

---

## EPREUVE ORALE DE TIPE PHYSIQUE CONCOURS MP

ENS : PARIS LYON CACHAN

*Coefficients* : PARIS 8

LYON 1.5

CACHAN 2

**MEMBRES DU JURY : Julien BROWAEYS, Jean FARAGO, Samuel WALLON, Christophe YBERT**

---

La spécificité de cette épreuve réside dans le fait que les candidats transmettent préalablement au jury un document, reflet d'un travail accompli au cours de l'année. Ce rapport donne donc une première impression sur le candidat. Il condense et résume le travail de l'année, et le jury est par conséquent sensible à la qualité scientifique desdits rapports, qui préfigure souvent de ce que sera l'épreuve orale proprement dite. Cette qualité se reflète dans de nombreuses caractéristiques, depuis le choix du sujet jusqu'à la façon de présenter la problématique, les résultats, les calculs,...

Contrairement à l'année précédente, le jury n'a pas eu à déplorer de choix de sujets trop difficiles pour les candidats. Ceux qui ont fait choix de sujet théorique allant très au delà du programme l'ont fait en connaissance de cause et ont su en général acquérir des connaissances, parfois remarquablement approfondies, en mécanique quantique, en physique statistique ou en relativité restreinte, indispensables pour mener à bien leur projet.

Insistons cependant sur le fait que si le jury ne décourage pas les sujets ambitieux (et nous avons vu en particulier de brillants candidats sur des sujets théoriques avancés), le candidat se doit de maîtriser son sujet, quitte à devoir restreindre son champ d'investigation à un cadre qu'il est capable de dominer. Le contenu, l'argumentaire du dossier sont aussi primordiaux : il est rappelé aux candidats que le TIPE est l'occasion d'une visite aux frontières des connaissances acquises en classe préparatoire (mais en s'appuyant dessus), qui se doit absolument d'être de nature scientifique.

Des sites internet, des articles de vulgarisation ou des sujets de concours peuvent servir de base de départ, mais ne peuvent se suffire à eux-mêmes. En particulier, l'approfondissement du sujet et le recul personnel sur celui-ci sont des critères essentiels. Les candidats ne doivent pas oublier que les examinateurs ont eux-mêmes accès à internet, qu'ils connaissent les sujets de concours classiques, et qu'ils disposent des revues de vulgarisation scientifique !

Sur le fond, nous attachons une grande importance à l'analyse des phénomènes en termes d'ordres de grandeur, de modèles, d'équations ou d'expériences. Par exemple, les notions de temps ou d'échelle caractéristiques sont cruciales, et permettent bien souvent de comprendre la physique d'un phénomène.

Lorsque c'est possible, toute expérimentation doit être menée. Ainsi, puisque nous avons eu cette année à subir une mode des cadrans solaires (avec un certain manque d'originalité chez de nombreux candidats), discuter de la mécanique céleste et de l'équation du temps sans construire un cadran solaire est très mal apprécié. Mais construire ou expérimenter nécessite bien sûr une analyse expérimentale aussi fine que

possible des résultats obtenus. Une expérience qui ne serait pas accompagnée par exemple d'une étude des sources possibles d'erreurs ainsi que d'une étude intrinsèque à la mesure de la précision expérimentale présente un intérêt bien limité. Nous avons ainsi vu plusieurs candidats confondre écart entre une mesure et un modèle théorique d'une part, et incertitude expérimentale d'autre part. Pour reprendre le cas du cadran solaire, particulièrement édifiant, certains candidats ont réalisé un cadran sans à aucun moment s'interroger sur sa précision. Aucun contrôle de son orientation par rapport au nord (géographique ou magnétique?), de la taille du style (effet sur la taille de l'ombre), de la taille du cadran... n'avait été effectué, de sorte que le candidat était incapable de dire si la précision de son cadran était de 30 s, 1 min, 3 min, 5 min, 10 min ... ?!

Nous insistons sur le fait que le rapport doit être concis. D'une part, cela oblige le candidat à un travail de synthèse qui a parfois manqué. D'autre part, nous rappelons que les examinateurs ne disposent des rapports que très peu de temps (quelques jours) avant l'épreuve, et qu'il y a des limites humaines à leurs capacités de lecture. La rédaction des rapports doit être soigneuse, les figures avec des légendes précises, les graphiques avec des indications sur les axes, et des unités. Les expériences sont appréciées du jury, comme nous l'avons dit plus haut. Cependant, nous ne pouvons nous satisfaire uniquement de photos du dispositif. L'essentiel doit consister en des tableaux de mesures et autres graphes, qui manquent très souvent, et qui doivent être discutés.

