



1/ REMARQUES GÉNÉRALES

Le texte paraît clair et a été bien compris de façon générale. Naturellement, les copies montrant une compréhension imparfaite correspondent à des candidats présentant beaucoup d'autres difficultés.

Des résultats sont donnés de mémoire, la justification peut être laborieuse. On peut noter aussi la présence de résultats n'ayant aucune valeur générale (par exemple, la condition de roulement sans glissement). Des questions simples sont parfois passées sous silence.

Il s'agit d'un sujet présentant quatre parties indépendantes avec de nombreuses questions de cours et des applications directes, ceci permettant de contrôler si les connaissances de base sont acquises. Beaucoup de questions ont été traitées, les sujets paraissant probablement assez simples aux yeux des candidats.

On note que certains produits vectoriels simples ne sont pas correctement calculés. Les erreurs de signe concernant les projections de forces sont nombreuses. Des résultats non homogènes, peu nombreux, concernent essentiellement les questions finales sans doute traitées trop rapidement. Les candidats ont peu de regards critiques pour ce qui est des applications numériques.

En thermodynamique, l'équation de la chaleur en notation complexe pose des difficultés. Certains ne connaissent rien du fonctionnement d'une PAC : signes faux dans les bilans, efficacité non connue.

2/ MÉCANIQUE

Exercice I

Le mouvement proposé est plan, ce qui est connu de tous, mais la démonstration n'est pas toujours bien claire.

Quelques difficultés anecdotiques :

- moment cinétique écrit sans la masse,
- confusion entre axe et demi grand axe,
- confusion entre foyer et centre d'une ellipse (nettement plus grave).

Des réponses données à partir de la mémoire (probablement celle de la calculatrice) ne sont pas toujours justifiées.

Exercice II

La relation de roulement sans glissement comporte très souvent une erreur de signe, ce qui démontre, soit un manque de technique, soit une incompréhension de la physique du problème (plus probablement).

Quelques difficultés marginales :

- moment cinétique confondu avec énergie cinétique,
- des produits vectoriels très simples mais écrits de façon incorrecte.

Une question simple n'est que peu traitée (les deux questions finales n'étant, elles, quasiment jamais traitées : bonne gestion du temps ?).

3/ THERMODYNAMIQUE

La partie thermodynamique comportait deux exercices indépendants et s'articulait autour d'un thème commun : la géothermie.

Les objectifs de ces exercices étaient de tester les candidats sur :

- la maîtrise des connaissances de base du cours, de première comme de deuxième année,
- la prise de recul, l'analyse et le sens physique.

Le premier exercice est un classique : il s'agit d'un effet de peau thermique. On montre qu'après quelques mètres sous la surface du sol, les variations superficielles de température sont totalement amorties. Cela permet de disposer un thermostat de pompe à chaleur, étudié dans le deuxième exercice.

Les exercices proposés étaient accessibles, classiques, avec des nombreux points d'entrée. Quelques questions nécessitant une réflexion plus avant étaient proposées.

Il y a, comparativement aux sessions antérieures, moins de copies très faibles. Néanmoins, on aurait pu s'attendre, sur un sujet aussi standard, à une meilleure réussite de l'ensemble.

Nous tenons donc à attirer l'attention sur la méconnaissance du cours de base qui a fortement pénalisé les candidats : définitions non sues et confusions en sont les exemples les plus fréquents.

La thermodynamique ne se résume pas à un ensemble de formules. Il s'agit avant tout d'une science concrète, dans laquelle le bon sens (physique) doit prendre une place importante. De nombreuses questions y faisaient appel et leur succès a été très mitigé.

Signalons également que les très bonnes copies sont moins nombreuses que les années précédentes.

Exercice III

A quelques points près, cet exercice, faisant peu appel aux connaissances directes du cours, a été bien traité dans l'ensemble.

III.1. Les invariances sont rarement évoquées.

III.2. $\vec{j}_{th}$ est une grandeur locale. $\vec{E} = -\overrightarrow{grad}(V)$ n'est pas analogue à la loi de Fourier.

