

## 1/ PRÉSENTATION DE L'ÉPREUVE

Le sujet est construit autour d'un attelage électrique intelligent K-ryole accroché à un vélo, qui permet de transporter jusqu'à 250 kg sans effort supplémentaire pour le cycliste.

Après une présentation générale qui décrit le cahier des charges retenu par les concepteurs, l'étude est décomposée en quatre parties :

### - Avant-Projet

Dans cette première partie, il s'agit d'établir les équations dynamiques caractérisant le comportement du K-ryole.

### - Régulation de l'effort de traction

Afin que le cycliste ne ressente pas la charge transportée, un asservissement régulant l'effort de traction est mis en place, cette partie s'intéresse à l'établissement et la validation de l'asservissement régulant l'effort de traction.

### - Caractérisation et conception de la chaîne d'information

L'étude précédente montre la nécessité d'installer une chaîne d'information qui permet la mesure de l'effort de traction. Dans cette partie, la totalité de la chaîne d'information est étudiée, du choix du capteur, de son installation sur le système, de l'amplification du signal à la conversion Analogique/Numérique.

### - Étude de la chaîne d'énergie

Il reste dans cette dernière partie à caractériser la chaîne d'énergie, en validant le choix des batteries et des moteurs.

## 2/ REMARQUES GÉNÉRALES

À l'exception des compétences « Expérimenter » et « Réaliser », chacune des macro-compétences au programme est évaluée par ce sujet. La plupart des « sous-compétences » est aussi testée.

Au vu des résultats, toutes les questions étaient faisables par les candidats. Cependant, même si certaines copies sont d'excellente qualité, une majorité de candidats ne sont pas parvenus à aborder l'intégralité du sujet.

## 3/ REMARQUES SPÉCIFIQUES

- Q1.** Dans cette question, apparemment simple, le candidat devait indiquer que le diagramme d'exigence était le bon outil pour décrire les contraintes du cahier des charges. Elle n'a été correctement traitée que par la moitié des candidats. Au-delà de la réponse attendue, tous les diagrammes SysML ont été cités, certains candidats ont cité des diagrammes d'analyse fonctionnelle qui ne sont plus au programme depuis plusieurs années (Fast, diagramme Pieuvre, Bêtes à cornes...), voire les ont inventés (diagramme en étoile !!!).
- Q2.** La condition de roulement sans glissement cinématique n'est pas maîtrisée par tous. Il y a souvent confusion avec les lois de Coulomb. Les torseurs cinématiques sont souvent fantaisistes et le point de réduction n'est pas systématiquement précisé.
- Q3.** On s'attend ici, et dans toutes les questions de dynamique et d'énergétique, à ce que la réponse passe par les différentes étapes clefs du raisonnement :
- identification du système isolé ;
  - inventaire des actions mécaniques extérieures ;

- énoncé du théorème à appliquer ;
- écriture des équations utiles ;
- analyse ou résolution si besoin.

Tous les candidats qui ont suivi ce raisonnement sont en général arrivés à répondre correctement aux questions posées, mais chez la majorité, il n'est que très partiellement ébauché, quand il n'y a pas qu'une simple équation jetée sur la copie. Ce manque de rigueur est pénalisé.

