



1/ Présentation de l'épreuve

Le sujet de l'épreuve portait sur l'étude d'un compresseur à spirales et plus précisément sur l'étude des caractéristiques de ce compresseur afin de valider deux performances attendues.

Dans la première partie, on présente le fonctionnement de ce compresseur et on étudie le mouvement de la spirale mobile par rapport à la spirale fixe puis la durée de la compression.

Dans la deuxième partie, on étudie d'abord une modélisation mathématique de la spirale fixe sous forme d'une courbe pour aboutir à son tracé. La spirale mobile est modélisée par une seconde courbe obtenue par translation d'un vecteur tournant de la spirale fixe. On vérifie dans cette partie que les spirales forment une chambre de compression étanche et que le mouvement est possible (étude des tangentes). Enfin, on calcule le rapport volumétrique de ce compresseur.

Dans la troisième partie, on étudie l'équilibrage du compresseur permettant de réduire les vibrations.

Le sujet est de longueur raisonnable mais le principe de fonctionnement du système étudié, qui n'est pas simple, a semble-t-il perturbé beaucoup de candidats qui n'arrivent pas à répondre aux questions simples de la première partie.

2/ Remarques générales

Le sujet est conforme au programme de TSI des matières SII et mathématiques des deux années.

Les points du programme de mathématiques abordés sont :

Étude de suites, inégalités, dérivation, calcul vectoriel, étude de courbes (tableau de variations, tangente, tracé, longueur), calculs trigonométriques, déterminants (calculs et utilisation des propriétés), intégration par parties, calcul d'intégrales.

Les points du programme de SII abordés sont :

Cinématique, théorie des mécanismes, cinétique et dynamique.

Les correcteurs s'attendaient à de meilleures copies étant donné le nombre de questions jugées faciles.

Comme les trois dernières années, nous n'avons pas constaté de réelles améliorations du niveau scientifique des copies. Il semblerait qu'une fois encore les candidats soient très mal à l'aise et pas suffisamment préparés à ce type d'épreuve, mêlant deux matières scientifiques qu'ils étudient. La compréhension des liens entre les disciplines est pourtant fondamentale, et l'appui sur des bases mathématiques solides en vue d'analyser une problématique concrète est indispensable pour de futurs ingénieurs. À titre d'exemple, les candidats ne devraient pas être gênés lors d'une dérivation par rapport à une variable notée s plutôt que x ou t comme ils en ont probablement souvent l'habitude.

Les correcteurs ont noté de nombreuses lacunes dans les connaissances de base (dérivation, manipulation de fractions, de vecteurs...) ainsi qu'un manque de rigueur dans la formulation de certaines réponses.

Nous signalons aussi que la phrase « il est évident que », n'est pas considérée comme un argument, ni l'affirmation « d'après mes calculs, on trouve le résultat », lorsque les dits calculs n'apparaissent pas sur la copie.

Dans ce sujet, de nombreuses questions donnent le résultat à obtenir. Beaucoup trop d'étudiants l'obtiennent alors coûte que coûte, en partant d'un résultat de départ faux, quitte à s'arranger avec les « détails » ! Ce n'est évidemment

pas une bonne attitude : ces candidats ont été lourdement sanctionnés. D'autres, aussi nombreux, dans le même cas de figure, partant d'un résultat faux, déroulent un calcul juste et signalent qu'ils n'obtiennent pas le résultat attendu. Ceux-là ont obtenu tous les points de la question.

Sur la forme, les correcteurs ont apprécié le soin et la présentation générale des copies : clarté, propreté, réponses mises en avant.

Il y a cependant quelques copies très mal présentées et d'autres pour lesquelles on n'arrive pas à déchiffrer jusqu'au numéro des questions. Leur correction devient alors très difficile, voire impossible.

3/ Remarques particulières question par question

Q1) C'est une question très simple, correctement abordée par la plupart des candidats. Cependant, il est très regrettable de voir certains candidats ne pas utiliser les notations imposées ou confondre torseurs cinématiques et torseurs des actions mécaniques.

Q2) Trop de candidats ne savent pas ce qu'est une fermeture cinématique.

Q3) Beaucoup de candidats ne savent pas ce qu'est le rang d'un système.

Q4) Cette question a été dans l'ensemble correctement réalisée par les candidats ayant fait les deux premières.

Q5) Beaucoup de candidats confondent liaison (glissière) et mouvement.

Q6) ou Q7) Très peu de réponses pertinentes. La critique des modèles proposés et des hypothèses formulées est une spécificité de cette épreuve, la plupart des candidats ne traitent pas ces questions. Ceux qui les abordent correctement montrent qu'ils ont compris l'esprit de l'épreuve.

Q8) Beaucoup de bonnes réponses pour l'ordre des valeurs, l'intervalle a parfois été trouvé.

