

Plus généralement, rappelons que toute épreuve écrite est d'abord un exercice de *réflexion*, non de rapidité.

## Sciences physiques

### Physique I

Le sujet de cette année traitait de l'application de l'effet Faraday à la mesure des courants forts, et portait essentiellement sur la partie électromagnétisme du programme. Il débutait par une question de cours sur les milieux, qui se prolongeait par une présentation de l'effet Faraday. Ces deux parties ont suffi à occuper le temps de la grande majorité des candidats. La fin du problème étudiait une application intéressante à la mesure des courants forts. Elle n'a malheureusement pratiquement pas été abordée.

Le problème démarre par une longue question de cours sur la propagation des ondes dans les milieux qui fut très discriminante. On distingue immédiatement les candidats bien préparés, maîtrisant leur cours et enchaînant les réponses de façon naturelle : ce sont toujours les meilleures copies. A l'opposé, et pour la première fois cette année, plusieurs copies blanches ont été rendues. Ce qui illustre une fois de plus que la connaissance du cours est une condition *sine qua non* à la réussite d'une épreuve de concours. La seconde partie abordait de façon progressive l'effet Faraday, qui rend le milieu anisotrope sous l'action d'un champ magnétique permanent. Globalement bien traitée, elle a avantage les candidats ayant un peu de méthode. Par exemple la question II A 3, où le résultat était donné, a conduit à des rédactions de trois lignes pour ceux qui pensent à utiliser les notations données en fin de question (ce qui nécessite une lecture préalable du sujet). D'autres ont besoin d'une copie entière pour le même travail. La troisième partie débutait par un préambule d'une page qui a visiblement découragé les candidats arrivés jusqu'à ce point. Cela est regrettable, car ceux qui ont pris la peine d'insister ont réussi à la traiter de façon tout à fait satisfaisante, creusant des écarts importants.

Soulignons enfin quelques points particuliers assez mal traités :

- **P** et **M** se mesurent en  $Cm^{-2}$  et  $Am^{-1}$  respectivement. Le grand nombre de mauvaises réponses montre que peu de candidats réalisent ce que représentent ces grandeurs, même s'ils connaissent les lois qui les régissent.
- Une susceptibilité complexe traduit un déphasage entre **P** et **E**.
- L'électron élastiquement lié était caractérisé par sa pulsation propre et sa constante de temps d'amortissement. Il fallait en déduire les expressions des forces correspondantes. Cela a beaucoup troublé les candidats, avec un grand nombre de résultats non homogènes.
- Une phrase trop souvent lue : «Le poids des électrons est négligeable car les électrons sont non relativistes».
- Le problème préconisait la notation  $\exp j(kx - \omega t)$ . Cela implique en particulier que la dérivation temporelle soit «traduite» par une multiplication par  $(-j\omega)$ , ce que très peu de candidats ont vu. Si l'on peut pardonner cette erreur au niveau des expressions mathématiques résultantes, elle a souvent malheureusement été la source d'interprétations farfelues, (confusion des polarisations circulaires gauche et droite en particulier).

Et terminons par les éternelles recommandations qui punissent sévèrement les rédactions peu consciencieuses :

- Si la plupart des points s'attribuent sans ambiguïté, il demeure toujours des cas où la notation repose sur l'intime conviction du correcteur. Le soin de la copie et la mise en évidence des résultats jouent alors souvent un rôle important.
- Une application numérique doit avoir un nombre de chiffres significatifs en rapport avec celui des données et une unité.
- Plusieurs points sont accordés aux schémas pour couvrir toutes les situations, de la vague allure à la courbe soignée et renseignée.

En conclusion, par sa progressivité, le problème a permis de bien classer les candidats. Sa structure révèle les ingrédients d'une bonne préparation aux concours : maîtrise des connaissances, méthode, détermination. Nous invitons les futurs candidats à s'en convaincre une fois de plus

### Physique II

Le problème de cette session portait dans sa majeure partie sur l'hydrodynamique, les autres disciplines étant réduites à la portion congrue, en l'espèce une seule question soit à qualité, soit à titre de modèle dans une plus générale. Bien construit et intéressant il proposait la modélisation de phénomènes sinon très courants, du moins assez connus pour que les candidats puissent faire appel à leurs connaissances extra-scolaires pour contrôler le bien fondé de certaines réponses. Faisant appel à des connaissances de première année comme de seconde année, partagé entre les questions «calculatoires», les applications numériques et les déve-

loppements qualitatifs, il a permis aux meilleurs candidats de montrer toutes les facettes de leur talent, et une bonne évaluation de tous grâce à un large étalement des notes.

