

# Rapport de l'épreuve physique I PSI

MM. PETITJEAN et SIMOND

Dans l'ensemble, les résultats de candidats ont été convenables. Le sujet a été classant avec une moyenne de 10,97 et un écart type de 3,46. Cette année, la présentation et l'orthographe ont été évalués. Seules 10% des copies ont été sanctionnées.

Dans le détail,

## Problème A : L'entropie dans le système respiratoire

### Etude d'un écoulement dans un tuyau : Etude locale

A.1. Analogie à électrostatique, l'étude des invariances a peu posé de problèmes.

A.2.3. Quelques candidats se sont trompés dans la loi de conservation :  $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div } \vec{v} = 0$  (oubli de  $\rho$ )

A.4. Si l'expression de Navier-Stokes a surpris quelques élèves, la plupart ont soit transformé le terme  $\frac{1}{2} \overrightarrow{\text{grad}} \left( \frac{v^2}{2} \right) + \overrightarrow{\text{rot}} \vec{v} \wedge \vec{v}$  en  $\vec{v} \cdot \overrightarrow{\text{grad}} \vec{v}$  soit effectué le calcul qui se simplifiait bien : en effet, comme  $v$  ne

dépendait que de  $r$ ,  $\overrightarrow{\text{rot}} \vec{v} = \left( \frac{\partial}{\partial r} \vec{e}_r \right) \wedge v \vec{e}_z = - \left( \frac{\partial}{\partial r} v \right) \vec{e}_\theta$  et  $\overrightarrow{\text{rot}} \vec{v} \wedge \vec{v} = -v \left( \frac{\partial}{\partial r} v \right) \vec{e}_r$  qui se simplifiait avec

$\frac{1}{2} \overrightarrow{\text{grad}} \left( \frac{v^2}{2} \right) = v \left( \frac{\partial}{\partial r} v \right) \vec{e}_r$ . Contrairement à ce qu'ont affirmé certains candidats, les deux termes ne s'annulent pas séparément. Le jury a tenu compte de cette petite difficulté dans la correction.

A.5 Certains ont oublié la constante d'intégration :  $P = \frac{P_0 - P_L}{L} z$

A.6. Si le calcul n'a pas posé de problème, le tracé a été souvent faux car  $r$  ne varie pas entre  $-R$  et  $R$  ou on ne demandait pas le tracé des lignes de courant.

### Etude d'un écoulement dans un tuyau : Etude globale

A.7-8 Les étudiants ont eu parfois de mal à faire la différence entre étude globale et locale : les forces pressantes sur les disques de rayon  $r$  ne sont pas  $\vec{f} = -\overrightarrow{\text{grad}} P$ . On a même eu la poussée d'Archimède !

NB : un  $\mu$  s'était glissé par erreur dans les variables mais cela n'avait pas d'influence car  $v(r)$  était donné et on voyait facilement que  $\mu$  n'intervenait pas.

### Résistance hydraulique

A.9 -A10 La principale erreur se situe dans la définition du débit et de la vitesse moyenne :  $Q = v(R) \cdot S$  ou  $Q = \int_s v dr$  par exemple.

A.11 Aucun candidat n'a su expliquer que la différence venait du profil des vitesses

A.12. Peu savent ce qu'est un écoulement laminaire et que le nombre de Reynolds,  $R_e < 1000$ .

Pour certains, «  $R$  doit être inférieure à une certaine valeur ! » On a même eu droit à des rayons limites allant de  $10^{-9} m$  à  $10^{+9} m!$ .

### Association de résistances hydrauliques

A.13-15 : Peu de problème sauf parfois pour le « diviseur de courant » et de « tension ». Les candidats doivent penser à simplifier les formules.

## L'arbre bronchique et l'entropie

A.16-A.20 Si le calcul du volume n'a pas posé de problème, celui de la résistance a été plus difficile. Certains ont oublié que  $l$  variait aussi avec  $h$ , les résistances ont été toutes associées en série alors que pour une génération, elles sont en parallèles, etc...

A.21-23 : Partie rarement traitée, ou alors le 2<sup>nd</sup> principe a été souvent massacré.

## Problème B : Effet de peau dans différents domaines

### Préliminaires :

B.1 Ces questions à priori faciles ont posé de grosses difficultés :  $C$  en farad ou en mètre par seconde! De même, certains candidats se sont limités à l'analyse dimensionnelle et n'ont pas donné l'unité.

B.2.3 Idem en sens inverse pour retrouver la dimension d'une relation donnée.

B.4. Le jury attendait la résolution de l'équation caractéristique. Certains candidats n'ont fait que vérifier la solution en l'injectant dans l'équation différentielle.

### Effet de peau en électromagnétisme

B.7 Idem, un calcul numérique était nécessaire pour justifier l'approximation

B.8-10 RAS sinon qu'il fallait calculer le rayon du fil si on le compare à  $\delta$

B.12 Peu ou pas de justification.

### Effet de peau en thermodynamique

B.15 On attend des explications en français autre qu'une simple formule. Souvent confusion entre bilan macroscopique et différentiel :  $\Delta H = \delta Q$  !

On a vu des remarques « pertinentes » comme « on enterre les canalisations pour éviter les inondations ! »

### Effet de peau en mécanique des fluides

B.22 Les éléments de symétrie n'ont pas toujours été donnés.

B.23. Contrairement au A.4, la résolution en cartésienne ne posait pas de difficultés

Toutefois, l'énoncé supposait les phénomènes de pesanteur négligeables donc  $P$  n'est pas une fonction affine de  $z$  mais constant. Certains candidats de mauvaise foi ont affirmé trouver que  $P$  était bien une fonction affine de  $z$  !

B.24 Le passage des complexes aux grandeurs réelles a posé souvent de gros problèmes.