

1/ COMMENTAIRES GÉNÉRAUX SUR L'ÉPREUVE

L'épreuve de Sciences de l'Ingénieur du concours CCINP proposait de travailler sur un pont roulant électrique. Le sujet était composé de 4 parties largement indépendantes.

La première partie a permis de mettre en place le modèle mécanique et dynamique du pont roulant. La commande du pont par une loi trapèze permettant de respecter les exigences faisait l'objet de la deuxième partie ainsi que la mise en place d'un modèle d'effort résistant à l'aide de l'IA. La troisième partie traitait du déplacement d'une charge et de la commande à mettre en place afin de limiter les oscillations de celle-ci au bout du câble du pont roulant. Enfin, la quatrième partie permettait de synthétiser les résultats de l'étude.

Ainsi, le sujet permettait d'évaluer les candidats sur une grande partie des compétences décrites dans le programme de Sciences de l'Ingénieur en CPGE.

Cette année encore, un document réponse était utilisé pour l'ensemble des questions de l'épreuve. La gestion par les candidats de l'espace proposé est relativement correcte, sauf pour les questions nécessitant des étapes intermédiaires ou le développement d'un calcul. Il apparaît dans ce cas que trop de candidats ont tendance à développer directement leur réponse sur le document réponse sans se soucier de l'espace limité à leur disposition. Il est conseillé de réfléchir d'abord au brouillon pour fournir ensuite une réponse propre et synthétique en se focalisant sur les étapes importantes du raisonnement. Pour information, la qualité de la présentation, de la rédaction est prise en compte dans la notation à hauteur de 1 point sur 20.

Beaucoup de candidats répondent aux questions sans s'appuyer suffisamment sur l'énoncé, le contexte du sujet, le système étudié et les résultats aux questions précédentes. Une lecture complète de l'énoncé est fortement conseillée avant de commencer à répondre aux questions. Par ailleurs, une lecture attentive des questions est requise pour bien cibler ce qui est demandé et sous quelle forme le résultat est attendu. Bien que les parties soient indépendantes, le sujet pose une problématique qui est résolue au fil du sujet. Une proportion très inquiétante de candidats répond aux questions de manière complètement indépendante, présentant des réponses parfois en totale contradiction d'une question à l'autre (par exemple aucun lien entre le graphe de la Q3, le calcul de h en Q4 et les solutions proposées en Q5).

Les correcteurs ont relevé quelques copies satisfaisantes de candidats ayant les connaissances de base requises sur une grande partie du programme. A l'inverse, un nombre non négligeable de candidats montre une incompréhension profonde des démarches développées pendant les deux années. De nombreuses lacunes sont pointées par les correcteurs : trop de définitions, résultats ou de formules de cours ne sont pas connus, trop d'expressions littérales non homogènes utilisées, de résultats sans unité, d'erreurs d'ordres de grandeurs dans les calculs numériques. Les correcteurs

tiennent également à rappeler qu'une conclusion par rapport au cahier des charges doit être quantifiée. « L'angle est trop grand » n'est pas une réponse acceptable !

Les correcteurs attendent simplement que les formules et théorèmes utilisés soient connus et énoncés avec rigueur, mais aussi que les candidats aient un regard critique quant aux résultats qu'ils proposent.

Malgré cela, l'épreuve a permis de classer correctement les candidats conformément aux attentes du concours.

2/ ANALYSE DÉTAILLÉE DES QUESTIONS DE L'ÉPREUVE

Q1 : Question assez élémentaire qui a posé des difficultés : beaucoup de candidats n'ont pas compris qu'un moteur électrique doit être relié à ses deux bornes par les deux bornes de la source d'énergie. De même, le codeur incrémental est souvent relié à la sortie du réducteur et non du moteur. Aucune connaissance particulière de tel ou tel logiciel n'était attendue ici, les correcteurs ont été souples quant aux différentes possibilités d'interprétation notamment sur les entrées/sorties du codeur.

Q2 : Question plutôt bien traitée, même si certains candidats ajoutent encore 2π dans l'expression $V = r \omega$ ou considèrent que la vitesse est doublée en raison de la présence de deux moteurs !

Q3 : Question plutôt mal traitée : les galets sont souvent oubliés et les rails sont représentés comme séparés (ce qui est juste si on a compris que c'est un seul et même bâti).

Q4 : Question très mal traitée, beaucoup de candidats ont considéré qu'il y avait 2 mobilités utiles comme il y avait deux moteurs. Les mobilités internes n'ont souvent pas été correctement déterminées et le nombre de cycles est pratiquement toujours faux à cause de la modélisation à deux rails...

Q5 : La question précédente étant souvent fautive, les solutions proposées étaient la plupart du temps farfelues.

Q6 : Question classique mal traitée. Le choix de l'isolement est en général correct, mais le bilan des actions mécaniques étant mal fait avec l'oubli assez systématique de la liaison pivot, c'est souvent un TRS qui est utilisé pour démontrer le résultat demandé.