Un résultat contradictoire doit donner lieu au minimum à un commentaire. C'est la base de toute approche scientifique. Il est bien sûr évident que l'honnêteté intellectuelle doit être la règle : manipuler des résultats expérimentaux n'est pas la meilleure chose à faire, surtout lorsque les examinateurs s'en rendent compte ! Pour terminer avec cet aspect, nous rappelons aux candidats qu'une simulation numérique ne doit pas être confondue avec une expérience. En particulier, nous sommes surpris du nombre d'études de circuits électroniques s'achevant sur une simulation numérique du montage, alors qu'une réalisation expérimentale était tout à fait faisable.

Il est important de préciser que le candidat doit obligatoirement faire figurer une bibliographie et une liste de ses contacts, leur absence étant un élément de défaveur de la part du jury. Rappelons que lorsqu'un article est cité, son auteur, le titre de l'article, le nom de la revue qui l'inclut, la pagination, le numéro de la revue, et sa date de parution doivent impérativement être précisés. Pour un livre il faut au moins préciser l'auteur, le titre du livre, l'éditeur, la date de parution et la ville où il a été publié. Très peu de candidats ont hélas respectés ces critères élémentaires.

Toutes les remarques rapportées ci-dessus montrent que le rapport écrit entre comme élément d'appréciation non négligeable dans la note du candidat. Cependant, une grande part de l'évaluation de l'épreuve se fait lors de l'oral, au cours duquel la maîtrise réelle des thèmes abordés est sondée. Il se déroule sans aucun exposé préalable du candidat, qui répond au tableau aux questions du jury. Celles-ci peuvent être reliées étroitement au sujet du TIPE, mais aussi également s'en éloigner au cours de l'épreuve. Le jury teste la compréhension des notions de physique abordées dans le rapport, et il faut rappeler que le candidat devra répondre de toute notion ou équation figurant dans le texte, ou s'y rapportant naturellement. Par exemple, un candidat ayant travaillé sur les fibres optiques doit pouvoir donner des ordres de grandeur associés au phénomène, aux matériaux utilisés, aux longueurs d'onde des signaux utilisés. Ce point ne doit pas conduire les candidats à évacuer toute description théorique de leur rapport (car cela le vide très vite de tout contenu scientifique), mais à les aborder de façon maîtrisée (nous

nous étonnons toujours de voir certains candidats incapables d'expliquer telle ou telle formule de leur rapport, ou encore ignorants de connaissances de base reliées à leur sujet).

Par exemple, des raisonnements simples d'ordre de grandeur ou dimensionnels, des modèles unidimensionnels, des analogies, etc... sont toujours de très valables outils d'analyse. Savoir « adimensionner » une équation est en particulier apprécié. Concernant les sujets théoriques, nous insistons sur le fait que toutes les connaissances ou notions spécifiques qui sont explicitement mentionnées sont susceptibles de faire l'objet de questions. Pour citer quelques exemples, un candidat qui utilise la mécanique statistique doit maîtriser la notion de fonction de partition, de même qu'un candidat qui fait référence à la physique relativiste doit être capable de manipuler les transformations de Lorentz sans devoir se plonger dans ses notes. L'oral nous permet enfin de tester le niveau d'approfondissement du candidat et plus généralement sa culture scientifique. Ainsi un candidat qui traite de la datation radioactive peut s'attendre à des questions sur les interactions fondamentales, de même que les candidats traitant du cadran solaire ont été amenés à discuter d'astronomie et d'astrophysique avec le jury.

Sur le plan des connaissances académiques proprement dites, nous souhaitons mentionner un point non maîtrisé par plusieurs candidats. Il s'agit de la notion d'onde progressive. Plusieurs candidats, bien qu'à l'aise avec les notions mathématiques intervenant dans l'étude des équations d'onde, n'ont manifestement pas compris la notion d'onde qui se propage. Quoique quasiment tous capables d'écrire qu'une onde progressive unidimensionnelle est de la forme  $f(x - ct)$  ou  $f(x + ct)$ , ils sont incapables de dépasser le fait mathématique qu'une telle solution satisfait bien l'équation de D'Alembert. La notion physique de front d'onde est incomprise. En creusant avec eux cet aspect, certains candidats en viennent à affirmer que la fonction  $f$  se doit d'être sinusoïdale ! Une telle méconnaissance est particulièrement inquiétante à ce niveau. Rappelons qu'on ne saurait masquer la physique derrière des équations...

Enfin, nous rappelons que le jury ne considère pas l'adéquation au thème du programme comme importante, et est avant tout sensible aux candidats ayant produit un véritable raisonnement scientifique, et montré une maîtrise et un réel intérêt pour le sujet abordé. Nous conseillons également la lecture des rapports du jury des années précédentes, qui, toujours d'actualité, complètent ce texte.