Q9) Dépend de la Q8 peu abordée.

Q10) Bien traitée dans l'ensemble malgré des affirmations peu rigoureuses et un nombre important d'écritures du type $\overrightarrow{OM} = x(s) + y(s)$, qui est une réponse bien confuse pour justifier que la fonction vectorielle est périodique.

Q11) Peu abordée, il s'agissait de remplacer s par $s + 2\pi$ à deux endroits, ce qui semble trop difficile pour beaucoup de candidats.

Q12) Largement abordée mais plus de la moitié de réponses fausses pour le calcul de la dérivée du vecteur $\overrightarrow{OM}(s)$ principalement à cause de la dérivée d'un produit. Cela a eu des conséquences très graves sur la suite puisque c'était la seule formule non donnée et qui servait dans la suite.

Q13) à Q16) Questions peu réussies, notamment à propos des tangentes à une courbe, notion qui semble très mal connue et très vague.

Q17) Mal comprise. Il est assez inquiétant de voir autant de copies partir du résultat de la question pour aboutir au résultat croyant avoir démontré quelque chose.

Q18) Quelques réponses justes et bien menées mais trop souvent on part d'un côté pour arriver à l'autre de manière assez rapide et énigmatique. Il est rappelé que les correcteurs attendent une démonstration rigoureuse, et identifient tous les raccourcis ou inexactitudes, qui sont systématiquement sanctionnés.

Q19) Bien dans l'ensemble. Ici encore, la réponse étant donnée, on attend des justifications.

Q20) Très faible réussite pour cette question souvent mal comprise.

Q21) Très bien traitée. Quelques candidats ne semblent pas connaître la formule $\cos^2(x) + \sin^2(x) = 1$.

Q22) Souvent abordée, les calculs sont traités par composantes alors que l'énoncé avait mis en place la possibilité d'utiliser les propriétés des déterminants. Pour la moitié des candidats, le calcul démarre avec une erreur d'un calcul précédent mais trop souvent se termine avec la réponse attendue (et donnée dans l'énoncé !). Quelques candidats, dont les copies sont truffées d'erreurs, partant d'un résultat faux, obtiennent un résultat incohérent avec l'énoncé et affirment qu'il y a une erreur dans l'énoncé.

Q23) Question souvent abordée mais trop souvent les candidats se perdent dans des calculs analytiques.

Q24) Largement abordée, des calculs justes mais aussi un bon nombre de candidats qui semblent perdus à cause d'une confusion entre primitive et intégrale.

Q25) Toutes les formules étaient données. La question a été peu abordée mais a rapporté des points à certains qui s'y sont attelés avec soin.

Q26) Question beaucoup abordée mais avec de nombreuses erreurs sur le dénominateur ou sur les calculs de factorisations et simplifications.

Q27) Il fallait avoir traité la question précédente. On trouvait un rapport théorique de 1,6 ce qui est mieux que prévu.

La plupart des candidats se contente de dire que $1,5 \neq 1,6$ et donc que l'on n'obtient pas le rapport demandé.
 Q28) On pouvait y répondre sans traiter aucune autre question, il suffit de comprendre le fonctionnement de n'importe quel compresseur.
 Q29) Peu traitée car conditionnée au succès de Q12) mais bien traitée dans ce cas.
 Q30) La formule du calcul de la longueur n'est pas toujours donnée explicitement et trop souvent fausse.
 Q31) On a souvent la formule littérale mais le calcul numérique dépend des réponses précédentes.
 Q32) La réponse à cette question était donnée. C'était donc la démarche qui était notée. Trop de candidats se contentent de recopier le résultat ou oublient la base de dérivation du vecteur.
 Q33) Certains candidats utilisent la composition d'accélération comme la composition de vitesse.
 Q34) à Q39) Peu de candidats ont traité cette partie. Encore moins maîtrisent la dynamique.
 Q40) à Q41) Questions pratiquement pas traitées.
 Q42) Très peu traitée. La critique des modèles proposés et des hypothèses formulées est une spécificité de cette épreuve, la plupart des candidats ne traitent pas ces questions. Ceux qui les abordent correctement montrent qu'ils ont compris l'esprit de l'épreuve.

4/ Conseils et encouragements

Il est conseillé de bien lire le sujet afin de comprendre la situation modélisée et d'oser se lancer dans la résolution de certaines questions en faisant « simple ».

Comme les années précédentes, nous conseillons aux candidats de s'entraîner spécifiquement à cette épreuve de modélisation qui semble gêner beaucoup d'entre eux par son caractère bi disciplinaire.

De plus, l'analyse et la compréhension des hypothèses doivent être travaillées tout au long de l'année pour permettre aux futurs candidats de répondre de manière plus pertinente aux différentes questions demandant un regard critique sur ces hypothèses de modélisation.

