

---

## EPREUVE : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE

ENS : PARIS – LYON – CACHAN

*Durée : 4 heures*      *Coefficients : PARIS option Physique 12 / Option chimie 8*  
**LYON 3 ou 4**  
**CACHAN 6**

**MEMBRES DE JURYS : P. ABRY, F. CHEVY, R. BERTHET, F. MOULIN, P. ODIER, G. REMY, L.-H. REYDELLET, F. TREUSSART, J.-M. TUALLE, L. VANEL et C. VOISIN.**

---

### Déroulement de l'épreuve

La session 2003 a eu lieu à l'ENS Cachan. Le jury était composé d'examineurs des trois ENS et chaque candidat a été interrogé par un binôme d'examineurs nommés par deux ENS différentes, afin d'harmoniser au mieux la notation.

Les sujets proposés couvrent l'ensemble du programme de Mathématiques Supérieures et Spéciales, et portent sur des domaines variés, qui peuvent éventuellement se recouvrir, tels que l'électronique, l'électricité, l'électromagnétisme, l'optique, la thermodynamique, la mécanique, l'hydrodynamique...

Après avoir tiré au sort leur sujet, les candidats reçoivent les consignes relatives au déroulement de l'épreuve. Il leur est indiqué qu'ils doivent rédiger un compte-rendu contenant notamment les tableaux de mesures expérimentales qu'ils ont faites, ainsi que les graphes qu'ils ont jugé utile de tracer. L'usage raisonné de la calculatrice est autorisé.

Après avoir dirigé les candidats vers leur poste de travail, les examinateurs s'entretiennent avec eux notamment pour s'assurer qu'ils connaissent les appareils de mesures mis à leur disposition et au besoin pour leur donner des indications. Les examinateurs reviennent ensuite régulièrement discuter en détail des résultats avec chaque candidat et lui poser quelques questions.

### Ce que l'on attend du candidat

Rappelons, comme chaque année trois points auxquels le jury accorde beaucoup d'importance dans son évaluation des candidats :

1. l'énoncé accompagnant l'expérience guide le candidat dans la mise en évidence des phénomènes étudiés et dans leur interprétation. Cependant, le jury attend du candidat qu'il prenne des **initiatives** dans la conduite des expériences. Une grande liberté est ainsi laissée au candidat pour établir le **protocole expérimental** qu'il juge adéquat.
2. les sujets proposés ne requièrent *jamaïs* d'analyse théorique poussée *de la part du candidat*, d'autant plus que celle-ci est parfois hors de portée de ce dernier. En revanche, le jury attend du candidat qu'il soit capable d'effectuer une modélisation simple de l'expérience en justifiant les approximations effectuées et les limites du modèle utilisé. Il souhaite également que le candidat sache trouver rapidement les **ordres de grandeurs** relatifs à l'expérience.
3. les mesures doivent être menées avec beaucoup de soin et les données brutes doivent aussi être reportées séparément dans le compte-rendu sous forme de tableaux. Le candidat **analyse** ensuite ces données et les confronte à un modèle. Pour ce faire, le choix d'une **représentation**

**graphique** appropriée sur papier est crucial, le jury ne pouvant hélas pas encore équiper chaque candidat d'un ordinateur personnel et de logiciels d'analyse de données. Pour que la représentation graphique soit efficace, il faut savoir ramener les lois physiques à des lois affines moyennant des changements de variables. Le candidat doit donc choisir judicieusement les combinaisons de paramètres à placer en abscisse et en ordonnée.

### **Quelques remarques générales**

Certains sujets sortent du cadre des TP faits dans l'année, et la plupart des candidats est souvent désemparée face à de tels sujets. Que ces candidats soient rassurés, le jury juge avant tout leur esprit d'investigation et leur démarche expérimentale.

