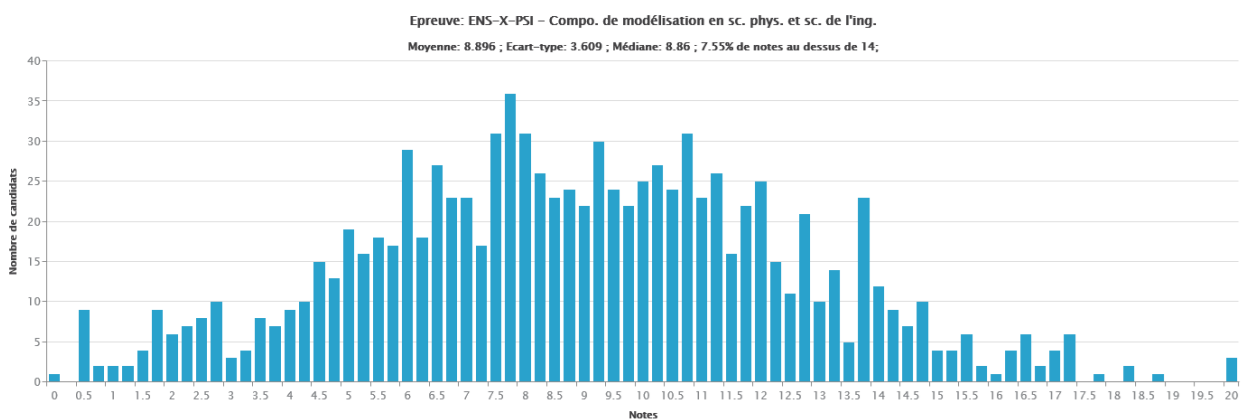


Épreuve de modélisation en Sciences Physiques et Sciences de l'ingénieur**Rapport de Jury**

Présentation générale

L'épreuve de modélisation, d'une durée de 5 heures, a porté cette année sur l'étude d'un projet de recherche : un drone basé sur le principe du biomimétisme avec l'oiseau colibri. Le sujet s'appuyait sur des connaissances transverses aux sciences de l'ingénieur, sciences physiques, informatiques et mathématiques. Mettre en œuvre et synthétiser des connaissances dans ces différentes disciplines constitue l'originalité de cette épreuve et permet d'apprécier la qualité des candidats en vue d'une poursuite d'étude au sein de l'École Polytechnique ou des Écoles Normales Supérieures.



Le sujet comportait deux grandes parties :

- La partie 1 était basée sur le développement d'un modèle du drone. Elle se décomposée en 3 sous parties. Dans la première, on mettait en place un modèle cinématique en vue d'optimiser deux caractéristiques dimensionnelles de la transmission. La seconde sous partie développait l'association convertisseur électromécanique (moteur à courant continu) et charge, en vue de justifier le dimensionnement du réducteur. Enfin, la troisième sous-partie développait un modèle de batterie afin de prévoir l'autonomie du drone à travers un filtre de Kalman et son implantation sur cible.
- La partie 2 développait la commande du drone afin de contrôler ses performances dynamiques en vol. Dans une première sous partie, on étudiait la stabilisation du vol en lacet, tandis qu'une seconde sous partie traitait du mouvement de tangage.

La sujet comportait 56 questions sur 21 pages avec une page d'annexe.

Retours généraux et statistiques

Après plusieurs années de progrès, le jury tient à souligner que la propreté des copies s'est très fortement dégradée sur cette session. Beaucoup trop de candidats n'accordent pas suffisamment de soins à la rédaction, certaines copies sont illisibles, les résultats que trop rarement encadrés. Pour les questions portant sur les parties informatiques du programme, il est demandé de respecter la

structuration du langage Python, et de respecter les indentations nécessaires à une bonne compréhension syntaxique.

La section 3 de la partie I a trop peu souvent été abordée. Il est rappelé que dans toutes les parties, largement indépendantes, les questions sont de difficultés très variables. Il est dommage de faire l'impasse sur des parties entières.

Néanmoins, la section 1 de la partie I et la partie II ont été très correctement traitées par la majorité de candidats. Elles étaient constituées de questionnement plus classiques, ce qui montre le sérieux dans la préparation des candidats.

Afin de diminuer l'interdépendance des questions, beaucoup étaient rédigées sous la forme « Montrer que.. ». Le jury a été surpris par le nombre de copies qui, malgré de nombreuses erreurs de calculs, arrivaient miraculeusement au bon résultat. Il est rappelé que ce comportement est largement sanctionné par les correcteurs, et ne correspond pas à l'exigence imposée par ce concours.

1007 candidats ont composé sur cette épreuve de modélisation, pour une moyenne de 8,9/20 et un écart type de 3,6. La répartition des notes est donnée ci dessous :

Retour sur les questions :

Q1 : Le paramètre de masse est bien identifié. Mais beaucoup d'explications se perdent en circonvolutions inutiles et confuses.

Q2 : Question assez bien réussie, même si les figures sont peu soignées.

Q3 : Question classique bien traitée. Les erreurs apparaissent dans les copies qui n'ont pas proprement écrits les 2 fermetures géométriques comme spécifiquement indiqué dans le sujet. Quelques erreurs de signes qui ne se retrouvent pas miraculeusement dans le résultat, la réponse étant donné.

Q4 : Beaucoup d'erreurs de signe sur φ ; peu de candidats se sont appuyés sur les figures de la question 2 qui pourtant été correctes.

Q5 : L'étude du signe lors du passage à la racine carrée et rarement abordée. Cela amène le plus souvent au mauvais choix de solution.

