

## 1/ CONSIGNES GÉNÉRALES

Le sujet abordait le thème des chauffe-eaux et s'appuyait sur les capacités des programmes de première année et de deuxième année. Il était constitué de trois parties indépendantes. La partie I s'intéressait à la comparaison entre un chauffe-eau électrique et un chauffe-eau thermodynamique, en détaillant le procédé d'une pompe à chaleur ditherme. La partie II portait sur le principe de fonctionnement d'un thermostat en abordant un comparateur à hystérésis. Enfin, la partie III interrogeait sur la question de l'entretien d'un chauffe-eau avec les thèmes des transformations chimiques en solution aqueuse et du transfert thermique par conducto-convection.

Le sujet comportait de nombreuses questions guidées et un très grand nombre d'entrées, qui pouvaient permettre aux candidats de poursuivre le sujet sans avoir traité les questions précédentes. Il se composait de questions de restitution de connaissances nécessaires pour répondre aux questions nécessitant une réflexion. Un certain nombre de questions invitaient le candidat à extraire des informations de documents mettant en avant les compétences « S'approprier » et « Analyser ».

## 2/ REMARQUES GÉNÉRALES

Le sujet était relativement long mais les bonnes copies ont généralement abordé un grand nombre des questions. Ces candidats ont su mettre en œuvre leurs connaissances pour répondre aux questions qui demandaient raisonnement et réflexions telles que la détermination du travail reçu par le fluide de la part du compresseur, la compréhension du fonctionnement du thermostat grâce au comparateur à hystérésis, l'influence du pH sur la solubilité du calcaire, le bilan d'énergie sur un cylindre de tartre ou encore l'utilité de l'électrode de magnésium.

Malgré la présence de bonnes copies, les correcteurs déplorent des copies d'un niveau très faible, pour lesquelles même les questions de restitution de connaissances ne sont pas abordées ou encore des copies satisfaisantes, pour lesquelles les questions de chimie ne sont souvent pas traitées correctement. Les candidats ne doivent pas négliger cette partie.

Les correcteurs rappellent que les réponses doivent être justifiées d'autant plus lorsque le résultat attendu est précisé dans une question.

La rédaction a été globalement soignée, les résultats mis en valeur, qu'il s'agisse d'expressions littérales ou de mots-clés dans les réponses argumentées, ce qui laisse une impression favorable. Cependant, certaines copies ont des ratures inadmissibles. Les correcteurs conseillent aux candidats de barrer proprement. La majorité des candidats a abordé les questions dans l'ordre mais les correcteurs trouvent encore des réponses en plein milieu d'une partie sans aucun rapport, ce qui n'est pas souhaitable.

Les correcteurs attirent également l'attention des candidats sur le vocabulaire scientifique qui doit être maîtrisé, les applications numériques qui doivent comporter une unité correcte et un nombre cohérent de chiffres significatifs. Ne pas hésiter à critiquer un résultat clairement aberrant.

## 3/ REMARQUES SPÉCIFIQUES

### PARTIE I - CHAUFFAGE DE L'EAU CONTENUE DANS LA CUVE

**Q4.** L'identification de la source froide et de la source chaude est souvent erronée.

**Q5. et Q6.** La définition d'une transformation adiabatique n'est pas bien connue, elle est souvent confondue avec une autre transformation (isobare, pas d'échange de température,...) et sa représentation dans le diagramme de Clapeyron (ou de Watt) pose des problèmes : elles sont souvent assimilées à des isobares. La représentation du cycle est trop rarement justifiée.

**Q9.** L'efficacité de Carnot pour une PAC est connue mais son établissement à partir du premier et du deuxième principe a posé quelques difficultés. Attention aux erreurs de signe des échanges d'énergie  $W$ ,  $Q_f$  et  $Q_c$ . Les candidats indiquent parfois un signe  $-$  à  $Q_f$  ou  $Q_c$  alors que ce sont des grandeurs algébriques, il en découle bien entendu d'autres erreurs.

**Q12.** Le terme d'irréversibilité apparaît rarement.

**Q16.** Une erreur de signe sur une majorité de copies dans l'expression du transfert thermique  $\delta Q_c$ .

**Q18.** Des erreurs dans l'intégration.

### PARTIE II - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU THERMOSTAT

**Q20.** Il est regrettable qu'un grand nombre de copies ne cite pas l'ohmmètre comme instrument de mesure pour relever la valeur de la résistance de la thermistance.

**Q21.** Savoir déterminer l'unité du coefficient directeur d'un graphe.

**Q22.** La diode est un dipôle passif. Le tracé de sa caractéristique idéalisée est souvent faux.

**Q27.** La loi des nœuds en termes de potentiels est rarement évoquée mais le théorème de Millman est souvent maîtrisé.

**Q29. à Q32.** L'analyse de l'influence de la diode passante ou bloquée sur l'évolution de la tension différentielle menant au tracé de la caractéristique du comparateur à hystérésis n'a pas toujours été bien argumentée.

### PARTIE III - ENTRETIEN DU CHAUFFE-EAU

#### III.1 - Problème de calcaire

##### III.1.A - Provenance du calcaire

**Q33.** Il faut savoir déterminer le nombre d'électrons de valence à partir de la configuration électronique d'un atome dans son état fondamental.

**Q34.** Pratiquement aucun candidat n'a réussi à établir la représentation de Lewis de l'ion hydrogénocarbonate. Il était demandé de l'établir ; il était attendu la détermination du nombre de paires de valence à répartir sur la structure, la représentation de Lewis. Un commentaire sur les règles du duet et de l'octet aurait été le bienvenu. Il est très regrettable de trouver de manière récurrente l'atome de carbone réalisant plus de 4 liaisons !