### Sur la forme

La présentation matérielle des copies est «globalement positive». Il est dommage que quelques irréductibles semblent mettre un point d'honneur à gribouiller de véritables torchons, et à rédiger leurs réponses dans un désordre total : les correcteurs ont passé l'âge de cache tampon. Trop de candidats négligent encore de numérotter leur copies, ou pis, créent une pagination de fantaisie.

L'orthographe et la syntaxe sont encore trop souvent soumis à la question, ordinaire voire extraordinaire, et n'y résistent pas (la résonance devient la résonnance, voire la raisonnance ; la marée se perd dans un marais ou encore un astérisque transformé en astérix par quelque potion magique). Les schémas sont trop souvent microscopiques, l'absence ou la fantaisie des indications n'améliorant pas la situation.

Insistons, au risque de paraître rabâcher : la qualité de la présentation matérielle est une partie importante de l'entraînement au concours, au même titre que l'étude du cours ou la résolution des problèmes.

### Sur le fond

Nous abordons plus en détail la résolution du problème. Pour la commodité du lecteur, nous suivons l'ordre de l'énoncé, en omettant toutefois les questions qui n'appellent pas de remarques particulières. Avant tout, rappelons — une fois de plus — qu'il convient en premier lieu de lire avec soin l'énoncé, tout l'énoncé, ce qui permet d'éviter bien des erreurs grossières. Les correcteurs ont retrouvé, sans au long des copies, le défaut majeur, à savoir le manque d'explications. Beaucoup trop de résultats sont donnés sans justification. Sans doute les candidats comptent-ils sur la sagacité du correcteur pour faire le lien ou terminer le calcul ? un exemple frappant est la question I D 2 où il fallait déterminer la dimension du paramètre  $f$ .

### Partie I

Les candidats devaient établir, avec l'aide de l'énoncé, un certain nombre de relations de base du modèle d'écoulement fluide de Saint-Venant. Cette partie a été bien traitée dans l'ensemble (de l'ordre de 70% de réussite) et a donc peu contribué à creuser les écarts. Les erreurs les plus souvent trouvées sont des fautes de signe et /ou d'homogénéité. Dans la question I E 2, qui demandait la valeur numérique du paramètre  $f$ , les résultats sont plutôt fantaisistes et presque jamais commentés, malgré l'invitation pressante de l'énoncé.

### Partie II

Cette partie proposait l'étude d'une crue de rivière. Les correcteurs l'ont jugée très décevante, avec un taux de réussite de 35%.

- Question II A 2.  
Le changement de référentiel pose des problèmes à 85% des candidats. La plupart se contentent de recopier ou de paraphraser l'énoncé. D'autres se rabattent avec des succès divers sur les bonnes vieilles formules de première année, très peu songeant à utiliser le concept de dérivée particulière. En outre, pratiquement aucun ne se rend compte que le nouveau repère permet de suivre l'onde de crue.
- Questions II B 2 et II B 3.  
Les exposants  $p$  et surtout  $q$  caractérisant l'évolution de la crue (étalement et hauteur) sont établis sans justification et conduisent à des résultats... disons étonnants. Beaucoup trop de candidats trouvent que la hauteur de crue est fonction croissante du temps, au mépris de toute évidence. Un candidat pense résoudre le problème en précisant que : «...t varie proportionnellement à  $t$  ».
- Question II B 3 et IIB 4  
Les courbes demandées sont souvent fausses, et plus rarement encore construites avec soin. Les ordres de grandeur corrects des temps de décrue sont rarement obtenus, jamais commentés, même dans le cas de réponses aberrantes (quelques microsecondes !). Ceci explique le résultat désastreux sur ces questions, de l'ordre de 20%.

### Partie III

Il s'agissait ici de déterminer, toujours avec l'aide du modèle de Saint-Venant, les conditions d'apparition de remous à la surface d'une rivière.

- Questions III A  
La partie théorique et en général bien traitée (environ 80% des copies). L'interprétation concrète du nombre est souvent réduite à une paraphrase de l'énoncé, très peu de candidats ayant expliqué clairement qu'un cours d'eau rapide et peu profond acquiert un régime torrentiel, au contraire d'une rivière paisible. Les réponses à la question III A 4 sont le plus souvent (à 90%) farfelues, des prétextes aussi divers que fallacieux étant invoqués pour expliquer la limitation de l'amplitude de la perturbation.

