

Banque BCPST Inter-ENS/ENPC - Session 2016

Rapport de jury sur l'épreuve écrite de physique

Écoles concernées : ENS de Cachan, ENS de Lyon, ENS de Paris, ENPC

Coefficients (en % du total concours) :

- Cachan : 06,15 %
- Lyon : 06,61 % (Bio)- 08,26 % (ST)
- Paris : 01,41 % (Bio)- 02,11 % (ST)
- ENPC : 06,25 %

Membres du jury :

V. Langlois, A. Raoux, M. Castelnovo, B. Laforge, J.-F. Léger

Le sujet de Physique BCPST portait sur les processus physiques intervenant dans les techniques de traitement des eaux. Il était trop long pour être terminé dans le temps imparti mais les trois problèmes indépendants permettaient aux candidats d'aborder des parties variées du programme (mécanique des fluides et du point, processus diffusifs, thermodynamique). Chaque problème était introduit par quelques questions très proches du cours. L'interprétation pratique des résultats obtenus était valorisée dans plusieurs questions.

Quelques statistiques

Le niveau des copies était particulièrement hétérogène, avec un écart-type supérieur à la moitié de la moyenne, et le niveau des meilleures copies largement supérieur à la médiane ; ce qui a nécessité pour la notation finale de choisir une moyenne générale assez basse (07/20) pour un écart-type de 03,78. Notons un grand nombre de copies excellentes: les meilleurs candidats ont engrangé environ les 2/3 du total des points.

Commentaires généraux

Il est plus facile de résoudre les questions en ayant lu correctement l'énoncé ! Par exemple, l'introduction du premier problème stipulait clairement que le niveau d'eau du réservoir était fixé, et ne mentionnait pas un canal à section circulaire. De plus, il est recommandé de suivre les notations de l'énoncé plutôt que d'en introduire de nouvelles pour des variables identiques. Enfin, l'homogénéité des résultats doit faire l'objet d'une vérification et permet facilement d'éviter des erreurs (le fait qu'une variable soit notée t ne suffit pas à conclure qu'elle représente un temps). En particulier, le jury a souvent relevé des phrases du type : « $t=10^{-5}$ s $\ll 1$ », ce qui n'a aucun sens. Une grandeur ne peut être comparée qu'à une autre grandeur de même dimension.

Problème 1 : Décantation

- Pour l'application de la relation de Bernoulli, si beaucoup de candidats ont questionné la stationnarité de l'écoulement en régime turbulent, très peu se sont interrogés sur la pertinence de l'hypothèse de fluide parfait. Nombreux sont ceux qui ont considéré que le critère d'un écoulement laminaire était nécessaire et suffisant.
- Il n'est pas toujours clairement assimilé que dans la loi de Stokes, c'est la vitesse relative entre la particule et l'écoulement qui intervient.
- L'application du principe fondamental de la dynamique au problème de sédimentation d'une sphère a posé énormément de difficultés, alors que celui-ci constitue un exercice très

classique. Il est particulièrement surprenant que de nombreux candidats aient inclus la vitesse dans la somme des forces appliquées (parmi lesquelles la poussée d'Archimède a souvent été oubliée). Enfin la projection sur l'axe vertical a posé beaucoup de problèmes (l'obtention d'un temps caractéristique négatif devrait attirer l'attention des candidats).

- La résolution de l'équation différentielle obtenue a également été source d'erreurs, de nombreux candidats concluant que la vitesse d'une bille en sédimentation diminue avec le temps.
- Le choix de la longueur caractéristique intervenant dans le calcul d'un nombre de Reynolds n'est pas toujours pertinent. De manière récurrente, l'obtention d'une vitesse « petite » menait à la conclusion que l'écoulement rampant, alors que le calcul du nombre de Reynolds correspondant était attendu.
- L'obtention du flux surfacique de sédimentation était réalisable à l'aide d'un calcul de bilan, qui n'a été que très rarement effectué. De nombreux candidats ont par conséquent traduit l'idée que « les flux se compensent » par leur égalité vectorielle, alors que c'est leur somme qui doit être nulle.
- Dans le modèle de Rouse, donner le nombre caractéristique sans dimension intervenant dans la solution $C(z)$ ne consistait pas à le réécrire en fonction de $C(z)$. Par ailleurs, l'obtention d'une concentration divergente doit soulever des questions de vraisemblance du modèle.

Problème 2 : Flocculation

- La réalisation de bilans (ici en nombres de particules) en géométrie sphérique n'est pas maîtrisée. Le fait que les formules de l'aire et du volume d'une sphère soient souvent mal connues n'y est sans doute pas étranger.
- L'écriture d'une équation différentielle sous la forme compacte $\frac{d}{dr}(r^2 \frac{dC}{dr})=0$ doit suggérer au candidat d'intégrer directement une première fois, plutôt que de développer et obtenir une équation plus complexe.
- Les deux questions demandant explicitement une analyse dimensionnelle ont été très peu réussies. La vitesse angulaire y a très souvent été exprimée en m.s^{-1} au lieu de rad.s^{-1} .

Problème 3 : Osmose inverse

- La définition précise d'un potentiel thermodynamique n'est que très rarement connue. Certains candidats semblent confondre cette notion avec celle de potentiel chimique.
- Beaucoup de candidats ont conclu trop rapidement que l'eau passait d'un compartiment à l'autre à la seule condition qu'il existe une différence de pression non nulle, faisant ainsi fi du calcul réalisé auparavant sur les potentiels chimiques (mais tout en écrivant par la suite que l'équilibre impliquait l'égalité de ceux-ci). La notion de pression osmotique (notamment pour son rôle en biologie), fait pourtant l'objet d'une mention spécifique du programme.
- Le calcul des concentrations molaires en ions Na^+ et Cl^- , connaissant la concentration massique totale en sel, a été très peu réussi.
- Le débit par unité de surface a trop souvent été exprimé en $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$.
- Notons que très peu de candidats ont mentionné l'inconvénient environnemental du rejet en mer d'une eau beaucoup plus salée.

* * *