III.4. Le calcul de $\sqrt{j}$ a posé énormément de difficultés.

III.5 & III.7. Questions bien traitées. La notion d'effet de peau est bien connue des candidats.

III.8. Il ne fallait pas se restreindre aux variations quotidiennes de température.

III.9. Cette question a posé beaucoup de difficultés. Exprimer Δt en secondes n'était pas très parlant.

III.10. Il ne faut pas croire que, puisque le modèle néglige un ou plusieurs phénomènes (souvent bien identifié(s) des candidats par ailleurs), alors il perd toute pertinence. De par les ordres de grandeurs de L_{10} et Δt obtenus, le modèle est pertinent. Des exemples de la vie de tous les jours en sont l'illustration.

Signalons, en outre, que cette question fut, pour une bonne partie des candidats, un « refus d'obstacle ». On attend d'un futur ingénieur qu'il sache certes calculer, mais aussi discuter du résultat de ses calculs.

Exercice IV

Cet exercice a montré que les candidats ne connaissent pas leur cours, en témoigne le peu de succès des premières questions qui étaient préparatoires à l'étude quantitative de la pompe à chaleur (PAC).

IV.1. On déplore la confusion entre diagramme de Clapeyron et diagramme de phase.

IV.2. Les relations de base du cours sont ignorées.

IV.3.a. Le sens physique est à privilégier pour définir une efficacité, ainsi que son domaine de définition. La très grande majorité des candidats croit que $0 < e < 1$ pour une PAC et se trompe sur les signes des échanges d'énergie, ce qui montre qu'ils n'ont pas compris le principe d'une PAC.

IV.4.a. Il est surprenant de voir de nombreux candidats tracer le diagramme sans considérer la courbe de saturation. Comment étudier une machine mettant en jeu des transitions de phase si l'on oublie celles-ci dès le diagramme de Clapeyron ?

IV.4.b. et c. Si la question **b** fut bien traitée, la question **c** a donné lieu à des réponses parfois fantaisistes.

IV.5.a. La notion d'aire algébrique n'est pas bien connue.

IV.5.b. et c. Ces questions nécessitaient de la réflexion. Elles ont permis à certains candidats de se démarquer.

IV.6 à 10. Ces questions, les dernières de l'énoncé, constituaient l'étude quantitative de la PAC. Elles ont été très peu traitées. Cela est peut-être dû au fait que les candidats ont manqué de temps. Rappelons qu'il est toujours utile de lire l'intégralité du sujet avant de commencer celui-ci, afin de repérer les points délicats et ceux plus simples – ce qui était le cas de ces questions.

4/ CONCLUSIONS

Les deux sujets comportent de nombreuses questions indépendantes, parfois même simples. Les questions proches du cours et les applications directes nombreuses permettent de tester le niveau d'assimilation des candidats.

De nombreux points ont été correctement traités. De façon générale, la présentation des copies est acceptable. L'écart-type des notes obtenues paraît assez marqué, ce qui permet d'espérer que ces sujets ont permis de classer correctement les candidats.

Les résultats de la partie thermodynamique ne sont certes pas catastrophiques (du fait du « grappillage » pratiqué par les candidats), mais on aurait pu s'attendre à mieux compte-tenu de l'accessibilité des exercices proposés.

Cette partie a permis de montrer que, si les candidats savent faire preuve d'une certaine technicité (résolution de l'équation de la chaleur en complexe), ils pèchent fortement par la méconnaissance de notions de cours (exercice IV), ainsi que par le manque de sens physique.

Dans la liste des conseils qu'un étudiant de CPGE reçoit de ses professeurs, le fait de savoir son cours, d'y avoir réfléchi et de faire preuve de sens physique figure très certainement en bonne place. Nous encourageons vivement les futurs candidats à appliquer ces conseils, qui contribueront significativement à leur réussite aux concours.

La moyenne de l'épreuve est de 9,53 et l'écart type de 3,51.