

1/ CONSIGNES GÉNÉRALES :

Le sujet de Physique de la filière PC était constitué de trois problèmes indépendants et de poids très différents.

Le premier, intitulé « Éléments de thermohydraulique », relevait de la thermique, de la thermodynamique et de la mécanique des fluides. Le second, intitulé « Lunette astronomique », relevait de l'optique géométrique. Le troisième, nommé « Récupération d'énergie vibratoire », portait sur la dynamique des vibrations dans un référentiel non galiléen, l'électrostatique et l'induction.

Le premier problème était relativement très guidé, avec un aspect calculatoire prononcé mais sans difficultés techniques particulières. Seule la question A.2.1 demandait une réflexion personnelle. Le second problème qui relevait du programme de première année de CPGE, était classique. Le dernier problème était plus original de par sa présentation mais aussi à travers le questionnement de la première partie qui demandait une réflexion basée sur l'exploitation des connaissances de physique. Ce sujet permettait à un étudiant sérieux de valoriser ses connaissances, ses savoir-faire et d'obtenir une note honorable.

Les problèmes étaient progressifs et comportaient plusieurs points d'entrée indépendants ce qui devait permettre aux candidats d'aborder leurs divers aspects. Ce sujet avait un énoncé relativement long mais semblait, a priori, pouvoir être abordé dans sa globalité en quatre heures. Si la majorité des candidats ont abordé les trois problèmes, peu ont proposé une réponse à toutes les questions. Les correcteurs ont été interpellés par la lenteur des candidats. De nombreux candidats ont eu une démarche active de recherche de points et ont laissé de côté les questions les plus qualitatives ou les plus difficiles. Les réponses aux questions de compréhension ont souvent été décevantes.

Il ressort de cette correction que beaucoup de candidats sont incapables de mener à bien des calculs numériques simples. De trop nombreux candidats ne réagissent pas à des résultats numériques complètement aberrants (puissance de la pompe qui vaut $1,4 \cdot 10^{11}$ W, $f = 2 \cdot 10^6$ alors que l'on indique dans l'énoncé une valeur de 0,015, etc.). De plus, les précisions numériques attendues sont trop souvent négligées. Par ailleurs, il faut être particulièrement attentif aux unités et au respect de l'homogénéité des expressions. Il a aussi été noté un manque de rigueur scientifique dans l'expression écrite : confusions entre force et énergie, entre débit massique et volumique, etc. Enfin, les futurs candidats doivent garder à l'esprit que des points sont prévus pour les formules littérales et les applications numériques.

Egalement, les correcteurs déplorent un nombre important de résultats « balancés » sans la moindre justification, alors qu'ils sont tout sauf évidents et ne sont, en tout cas, certainement pas des formules à connaître par cœur. Il en découle une impression que les candidats ne sont pas capables de mener un raisonnement rapide pour retrouver le résultat. Ceci a été particulièrement remarqué avec le problème B. A contrario, les formulations du théorème de Gauss et de la force d'inertie d'entraînement sont souvent méconnues.

Les correcteurs notent une bonne qualité générale des présentations des copies mais la rédaction est trop souvent réduite à sa plus simple expression. Le barème 2015 a tenu compte, comme l'année précédente, de la qualité de présentation et de rédaction des copies. Pour les prochaines sessions du concours, il importe de maintenir la qualité de présentation des copies et d'améliorer leur rédaction (la communication écrite est au cœur du métier d'ingénieur).

La correction des copies a fait ressortir un certain nombre d'erreurs récurrentes qui font l'objet de l'analyse détaillée ci-après.

2/ REMARQUES SPECIFIQUES :

Problème A

La première partie de ce problème était consacrée à l'étude de la thermique simplifiée d'une plaque de combustible nucléaire sans sa gaine. La deuxième partie conduisait à l'élaboration du profil radial de température du combustible avec sa gaine. La troisième partie permettait l'évaluation des pertes de pression, ce qui fixait une première contrainte quant au dimensionnement de la pompe associée au circuit primaire. Ces trois parties A.1, A.2 (à l'exception de la question A.2.2 liée à la partie A.1) et A.3 étaient indépendantes.