Q6 : Certains candidats ne lisent pas ou mal la question. Il est demandé la relation entre ψ et θ , alors que le résultat encadré porte sur les vitesses ou les tangentes des angles.

Q7 : Beaucoup de généralités confuses.

Q8 : - les tableaux numpy sont assez mal connus (souvent initialisés comme `np.array([])`) ;

- la méthode des trapèzes est mal connue et mal codée ;

- les rédactions de code informatique sont illisibles et ne respectent pas les indentations nécessaires à une bonne compréhension syntaxique en Python.

Q10 : Les démonstrations sont souvent fausses mathématiquement. Les hypothèses nécessaires pour passées d'une étape à une autre sont très peu souvent citées. Des confusions entre la notation de la dérivée seconde et du carré de la dérivée première.

Q11 et Q12 : Le schéma aux différences finies est souvent correct quand la question est traitée. Peu de candidats font attention à l'unité des angles définie dans le sujet.

Q13 : Question bien traitée

Q14 : Question facile traitée par une très grande majorité des candidats. Malheureusement, certains ne respectent pas l'énoncé, et n'écrivent pas les expressions en fonction des grandeurs physiques imposées.

Q15 : Beaucoup trop de bilan de puissance faux de la forme : $P_j = P_e - P_m$

Q16 : Beaucoup ont imposé une intensité nulle à vide.

Q17 : Peu de candidats pensent à dériver P_m par rapport à ω_m

Q18 : Peu de bonnes réponses, même parmi celles qui avaient les bonnes conditions. Il faut revoir la notion de points de fonctionnement dans l'association convertisseur/charge.

Q20 : La dichotomie est une méthode numérique classique et relativement simple ; moins d'un candidat sur deux la maîtrise ; beaucoup de candidats ignorent que le choix de l'intervalle dépend du produit $f(a) \times f(b)$ et distinguent le cas où f est croissante ou décroissante ; il est rappelé que le test d'égalité à 0 n'a pas de sens sur des flottants.

Q21 à Q23 : Questions souvent bien traitées.

Q24 : Question bien traitée ; quelques rapports de réduction hors d'un ordre de grandeur acceptable. Il est demandé aux candidats d'avoir un recul sur les valeurs numériques des grandeurs physiques.

Q25 : Les candidats avancent des explications parfois extravagantes ; il n'y a pas de lien direct entre le rapport de réduction et le rendement mécanique.

Q26 : Les paramètres importants sont souvent cités ; mais comme à la question 1, les réponses mériteraient d'être plus concises.

Q27 : Beaucoup d'erreur de signe sur la relation tension/intensité aux bornes de C_0 en convention générateur sur le schéma. Quelques candidats ne sont pas arrivés à mettre les relations, correctes par ailleurs, sous forme matricielles.

Q28 à Q30 : Questions bien réussies.

Q31 à Q33 : Questions assez calculatoires et plutôt bien réussies. Le jury rappelle à nouveau aux candidats, qu'ils doivent faire preuve d'honnêteté dans la rédaction des démonstrations. Les résultats étant donnés, le jury est vigilant sur la cohérence entre les étapes de calculs. Beaucoup de commutations sur des produits matriciels.

Q35 : Question assez peu traitée. Les justifications nécessaires à une démonstration correctes ne sont que rarement données.

Q36 : Question assez bien réussie.

Q37 : Question assez peu traitée, mais bien réussie.

Q38 : Question assez facile mais très peu traitée alors que les résultats nécessaires étaient donnés dans le sujet.

Q39 à Q43 : Questions peu traitées, alors qu'elles ne présentent pas de difficultés particulières.

Quelques utilisations de produits matriciels avec numpy alors qu'il est expressément dit dans le sujet que cette bibliothèque n'est pas installable sur le microcontrôleur.

Q44 : Question de cours, avec malgré tout des méthodes erronées.

Q45 et Q46 : Questions bien traitées

Q47 : Peu de candidats ont traité cette question. Certains ont reconnu la notion de décrémentation logarithmique, ce qui a été valorisé. Mais les développements mathématiques ont été laborieux.

Q48 : Question bien traitée avec diverses justifications valables.

Q49 : Question assez bien traitée. Quelques confusions entre erreur de traînage (vitesse) d'un asservissement en position et erreur statique d'un asservissement en vitesse.

Q50 et Q51 : Questions bien traitées

Q52 : Beaucoup de justifications erronées ; le calcul de la vitesse du centre de poussée est rarement explicite.

Q53 : Question bien traitée de manière générale.

Q54 : La méthode est souvent correcte, mais beaucoup d'erreur de calculs.

Q55 et Q56 : Question bien traitée dans l'ensemble

Q57 : Cette question de conclusion a été traitée par une grande majorité des candidats. Elle demande un effort de synthèse sur l'intérêt d'un tel travail de recherche, et pas seulement un listing des différentes parties du sujet.

Conclusion

Le sujet et le thème retenus ont permis de sélectionner les candidats sur une problématique de recherche faisant appel à des connaissances larges dans diverses disciplines. Ces compétences seront importantes pour les candidats dans leur formation d'ingénieur, d'enseignant ou de chercheur dans les Écoles Normales Supérieures et à l'École Polytechnique. Cette épreuve permet de classer pertinemment les candidats et d'évaluer leurs capacités d'analyse et d'utilisation des compétences transverses qu'ils ou elles acquièrent en classe préparatoire aux grandes écoles.

Le jury recommande aux futurs candidats de bien lire les remarques des rapports, chaque année, afin d'aborder dans les meilleures conditions les prochaines épreuves.