

2.2.C - PHYSIQUE I - Filière PSI

I) REMARQUES GÉNÉRALES

L'épreuve de Physique I PSI 2006, d'une longueur très raisonnable, proposait l'étude hydraulique puis électrique d'une turbine de production d'électricité. Le jury a eu le plaisir de lire un certain nombre de bonnes copies, traitant avec rigueur la quasi-totalité du sujet et qui ont logiquement obtenu de très bonnes notes.

À l'inverse, certains candidats se sont contentés de répéter les résultats affirmés par l'énoncé, confondant paraphrase et démonstration et obtenant finalement des notes très basses tout en ayant « survolé » une partie importante du problème.

Le jury souhaite donc rappeler, cette année encore, deux vérités qui concernent sans doute toutes les disciplines scientifiques et toutes les filières du concours :

- rien ne remplace la **connaissance du cours** ;
- la première qualité exigée des candidats est la **rigueur** dans le raisonnement.

II) REMARQUES PARTICULIÈRES

La première partie (étude de la conduite forcée) était entièrement centrée sur des applications et des critiques de la relation de Bernoulli, que l'énoncé demandait de citer avec ses conditions d'application (une **question de cours** donc). Le jury a été surpris de ne pas attribuer les points prévus à toutes les copies !

Signalons ici les trop nombreux candidats qui font ici l'hypothèse d'un **fluide au repos** dans la conduite forcée... pour parvenir au calcul d'une **vitesse d'éjection** de ce même fluide, donnée d'ailleurs dans l'énoncé, et qui est de l'ordre de celle d'un TGV en pleine vitesse !

Les **applications numériques** ne doivent pas être négligées ; rappelons cette année encore qu'elles ne sont prises en compte au barème que si elles vérifient deux conditions :

- une valeur numérique juste, avec un nombre de chiffres significatifs **raisonnable** (en rapport avec les données de l'énoncé, et pas avec la capacité d'affichage d'une calculatrice) ;
- l'indication de l'unité, de manière explicite et raisonnable (une longueur ne s'exprime ni en « SI » ni en $N \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$).

Ces applications permettent les **commentaires qualitatifs**, et les réponses aux questions « physiques » posées au fil de l'énoncé. Les candidats doivent savoir que ces questions sont fortement valorisées par le barème, mais que la réponse attendue doit toujours être :

- **précise** (un commentaire du genre « c'est très faible » ou « c'est très grand » ne veut rien dire) ;
- **argumentée** (le candidat peut ainsi faire preuve de ses connaissances pratiques, comparer des ordres de grandeur, évoquer des analogies...);
- et, bien sûr, appuyée sur la **Physique** du problème (et non pas sur des considérations relevant seulement du calcul).

À titre d'exemple, lorsqu'il est demandé de calculer la vitesse de sortie de l'eau au bas d'une conduite forcée (évaluée dans le cadre théorique des théorèmes de Bernoulli) et de la comparer à une valeur mesurée (plus faible que la précédente), le candidat qui évoque sur un même plan les frottements dans la conduite, les fluctuations de la pression atmosphérique et la diminution du champ de pesanteur terrestre sur une hauteur de 300 mètres ne donne pas une image flatteuse de ses qualités de raisonnement.

Cette pratique a pourtant été retrouvée dans bon nombre de copies : on propose au correcteur « **en vrac** » toutes sortes d'arguments, à lui de faire le tri ! Il va sans dire que le correcteur garde alors pour lui les points qu'il a mérité.

Au contraire, les candidats qui évoquaient ici en une phrase même brève les **pertes de charge** montraient qu'ils connaissaient les limites du modèle qu'ils avaient développé auparavant, et recevaient logiquement tous les points prévus au barème pour cette question.

La deuxième partie (étude de la turbine Pelton) fournissait une application assez classique des bilans de grandeurs extensives ; toutefois, peu de copies ont obtenu ici la totalité des points proposés au barème, même en ayant obtenu les relations attendues, par suite d'un **manque de rigueur** dans leur établissement.

Un écoulement **permanent** exige bien sûr un écoulement en translation **rectiligne et uniforme** mais aussi des augets **immobiles**, d'où le changement de référentiel proposé par l'énoncé, très mal justifié par la majorité des candidats.

Non, le dédoublement des augets de la turbine Pelton ne permet pas de doubler la puissance disponible ! Sinon, pourquoi ne pas tripler, quadrupler, etc. le nombre d'augets ?