Le jury a été surpris par le nombre grandissant de candidats qui hésitent sur les multiples ou sous-multiples des unités physiques. Ce qui pourrait être interprété comme une étourderie traduit plutôt un manque de contact avec la réalité expérimentale. Trop de candidats sont d'ailleurs peu à l'aise avec les manipulations pratiques. On voit par exemple trop souvent des mesures de courant en parallèle, des courts-circuits sur la masse...

L'estimation des erreurs de mesures se généralise, mais les candidats qui exploitent complètement ces erreurs sont encore trop rares. Comme nous le signalions dans le rapport 2002, les candidats ne savent pas estimer l'erreur sur la pente d'une loi affine, en encadrant par des droites extrêmes les points de mesures pondérées de leur barre d'erreur.

Le jury s'est réjoui par ailleurs d'avoir pu attribuer d'excellentes notes à de brillants candidats ayant démontré tout au long de l'épreuve l'étendu de leur savoir-faire expérimental.

### **Quelques remarques sur les thèmes plus spécifiques**

#### Exploitation et analyse des données

Les régressions linéaires effectuées sur les données à l'aide de la calculatrice entraînent le plus souvent des erreurs grossières d'estimation de pentes, sans doute dues à de mauvaises saisies des données. Répétons une fois de plus que les courbes non reportées sur papier ne sont pas prises en compte par le jury.

#### Electronique

Comme en 2002, nous constatons que les candidats n'ont pas de méthode pour mesurer précisément le temps de montée d'un processus transitoire, et qu'ils se contentent bien trop souvent d'un ordre de grandeur très grossier.

Les candidats ont souvent du mal à identifier les éléments d'un circuit électronique qui limitent la bande passante. Ils oublient fréquemment de prendre en considération les impédances des câbles et des appareils de mesure.

Enfin, quelques candidats ont trouvé insurmontable la conception de circuits électroniques élémentaires destinés à réaliser des fonctions simples.

### Electromagnétisme

Cette année, le jury a constaté à son grand étonnement que le phénomène d'induction n'était plus maîtrisé par un grand nombre de candidats qui ont, sur ce thème, les idées extrêmement confuses. Une expérience aussi simple qu'un aimant traversant une bobine a été interprétée de la façon la plus fantaisiste.

### Optique

L'emploi des lames à retard (lames minces biréfringentes) pose des difficultés aux candidats, qui pourtant en connaissent bien les principes théoriques. Il semble que de tels composants optiques ne soient jamais utilisés en TP pendant l'année.

Nous avons aussi remarqué cette année quelques candidats en grande difficulté devant des calculs simples de différence de marche pourtant indispensables dans de nombreuses situations (réseaux, minimum de déviation dans un spectroscopie à réseau, interféromètre de Michelson...).

### Mécanique

Les candidats éprouvent souvent des difficultés conceptuelles. La définition même du système mécanique étudié leur pose des problèmes, ce qui conduit souvent à des bilans de forces erronés.

Des mesures aussi simples que la période d'un pendule simple sont trop souvent inexactes, faute d'emploi d'un protocole expérimental adéquat et soigneusement mis en œuvre.

L'analogie entre les variables mécaniques et électriques pour les systèmes oscillants n'est pas bien maîtrisée.

Les candidats n'ont pas encore acquis le réflexe du changement de référentiel (galiléen vers non galiléen) pour faciliter l'interprétation de certaines expériences.

Le stroboscope est un instrument de mesure que certains candidats semblent découvrir pour la première fois. Son utilisation leur pose aussi souvent de grosses difficultés.

### **En conclusion**

Rappelons que la Physique est une science expérimentale, dont les avancées résultent d'un dialogue entre la théorie et l'expérience. Les candidats aux ENS, qui se destinent pour la grande majorité d'entre eux aux carrières de chercheurs ou d'enseignants dans ce domaine, doivent donc être sensibilisés autant à la pratique expérimentale qu'à l'apprentissage théorique. Ainsi, la rigueur du protocole expérimental mis en œuvre par ces candidats et le soin qu'ils apportent à leurs mesures font toujours partie des qualités principales que le jury de TP attend de leur part.