Q7 : Question un peu mieux traitée mais par manque de lecture du sujet, beaucoup de candidats ne prennent pas la bonne masse en compte. Certains ajoutent le couple moteur dans le bilan des actions mécaniques extérieures et n'ont pas compris qu'il était interne à l'isolement. D'autres n'ont pas le réflexe d'utiliser le théorème du moment pour obtenir la troisième équation demandée.

Q8 : Cette question est bien traitée pour les candidats ayant bien traité la précédente.

Q9 : Question dépendant des deux précédentes donc peu de candidats ont pu aller au bout. Peu de candidats écrivent la loi de Coulomb correctement...

Q10 : La majorité des candidats utilisent judicieusement une approche énergétique pour déterminer cette équation. Par contre, les candidats ont du mal à passer de la variable V à ω . On retrouve ici l'erreur du 2π , l'oubli du rapport de réduction...

Q11 : Question ultra classique qui n'a pas été aussi bien traitée que les correcteurs auraient espéré. Beaucoup d'erreurs de calculs. Ici aussi le rapport cinématique entre ω et V est souvent erroné (pour des candidats ayant traité correctement la Q1).

Q12 : Question assez mal traitée, l'application numérique dépendant des questions précédentes. Mais assez peu de candidats arrivent à donner ou redémontrer que la pente de la tangente à l'origine d'un premier ordre est $K \cdot U_0 / \tau$.

Q13 : Question plutôt bien traitée pour les candidats connaissant l'aire d'un trapèze.

Q14 : Question bien traitée pour les candidats ayant la bonne valeur de l'accélération limite calculée précédemment.

Q15 et Q16 : Ces questions permettaient de voir si le vocabulaire lié à l'IA était acquis : données d'entraînement, données de test... une lecture simple du code Python permettait de répondre facilement à ces questions.

Q17 : Question assez mal traitée par les candidats : au mieux les applications numériques sont correctes mais l'interprétation physique des quantités est très mal comprise.

Q18 : Ces deux calculs de vitesse et d'accélération élémentaires ne sont correctement traités que par une grosse moitié des candidats. Trop d'entre eux projettent les expressions dans la base fixe pour dériver.

Q19 : Question plutôt mal traitée. Certainement à cause du « montrer que » qui suit, les candidats n'ont pas suffisamment réfléchi aux isolements et surtout au bilan des actions mécaniques extérieures permettant de faire apparaître la liaison glissière ou la liaison pivot sur lesquelles on utilisera le 0 pour choisir correctement le théorème !

Q20 : Question assez mal traitée également du fait de la précédente. Peu de candidats évoquent une linéarisation autour d'un angle θ faible. Beaucoup imposent $\theta = 0$.

Q21 : Question assez bien traitée malgré des erreurs de calculs assez courantes. Même si la forme canonique n'était pas imposée, une forme simplifiée était à privilégier.

Q22 : Question moyennement bien traitée. Les réponses ont souvent été superficielles en évoquant sans détailler l'ordre et/ou la classe des fonctions de transfert.

Q23 : Question assez mal traitée par les candidats, peu arrivent à donner l'allure de la consigne qui a été mise en entrée du système. Une simple courbe était bienvenue plutôt qu'une phrase.

Q24 : Question assez mal traitée par les candidats alors qu'elle ne présentait aucune difficulté. L'écriture matricielle d'un système d'équations doit être maîtrisée par de futurs ingénieurs.

Q25 : Question peu traitée. On retrouve souvent des erreurs d'indices, de noms des variables déjà définis. La méthode d'Euler semble être néanmoins connue.

Q26 : Question souvent traitée. On rappelle qu'il est important de quantifier sa réponse.

Q27 : Les candidats savent calculer une FTBO, très peu heureusement ont calculé la FTBF à la place. La justification de la stabilité passe non pas par le critère du revers mais souvent par une réponse complètement erronée sur la précision !

Q28 : Question assez mal traitée. Le choix de la forme de la fonction de transfert est souvent incorrect. L'identification de K_x qui en découle aussi.

Q29 : Beaucoup de confusions entre FTBO, FTBF : théorème de la valeur finale sur la FTBO par exemple. Peu de candidats justifient que la FTBO est de classe 2 pour conclure efficacement à l'aide du cours.

Q30 : Question souvent mal traitée en voulant passer par une approche analytique alors que la solution graphique était très simple à mettre en œuvre.

Q31 : Les diagrammes asymptotiques étaient souvent corrects, contrairement à l'allure des diagrammes réels. Sans calculatrice, les correcteurs ont été indulgents pour la phase.

Q32 : Le diagramme réel ayant été mal fait, les candidats ont eu du mal à justifier l'intérêt de ce filtre.

Q33 : Question peu traitée et souvent mal comprise. Il était attendu de donner le nom de l'ensemble ou du constituant associé à la zone encadrée.

Q34 : Question peu traitée. À nouveau, on rappelle que les questions de conclusion doivent être quantifiées.