A.1- Cette première partie qui était une application assez directe du cours a permis à de nombreux candidats de prendre des points.

A.1.1- Bien que l'expression littérale a souvent été trouvée, de très nombreux candidats se sont trompés dans l'application numérique notamment à cause des conversions numériques.

A.1.2- Un pourcentage non négligeable de candidats n'ont pas su trouver la fonction $T(x)$ sachant que sa dérivée seconde est une constante... D'autres n'ont pas répondu complètement à la question et n'ont pas donné l'expression littérale de T_{max} . Cette dernière n'est pas toujours simplifiée. Globalement, cette question a plutôt été réussie.

A.1.3- La parabole est souvent dessinée comme une gaussienne. Des courbes en température négative ont été tracées... Des applications numériques fausses pour beaucoup malgré des formules correctes.

A.1.4- La question sur la vitesse des fluides a donné lieu à des explications désastreuses voir invraisemblables. Beaucoup de candidats n'ont pas bien compris l'utilité d'un fluide de refroidissement.

A.2- Cette partie, qui faisait appel à l'esprit d'analyse des candidats, s'est avérée difficile à traiter convenablement pour la majorité des candidats. Cette question s'est révélée assez « classante ».

A.2.1- L'élimination des profils n°3 et n°4 est indiquée par beaucoup mais les justifications avancées sont souvent trop imprécises voire fausses. Par contre, peu de candidats ont éliminé le profil n°2. Une mauvaise lecture de cette question a donné : « est-on en régime permanent ? ». Le calcul de la température à l'interface a posé des difficultés à de nombreux candidats. Ceux qui ont pensé à écrire la conservation du flux thermique à l'interface obtiennent rapidement la bonne expression. D'autres résolvent l'équation de la chaleur dans les deux milieux et déterminent toutes les constantes d'intégration et parfois obtiennent la bonne expression de la température à l'interface.

A.2.2- Question assez peu traitée. Le lien avec les résultats des questions précédentes n'a pas toujours été fait et le profil de température radial dans le combustible a été représenté trop souvent par des segments de droite.

A.3.1- Question très moyennement traitée. De nombreuses erreurs dans la démonstration. L'opérateur divergence n'est pas maîtrisé.

A.3.2- La question la mieux réussie. Néanmoins, beaucoup de candidats oublient de comparer h_s à h'' , voire de conclure.

A.3.3- Question bien traitée en général.

A.3.4- Les différents termes ont assez peu souvent été correctement identifiés (termes vus comme des énergies et non comme des forces) de même que le nom du bilan. La relation demandée a été majoritairement trouvée même si certains candidats ont fait plusieurs erreurs de calcul qui se sont compensées.

A.3.5- D'une façon générale, il y a eu des erreurs d'unité sur les pertes de pression et des erreurs de signe. Non connaissance pour certains que : $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N.m}^{-2} = 1 \text{ kg.m}^{-1}.\text{s}^{-2}$.

A.3.5.a- Question globalement bien traitée.

A.3.5.b- Des erreurs de calcul pour la vitesse massique.

A.3.5.c- Question globalement bien traitée.

A.3.5.d- Trop peu de candidats ont décrit correctement ce que représente le nombre de Reynolds. Le plus souvent, le candidat a expliqué qu'il permet de savoir si l'écoulement est laminaire ou turbulent.

A.3.5.e- L'équation aux dimensions a été rarement bien posée et bien résolue.

A.3.5.f- Beaucoup d'erreurs pour cette question, la pression étant considérée comme une grandeur extensive.

Problème B

Ce second problème était classique. Globalement traité par l'ensemble des candidats, il fut assez classant. En effet, beaucoup ne maîtrisent pas le tracé des rayons lumineux ce qui n'a pas manqué d'interpeller les correcteurs.

B.1.1- Nombreux sont les candidats qui n'ont pas compris le principe de l'accommodation de l'œil. Il y a une confusion de notation entre F_1' et F_2 (foyers image de l'objectif et foyer objet de l'oculaire) et f_1' et f_2 les distances focales de ces mêmes lentilles.