- Q4.** La réponse attendue ici correspond à la procédure permettant d'obtenir l'équation proposée. Il s'agit de décrire précisément le système isolé, d'identifier les actions mécaniques, de préciser le point de réduction et le moment dynamique. Cette question a été globalement bien traitée. Certains candidats ont refait complètement l'étude pour démontrer la relation demandée et ont ainsi perdu un temps précieux.
- Q5.** Les candidats savent généralement déterminer la puissance fournie ou dissipée par une action mécanique. Le torseur des actions transmissibles par le sol sur la roue étant donné, il suffisait de rappeler le torseur cinématique associé au mouvement de roulement sans glissement pour effectuer le calcul mais comme indiqué précédemment celui-ci n'est pas connu.
- Q6.** Hormis ceux qui ont considéré que l'action du vélo sur le K-ryole génèrait une puissance intérieure et ceux qui ont aussi pris en compte la puissance fournie par le moteur, la question est en général correctement traitée. On peut aussi regretter que certains se limitent à écrire le résultat sans décrire comment ils l'ont obtenu.
- Q7.** L'erreur la plus fréquente est de considérer que les puissances intérieures sont nulles car les liaisons sont parfaites et d'oublier que le moteur est dans le système isolé.
- Q8.** Question bien traitée si on excepte le fait qu'il y a rarement une description correcte du système isolé.
- Q9 à Q13.** Questions bien traitées.
- Q14.** Question globalement bien traitée, mais certains ont développé des calculs inutiles et donnent des expressions des coefficients dépendant de  $p$ .
- Q15.** Beaucoup de candidats manquent de méthode pour aborder cette question et s'engagent dans des calculs souvent longs. Ils arrivent à déterminer  $G1(p)$  mais moins souvent  $G2(p)$ .
- Q16.** On retrouve dans cette question les mêmes difficultés que pour la question précédente. Les candidats aboutissent à des expressions de  $Ga(p)$  très complexes non simplifiées (fraction de fraction).
- Q17.** Tous ceux qui ont abordé cette question l'ont en général bien traitée.
- Q18.** Malgré l'aide précisant la condition de stabilité, cette question n'a pas été correctement traitée.
- Q19.** Beaucoup d'erreurs et de confusions entre les valeurs de 0,7 et 1 pour éviter le dépassement.
- Q20.** Les candidats qui ont traité cette question ont en général correctement énoncé le théorème de la valeur finale mais sans calculer la limite.
- Q21.** Question souvent abordée alors que la **Q20.** l'a été beaucoup moins.
- Q22.** Peu d'étudiants ont compris la question. Ils font souvent un discours sur l'écologie au lieu de valider la pertinence de l'étude vis à vis du cahier des charges.
- Q23.** Question bien traitée.
- Q24.** Question bien traitée même si la relation entre la déformation relative et la contrainte n'est pas toujours correctement énoncée.
- Q25.** Beaucoup d'erreurs sur l'expression de la surface  $S$  à considérer.
- Q26.** Lorsqu'elle est abordée cette question est plutôt bien traitée.
- Q27.** Question bien traitée.
- Q28.** Question mal traitée, mélange des différentes déformations.
- Q29.** Trop peu de justifications ont été apportées à cette question.
- Q30.** Montage plutôt bien connu mais on relève toutefois quelques erreurs dans l'expression du gain.
- Q31.** Peu de réponses justes pour cette application numérique.

- Q32.** Trop de candidats ne connaissent pas cette relation.
- Q33.** Le gabarit prototype du filtre passe bas n'est pas toujours connu, l'ordre du filtre pose moins de soucis, cependant certains confondent ordre et atténuation.
- Q34.** Question bien traitée.
- Q35.** Certains se lancent dans des calculs inutiles pour redémontrer la fonction de transfert du filtre qui est donnée.
- Q36.** Peu de bonnes réponses y compris pour les candidats ayant bien répondu précédemment, les unités sont également mal maîtrisées, on rencontre des capacités en "Coulomb" voire en "Henry".
- Q37.** La valeur du quantum est souvent donnée mais pas son unité, on peut aussi s'étonner que certains candidats ne retrouvent pas l'expression d'une droite passant par l'origine.
- Q38.** Beaucoup d'erreurs dans la conversion en décimal (décalage d'une puissance de 2 en général).
- Q39.** Beaucoup d'erreurs et peu de justifications, de nombreux candidats répondent que l'erreur est de +/- 15 plutôt que +/-15 LSB et ne calculent pas les valeurs des tensions et effort correspondants.
- Q40.** Question moyennement traitée, il est impératif de savoir calculer l'énergie stockée par un ensemble de batteries.
- Q41.** Question bien traitée, le critère économique est compris de tous.
- Q42.** Des erreurs sont à déplorer sur la détermination d'une vitesse moyenne ainsi que de nombreuses confusions entre puissance et énergie. Le calcul d'autonomie est plutôt mal traité.
- Q43.** Très peu de bonnes réponses à cette question, certes le terme "Shunt" est de moins en moins employé, mais une résistance insérée en série pour constituer un capteur de courant est un classique.
- Q44.** Question peu traitée et apparemment mal comprise, la notion de fronts montants/descendants est trop peu évoquée.
- Q45.** Question classique donnant lieu à des réponses erronées. Problèmes de signes, mélange des grandeurs instantanées et complexes constituent les problèmes les plus fréquents.
- Q46.** Question rarement bien traitée, il suffit pourtant d'observer le signal pour constater que le produit  $e(t).i(t)$  pour une phase donne  $2Em.Im/3$ .
- Q47.** Question assez bien traitée même si quelques candidats voient un couplage triangle. La condition sur les impédances n'est pas toujours connue.
- Q48.** Déphasage et fréquence sont souvent bien déterminés ; on constate en revanche des erreurs sur le calcul des vitesses. Le couple et la puissance ne sont que très rarement calculés.

