

# Physique-chimie 1

## Présentation du sujet

Le problème posé comporte trois parties indépendantes qui étudient divers aspects de la distribution d'eau d'une agglomération. Les thèmes abordés sont :

- la mécanique des fluides à propos de l'étude des pertes de charge dans les conduites ;
- l'étude des caractéristiques hydrauliques d'une pompe centrifuge avec analyse de documents ;
- la conversion de puissance avec le remplacement des moteurs asynchrones par des moteurs synchrones.

## Analyse globale des résultats

La majorité des problèmes rencontrés par les candidats relève des points suivants :

- beaucoup de réponses sont rédigées sous forme d'affirmations non argumentées ;
- les questions ne sont pas lues avec suffisamment d'attention : à titre d'exemple beaucoup de candidats perdent du temps à démontrer le premier principe pour un système ouvert alors qu'il est simplement demandé de l'utiliser, les candidats ne doivent pas oublier de traiter chacune des sous-parties des questions ;
- trop peu de candidats font preuve d'esprit critique sur leurs résultats, pertes de charge de l'ordre de 1 000 km, puissance d'une pompe de l'ordre du GW ! Le jury conseille aux futurs candidats de bien prendre le temps d'analyser chaque résultat numérique.

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

### Partie I

**I.A.1)** Trop souvent des réponses vagues et peu précises : confusion entre régime laminaire et écoulement parfait. L'homogénéité des relations obtenues est trop rarement vérifiée. La confusion entre le premier principe appliqué à un système ouvert en régime permanent et le premier principe appliqué à un système fermé est fréquente. Les grandeurs manipulées doivent être maîtrisées, notamment énergies, énergies massiques et énergies volumiques.

**I.A.2)** Beaucoup de candidats utilisent mal l'équation de Navier-Stokes qui est hors-programme. Les valeurs données aux constantes d'intégration — quand celles-ci ne sont pas omises — sont rarement justifiées avec rigueur. Il est surprenant de constater que la surface d'un disque peut être méconnue. Pensez à utiliser  $\text{div}(\vec{v}) = 0$  pour cet écoulement.

**I.B.1)** Le bilan d'énergie cinétique à travers une section est trop peu utilisé pour justifier l'expression de  $P_c$ . Le barème valorise les candidats qui justifient que  $z$  et  $p$  sont uniformes sur une section lors de l'intégration pour aboutir à l'expression fournie de  $\bar{H}$ . Le calcul de  $\alpha$  pour l'écoulement de Poiseuille est rarement mené jusqu'à son terme.

**I.B.2)** L'utilisation du diagramme de Moody est très rarement expliquée et la lecture des échelles est souvent erronée (facteurs  $10^{-1}$  ou  $10^{-2}$  non repérés). Ces erreurs conduisent à des valeurs aberrantes des pertes de charge qui auraient dû attirer l'attention des candidats. Certains utilisent  $f = 64/R_e$  alors que l'écoulement n'est pas laminaire.

## Partie II

**II.A.1)** Beaucoup de candidats ont utilisé une analyse dimensionnelle pour répondre à cette question et cela a été en général mené correctement.

**II.A.2)** La lecture du rendement sur la figure 2 a engendré beaucoup d'erreurs, avec le plus souvent une confusion des courbes.

**II.B.1)** La conservation du débit en régime permanent est rarement évoquée pour justifier la mise en parallèle des deux pompes.

**II.B.2)** Cette question ouverte a été très peu abordée. Il était judicieux de construire un nouveau diagramme relatif aux deux pompes en parallèle avec la somme des débits en abscisse.

**II.B.3)** L'expression fournie pour la puissance électrique est souvent correcte mais les applications numériques sont fausses compte tenu des erreurs précédentes. De fait, très peu de candidats peuvent conclure sur l'effet du « vieillissement ».

**II.B.4)** Peu de candidats ont pensé à utiliser la vitesse des pompes ( $3\,200\text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$ ) pour calculer le couple de chaque moteur. Il est conseillé de prendre du temps pour bien analyser toutes les informations fournies par les divers documents (graphes, données numériques...).

## Partie III

**III.A.1)** La relation entre  $\vec{B}$ ,  $\vec{H}$  et  $\vec{M}$  est loin d'être connue par tous. Il convient d'insister à nouveau sur la nécessité d'une connaissance parfaite du cours pour aborder l'épreuve.

**III.A.2)** Le fait que l'énoncé précise que le champ ne dépende pas de la variable  $r$  n'autorise pas à la retirer des expressions ou à la remplacer par 1.

**III.A.3)** Les angles  $\theta$  et  $\alpha$  sont souvent confondus. On peut conseiller aux candidats de reproduire un schéma qui précise les angles.

**III.B.1)** L'intensité du courant enlacé qui intervient dans le théorème d'Ampère est algébrique. Le jury a sanctionné tout calcul de champ non justifié par une étude préliminaire rigoureuse des symétries du problème. À ce sujet, le plan  $(M, x, z)$  n'est pas un plan d'antisymétrie. Quelques candidats confondent le théorème d'Ampère et le théorème de Gauss.

**III.B.2)** Il convient d'être précis lorsque l'on donne le nombre d'encoches (sur la circonférence totale ou sur un quart de celle-ci ?). L'origine de l'axe des abscisses (figure 6) a très rarement été déterminée correctement.

**III.B.4)** Il est conseillé aux candidats de réviser les formules trigonométriques de base pour aborder une épreuve de Physique.

**III.B.5)** Pour cette question, déterminer l'expression du champ total ne suffit pas : il faut justifier que celui-ci est un champ tournant à la vitesse angulaire  $\omega_s$ .

**III.C.1)** Beaucoup d'erreurs pour cette question de cours de base (oubli de l'exposant sur le champ magnétique ou de la perméabilité relative).

**III.C.2)** Le résultat des intégrations ne peut pas être fourni sans justification ; il est même « surprenant » que des candidats semblent connaître l'aboutissement de ces calculs par cœur.

**III.D.2)** Les candidats n'ayant pas réussi à répondre aux questions précédentes tentent d'utiliser leurs formules de cours sans arriver à relier les grandeurs à celles proposées dans le sujet.

## Conclusion

Conformément aux remarques de détails développées pour chaque question, le jury a constaté une forte corrélation entre la qualité de rédaction tant au niveau de la clarté que de la rigueur et la note attribuée à chaque copie. Il a apprécié les justifications des différentes étapes des démonstrations, d'autant plus quand celles-ci étaient menées pas à pas avec rigueur. Les signes qui changent comme par magie d'une étape à l'autre, ou les grandeurs qui apparaissent soudainement sans raison, afin d'arriver coûte que coûte au résultat escompté, ne placent jamais le correcteur dans de bonnes dispositions pour la suite de la lecture de la copie.

Comme chaque année, nous nous permettons de faire remarquer aux futurs candidats qu'avec une bonne connaissance du cours, il était possible d'obtenir une bonne note en faisant correctement et rigoureusement un nombre raisonnable de questions du sujet et qu'il est indispensable de parcourir l'énoncé en entier au début de l'épreuve pour cerner les parties les plus abordables.