Le calcul du transfert de quantité de mouvement du jet d'eau à la turbine n'a été traité de manière complètement satisfaisante que dans un nombre très faible de copies, essentiellement du fait d'une définition trop vague du **système** (ouvert) **étudié** mais aussi, dans beaucoup de copies, à cause d'une absence de **schéma soigné** qui aurait permis d'éviter de nombreuses erreurs d'orientation (la quantité de mouvement est une grandeur vectorielle !) ou des bilans inexacts (c'est une grandeur extensive).

Le candidat qui détermine, pour le rendement énergétique de la turbine, la valeur $\eta = 2$ avant de conclure qu'une telle valeur est « prometteuse pour l'utilisation de l'appareil » n'est, hélas, qu'un des nombreux candidats qui n'ont pas fait preuve du **sens critique** qu'on est en droit d'attendre d'eux. De même, lorsque le candidat est amené à déterminer le rayon de la turbine et à commenter le caractère réaliste ou non du résultat obtenu, un simple coup d'œil à la **photographie** proposée par l'énoncé suffisait à conclure.

La dernière partie du problème (étude de l'alternateur) proposait une étude des phénomènes électrocinétiques et électrodynamiques (induction) régissant la production d'un courant électrique (triphase). Aucune connaissance des courants triphasés n'était bien sûr indispensable ici ; les quelques copies qui ont cité des résultats hors programmes (théorème de Ferraris, etc. n'en ont pas profité).

Il était par contre nécessaire de connaître la somme des racines complexes de l'unité. Un bon nombre de copies n'en a pas fait mention, alors qu'on peut imaginer que la même question posée dans une copie de Mathématiques aurait amené la bonne réponse.

Beaucoup de copies ont aussi affirmé sans aucune justification la relation $e_k = Z_k i_k$ « comme si elle était évidente » alors que e_k n'était **pas** la tension aux bornes de l'impédance Z_k !

Le réseau d'alimentation industriel ne se caractérise ni par une valeur de tension efficace (220 V n'est que la valeur distribuée pour les applications domestiques) ni par une valeur de puissance (une copie peu optimiste proposant 1 MW pour l'ensemble du réseau EDF !) mais bien par une **fréquence** unique, dont on peut estimer qu'elle fait partie du bagage minimum de connaissances pratiques d'un futur ingénieur.

La détermination du facteur de puissance des circuits de charge de l'alternateur a mené à de nombreuses erreurs, la plus fréquente étant l'oubli d'un facteur trois. Un nombre impressionnant de copies affirme alors **cos $\varphi = 2,4$** , résultat encadré ou souligné sans commentaire avant de passer à la suite !

La fin du problème (champ tournant et couple des forces de Laplace) n'a été traité de manière satisfaisante que dans un petit nombre de copies.

Enfin (et pour l'ensemble du problème) l'emploi systématique de formules familières (« on applique Bernoulli »), une graphie ou une orthographe défaillante (« l'énergie hydraulique ») ne sont pas sanctionnés en temps que tels ; cependant, une telle attitude ne peut manquer d'imposer, dans l'esprit du correcteur, une disposition d'esprit défavorable. Au cas où par exemple la suite de la copie présenterait une lacune ou une ambiguïté, le candidat peut s'attendre à être évalué avec plus de sévérité.

Les étudiants ont donc tout intérêt à **soigner la rédaction** de leur copie, même (ou surtout) dans les parties et questions les plus faciles.

III) CONCLUSION

Au risque de se répéter, le jury encourage les candidats aux futures sessions du concours :

- à comprendre et apprendre, d'abord et avant tout, les **résultats du cours** ;
- à ne négliger aucune question, en particulier les **applications numériques** et les **questions de compréhension**, qui doivent être rédigées avec soin.

Une bonne gestion de la durée de l'épreuve doit comporter une phase de **lecture** initiale de l'**énoncé complet**, permettant aux étudiants de savoir dans quelle direction l'auteur veut les emmener.

Les étudiants doivent ensuite procéder à la **relecture** de leur propre travail, question après question puis de manière plus globale, en se posant les bonnes questions :

- ai-je bien répondu à **toutes les questions** posées ?
- les **résultats** que j'ai établis semblent-ils justes (homogènes, raisonnables, etc.) et en liaison avec l'esprit général du problème (les questions précédentes et suivantes, les résultats donnés par l'énoncé, etc.) ;
- enfin, suis-je satisfait de la **rédaction** (lisible et compréhensible) de ma réponse ?

Les très bonnes copies lues cette année prouvent que la réussite est à la portée de certains et, pourquoi pas, du plus grand nombre !