de symétrie (ou d'antisymétrie) sans rapport avec le point M n'apporte rien.

Les connaissances sur l'électromagnétisme dans le vide sont satisfaisantes. Attention toutefois à l'utilisation correcte des opérateurs vectoriels. Il n'est pas rare de rencontrer une utilisation abusive de l'opérateur « nabla » dans des systèmes de coordonnées autres que les coordonnées cartésiennes afin de déterminer par exemple l'expression d'un rotationnel en

coordonnées cylindriques ou sphériques. De toute manière, l'expression des opérateurs autres que le gradient en coordonnées non cartésiennes sera toujours fournie par le sujet en cas de besoin.

Lors de calculs de puissances, l'utilisation incorrecte de la notation complexe dans les grandeurs non linéaires, tel le vecteur de Poynting, conduit souvent à des erreurs fâcheuses.

En induction électromagnétique, les questions d'orientation restent un gros point noir, ce qui conduit à de nombreuses erreurs de signe dans les équations électriques. La rigueur dans les questions d'orientations des circuits est pourtant impérative pour mener à terme un exercice portant sur les phénomènes d'induction.

Les forces de Laplace et de Lorentz sont souvent confondues.

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, souvent peu soignés, réservent encore régulièrement des surprises (réflexion des rayons sur une lentille lorsque l'image est virtuelle...).

Contrairement aux autres années, les problèmes d'interférences ont souvent été assez mal résolus. Le tracé dans le cas des fentes d'Young avec lentille de projection pose encore des problèmes insurmontables à certains : l'obtention de la différence de marche dans le cas de rayons parallèles n'est quasiment jamais justifiée à partir du théorème de Malus. Les candidats se contentent de tracer le projeté orthogonal, sans comprendre pourquoi.

L'exploitation du schéma équivalent de l'interféromètre de Michelson est en général satisfaisante.

Par contre, les phénomènes de diffraction sont mal compris. La traduction mathématique du principe d'Huyghens-Fresnel n'est souvent pas comprise et le candidat se trouve très vite bloqué devant une formule intégrale sans doute apprise par cœur sans vraiment en comprendre la signification.

En ce qui concerne les réseaux, si la formule de base est connue, la question du minimum de déviation est mal traitée dans la plupart des cas.

QUELQUES REMARQUES UTILES POUR REUSSIR L'ORAL

Une bonne interrogation devrait toujours commencer par une analyse rapide du phénomène étudié et par l'exposé de la méthode que l'on se propose d'adopter.

L'interrogateur peut jouer pendant l'épreuve un rôle actif : s'il pose certaines questions, ce n'est pas pour déstabiliser le candidat, mais pour vérifier ses connaissances, l'inciter à vérifier une formule ou le détourner d'une méthode qui aboutirait à l'échec et souvent l'aider à avancer dans l'exercice. L'aide apportée diminue cependant la note attribuée.

L'utilisation du langage scientifique doit être rigoureuse. On se doit en particulier d'éviter le langage familier et les raccourcis de terminologie tels que RFD, TMC, DLHI...

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.

Les schémas sont toujours les bienvenus et constituent une bonne base de travail. Cependant, il est utile 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.

De façon générale, il n'est pas utile d'écrire au tableau les phrases prononcées oralement : tout ce qui est dit est entendu, l'examineur étant toujours à l'écoute, même s'il prend des notes en même temps.

Enfin, il est évident qu'il est dangereux de faire une « impasse » sur telle ou telle partie du programme. A ce propos, il est important de rappeler que le contenu des TP-cours, fixé par le programme, est exigible aux concours dans toutes les épreuves, écrites, orales et pratiques. Il est vivement conseillé aux candidats de consulter les programmes officiels à ce sujet.