**Q35.** L'expression littérale d'une constante d'acidité pose problème à un grand nombre de candidats. On rappelle que la constante d'acidité est la constante d'équilibre associée à la réaction d'un acide dans l'eau.

**Q37.** Il aurait été bienvenu de justifier que  $pH = pK_A$  lorsque la concentration de l'acide est égale à la concentration de la base en exploitant la Q35.

**Q39.** L'équation de dissolution du carbonate de calcium dans l'eau a été rarement écrite correctement.

**Q40.** La définition du produit de solubilité est rarement connue. L'activité d'un solide est égale à 1.

**Q41. à Q43.** Des questions pratiquement jamais traitées. Pour la Q41., la réponse étant donnée dans l'énoncé, une soigneuse justification via la stœchiométrie et le détail de l'expression de la solubilité de l'ion carbonate étaient attendus. Trop peu de copies justifient correctement. Seules les très bonnes copies font le lien entre les questions précédentes ( $K_A$ ,  $K_S$  et  $s$ ) et l'expression de  $ps$ .

**Q44. à Q46.** De nombreuses confusions entre  $ps$  et le produit de solubilité  $K_S$  et entre  $ps$  et  $s$ . Et en conséquence une interprétation fautive de l'évolution du dépôt de calcaire en fonction du  $pH$  ou de la température. Les réponses sont rarement justifiées.

### III.1.B - Formation de calcaire à la surface du thermoplongeur

**Q47.** L'unité du flux thermique (puissance thermique) n'est pas le weber mais le watt.

**Q48.** Question peu traitée ou de manière peu rigoureuse. Le vecteur surface est souvent faux dans la démonstration de l'équation différentielle régie par le vecteur densité de flux thermique  $j(r)$ .

**Q49.** La loi de Fourier est connue de bon nombre de candidats.

**Q53.** Pour définir la résistance thermique, l'analogie avec la loi d'Ohm est connue mais trop souvent la variation de température utilisée est l'opposé. On rappelle que la résistance thermique  $R = \frac{e}{\lambda S}$  n'est valable qu'en symétrie axiale ce qui n'était pas le cas dans le problème.

**Q56.** La détermination de l'épaisseur minimale à partir de laquelle le tartre augmente l'isolation thermique n'a pas été comprise. Il s'agissait de l'épaisseur à partir de laquelle la résistance devenait supérieure à la résistance en l'absence de tartre et non de l'épaisseur pour laquelle la résistance était minimale.

**Q57.** Question peu traitée. Il s'agissait d'analyser l'avantage d'un thermoplongeur à rayon élevé pour avoir une résistance faible.

**Q58.** La dimension étant donnée dans le sujet, il était important de justifier le lien entre le watt et le joule.

**Q59.** Il fallait utiliser l'analyse dimensionnelle de la question précédente pour déterminer le rapport de la durée d'établissement du régime permanent au sein du thermoplongeur et de la durée d'établissement du régime permanent au sein d'un dépôt de tartre d'épaisseur  $e \approx r_0$ .

**Q60.** La question précédente permettait de conclure à l'allongement du temps pour atteindre le régime permanent en présence de tartre.

### III.2 - Électrode sacrificielle de magnésium

**Q61.** Pour établir l'équation d'une réaction d'oxydo-réduction, il est nécessaire d'écrire les deux demi-équations d'oxydo-réduction. Sur une majorité de copies, les correcteurs déplorent la présence d'électrons dans l'équation de la réaction. Penser à écrire l'équation en milieu basique lorsque la solution est basique.

**Q62.** Les candidats ont souvent su déterminer la position relative de chacune des espèces sur le diagramme  $E - pH$  en le justifiant par le nombre d'oxydation du magnésium et par le caractère acide de  $Mg^{2+}$  par rapport à  $Mg(OH)_2$ .

**Q63. et Q64.** Pour déterminer une équation de frontière, il est nécessaire d'écrire la demi-équation d'oxydo-réduction en milieu acide pour exploiter la formule de Nernst et de connaître l'activité chimique d'un constituant. Les correcteurs attirent l'attention sur le fait qu'il est important de commenter un résultat lorsqu'il est en désaccord avec le graphe.

**Q65.** L'information concernant l'absence d'influence de la température a perturbé bon nombre de candidats. Beaucoup y font allusion à mauvais escient. Trop peu de copies mentionnent le fait que deux espèces chimiques situées dans deux domaines disjoints de prédominance et/ou d'existence réagissent entre elles.

**Q66.** La définition d'une anode n'est pas toujours connue ou trop approximative.

**Q67. et Q70.** Le caractère plus réducteur du magnésium par rapport au fer de la cuve était à évoquer pour montrer que son oxydation allait mener à la formation d'ions hydroxyde et donc favoriser le dépôt de tartre.

**Q72.** Parmi les quelques candidats ayant abordé cette question, peu ont tenu compte du lien entre la quantité de matière de magnésium et la quantité de matière d'électrons échangés.

## 4/ CONCLUSION

Les correcteurs rappellent qu'il est important d'apprendre son cours régulièrement pour qu'à la fin des deux années de classes préparatoires, les candidats se forment de solides connaissances sur lesquelles ils puissent s'appuyer dans leur futur. Trop souvent les réponses à des questions portant sur de la restitution de cours ou des raisonnements déjà effectués durant ces deux années, sont erronées ou mal justifiées alors qu'un apprentissage régulier aurait permis de répondre. La maîtrise du cours de chimie permet notamment à un candidat de pouvoir souvent se distinguer d'un autre.