B.1.2- Les conditions de Gauss sont rarement complètement connues. Il y a fréquemment eu une confusion entre la cause (rayons paraxiaux) et les conséquences (stigmatisme et aplanétisme approchés). Les schémas sont très souvent approximatifs. Le grossissement est parfois trouvé juste avec un schéma faux ou directement donné sans justification.

B.2- Beaucoup ont donné le résultat sans la moindre justification, malgré un bon schéma qui, une fois correctement analysé, leur aurait donné le résultat quasiment immédiatement.

B.3- Il est dommage que les candidats n'aient pas illustré leurs propos d'un schéma. Par ailleurs, beaucoup associent automatiquement diaphragme et diffraction.

B.4- Question qui a donné lieu à un florilège d'explications folkloriques. Les termes : diffraction, réfringence, réfraction, biréfringence, etc. sont utilisés indifféremment pour désigner le même phénomène non vraiment identifié.

Problème C

C.1- Les trois premières questions (questions ouvertes) ont généralement été mal traitées, parfois même non comprises. Plusieurs candidats ont rédigé des réponses comme s'il s'agissait d'une problématique de métrologie : « si les vibrations sont trop petites, on ne pourra les mesurer... on sera gêné par le bruit... ».

C.1.1- Le terme « limitations » n'a pas été compris. Peu de candidats ont réalisé que le système résonant doit fonctionner à sa fréquence de résonance.

C.1.2- Cette question a permis des réponses intéressantes.

C.1.3- Trop de candidats se contentent d'un oui ou d'un non sans aucune justification argumentée. Quasiment aucun ne se sont aventurés sur un calcul d'ordre de grandeur.

C.1.4- Peu abordée dans son ensemble. Sur les quelques étudiants qui ont réussi à déterminer l'amplitude de déplacement, très peu ont réussi à trouver l'énergie maximale récupérable.

C.2.1- Erreur de signe très fréquente ($l_{eq} = l_0 - \frac{m \cdot g}{k}$) et pas détectée bien que totalement aberrant.

C.2.2- Question très mal traitée, soit parce que l'étudiant oublie que le référentiel n'est pas galiléen, soit parce qu'il exprime mal la force de rappel du ressort. La dynamique en référentiel n'est pas maîtrisée.

C.2.3- Le passage à la notation complexe est maîtrisé mais certains candidats essaient toujours de truquer pour aboutir à la fonction de transfert donnée alors que leur équation initiale est fausse. Par ailleurs, à partir de la bonne fonction de transfert, les candidats ont été en général incapables de déterminer le type de filtre dont il s'agissait : soit les raisonnements asymptotiques étaient faux, soit la conclusion était erronée. Peu ont pensé à préciser l'ordre du filtre.

C.2.4- Question qui a souvent donné lieu à de bonnes réponses.

C.2.5- Question traitée de façon incomplète dans la majorité des cas.

C.3.1- L'application complète et rigoureuse du théorème de Gauss n'a été que trop rarement bien effectuée. Les invariances ont assez souvent été bien données mais les symétries ont été rarement bien faites. La surface de Gauss a rarement été indiquée. Quand les bons résultats ont été obtenus, c'est plus grâce à la mémoire des candidats que par leur démarche. Enfin, il y a eu des problèmes d'homogénéité quant à l'expression de la capacité C du condensateur plan. Cette question s'est révélée très classante.

C.3.2- Question en général bien traitée par ceux qui ont obtenu l'expression de C . Malheureusement, quelques candidats pensent que le minimum de la fonction sinus est zéro.

C.3.3.a- Très bien traitée.

C3.3.b- Question quasiment jamais traitée.

C.4- Si le mot « induction » a souvent été proposé, l'explication propre du phénomène a souvent été confuse, voire fausse. Certains candidats ont évoqué le théorème d'Ampère ou encore la force de Laplace... La loi de Lenz a été plus citée que la loi de Faraday.