- Questions III B 1 et III B 2

Application pratique des questions abordées en III A, elles ont été bien plus mal traitées par les candidats. L'exploitation de la droite en échelles logarithmiques conduit rarement à une valeur acceptable pour l'exposant, et la liaison avec le modèle de Saint Venant est peu concluante, les candidats faisant mal la différence entre la valeur courante de la pente est la valeur à partir de laquelle les ondulations apparaissent;

- Question III B 3

Seule question d'optique du problème, elle n'en a pas moins été mal traitée, pour ne pas dire maltraitée, par plus de 70% des candidats. Les explications fournies sont d'une grande diversité, y compris les farfelues : ainsi apparaissent les interférences, la diffraction etc. Nous devons signaler aussi une confusion certaine entre approximation de l'optique géométrique et conditions de Gauss.

## Partie IV

Cette partie était consacrée à l'étude qualitative des marées et de leur influence sur l'apparition d'une seiche dans un canal océanique. Les trois quart des candidats ont échoué, moins par manque de temps que par manque d'attention.

- Question IV A 1

Question qualitative sur l'origine des marées océaniques. Si beaucoup de candidats reconnaissent dans le premier terme l'attraction solaire, très peu identifient dans le second la force d'inertie associée au passage à un référentiel non galiléen. Une opinion assez répandue est qu'il s'agit de l'attraction du Soleil sur la Terre, mais d'autres points de vue sont exprimés, jusques et y compris «...la répulsion du Soleil sur la Terre...».

- Question IV A 2

Il s'agissait ici de montrer que la composante orthoradiale de la force de marée est nulle en quelques points remarquables. Beaucoup de candidats expliquent correctement, schéma à l'appui, qu'en  $\theta = 0$  ou encore en  $\theta = \pi$ , la force est radiale et ne peut donc posséder de composante orthoradiale. Par contre le cas  $\theta = \pi/2$ , qui demandait un petit développement limité, est superbement ignoré ou, au mieux, jugé tout à fait évident, ce qui bien sûr dispense de toute analyse.

- Question IV A 3

La périodicité des marées semble un mystère pour la plupart (85%) des candidats. La réponse la plus fréquente est 24 h, ou plutôt 86 400 s, Système International oblige, mais les correcteurs ont trouvé d'autres valeurs, telles 6h voire 1 an.

- Question IV A 4

La comparaison des marées d'origine lunaire avec les marées d'origine solaire a été fatale à plus de 90% des candidats, alors qu'un simple calcul de rapport des forces donnait sans coup férir la bonne réponse. La plupart des candidats ont simplement recopié l'énoncé, quelques autres se distinguant par des réponses originales, ainsi : «...les distances Terre-Lune sont beaucoup plus grandes que les distances Terre-Soleil...»

- Questions IV B 1

Ces questions plus mathématiques sont dans l'ensemble bien traitées sauf la dernière, l'analogie avec la corde de Melde (IV B 1 d), où les candidats refont la théorie des cordes vibrantes, ce qui n'était bien sûr pas la question posée. Signalons en passant les habituelles confusions et méprises dans le maniement des lignes trigonométriques :  $\sin \psi = 0$  donc  $\psi = \pi/2$  et l'équivalent pour le cosinus. Un candidat se plaint que la valeur numérique du rayon de la Terre ne soit pas précisée.

- Questions IV B 2

Ces questions ont été peu abordées, par manque de temps semble-t-il. Elles étaient pourtant aisément rentables pour les candidats qui pouvaient s'y attaquer. Peu de candidats ont une notion claire de la seiche, c'est-à-dire de la mise en résonance d'une masse d'eau soit par la marée, comme dans l'exemple choisi, soit par d'autres actions comme dans la plupart des lacs. Le phénomène décrit ici est souvent qualifié de raz de marée. Signalons encore des valeurs numériques aberrantes, ainsi la vitesse (IV B 1 b) varie-t-elle de quelques millimètres par seconde à plusieurs dizaines de kilomètre par seconde, sans étonner autrement les candidats.

## Conclusion

Pour terminer, soulignons deux remarques générales, hélas récurrentes :

Les candidats sont bien plus à l'aise dans les questions calculatoires que dans l'interprétation des résultats expérimentaux. Pour beaucoup, la physique du problème (la physique tout court ?) apparaît comme déconnectée de la vie quotidienne, ce qui ne laisse pas d'être préoccupant pour de futurs ingénieurs.

Les applications numériques sont malmenées ou ignorées. Les résultats aberrants n'attirent aucune critique et leur commentaire est inexistant, même quand l'énoncé le réclame explicitement.

Cela étant, les correcteurs ont trouvé une élite brillante, étayant de solides connaissances par un jugement sûr et une remarquable qualité d'exposition, éclipsant la queue de peloton, manifestement égarée dans un concours dépassant largement ses possibilités.