

EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES C
ROBOT AUTONOME POUR
L'ENTRETIEN DES PARCELLES DE VIGNOBLE

Durée : 6 heures

PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet portait sur l'analyse du robot Vitirover, tracteur autonome destiné à travailler seul dans les vignobles depuis le début du printemps jusqu'à la fin de l'été. Le sujet était composé de 4 parties : l'analyse du robot (chaîne d'énergie, schéma cinématique, débattement angulaire et positionnement de capteur...); l'étude de la cinématique du robot (centre instantané de rotation, roulement sans glissement...) et de la stratégie de gestion de la flotte (modèle de potentiel attractif, analogie avec la mécanique...); l'étude énergétique du robot (compréhension du fonctionnement du robot, énergie potentiel...), la conception du système de coupe (résistance des matériaux, étude et choix de conception...); l'industrialisation du robot (analyse du procédé et du contrôle de la pièce).

- La partie I (20% de la note finale) porte sur la compréhension globale du robot et de son fonctionnement, en s'arrêtant sur certains choix technologiques.
- La partie II (20%) porte sur la cinématique du robot ainsi que sur le modèle de déplacement en troupeau.
- La partie III (20%) s'intéresse à l'étude de la consommation énergétique du robot et à la validation de la solution par panneaux solaires.
- La partie IV (15%) propose l'étude/modification de la conception du système de coupe.
- La partie V (25%) porte sur l'étude de la fabrication d'une pièce.

Chaque partie pouvait être traitée indépendamment des autres, à condition de lire attentivement l'énoncé. Quelques questions étaient « à tiroirs » au sein des parties mais cela restait marginal et permettait toutefois d'appréhender le raisonnement global des candidats face à la construction du sujet.

COMMENTAIRES GÉNÉRAUX

Cette épreuve a pour objectif d'évaluer les capacités des candidats dans les domaines des sciences industrielles de l'ingénieur et plus précisément les aspects liés à l'analyse d'un système industriel, à la conception d'un sous-système mécanique, ses aspects commande/contrôle et son industrialisation. Les compétences attendues concernent tout d'abord : l'analyse et la vérification des performances attendues de systèmes ou sous-systèmes à partir de modélisations (dessin de définition, modèles analytiques, schéma cinématique...). L'analyse a été segmentée en démarrant par la structure globale du système et son comportement vis-à-vis de l'objectif de tonte, pour aboutir à l'analyse du comportement interne de l'effecteur de tonte. Les compétences attendues concernent les choix, la définition et le dimensionnement de solutions techniques intégrant des contraintes du cycle de vie, notamment celles d'industrialisation.

Le spectre des questions était relativement large. Certaines questions théoriques étaient « classiques » par rapport aux sujets des années précédentes (entre autres les questions de dimensionnement de la partie IV). D'autres, également « classiques », demandaient un raisonnement simple du système étudié (ex : mécanique du solide, analyse énergétique, ...). D'autres (en parties II et III) demandaient une réflexion plus fine, une bonne lecture des documents ressource et une certaine compréhension du système en ne demandant quasiment aucun apport de connaissance.

La moyenne de l'épreuve est de 6,29/20 (écart type 2,73) alors que les réponses aux questions purement théoriques (sans avoir besoin de comprendre le système d'étude) permettaient d'approcher les 8/20. Le sujet traitait d'un système mécaniquement assez simple mais avec un mode de fonctionnement spécifique et ayant un profil d'usage singulier. Toutefois, les descriptions préliminaires ainsi que les informations données dans les documents ressources fournissaient les éléments importants nécessaires pour aborder toutes les questions. Il fallait pour cela que les candidats lisent avec rigueur le sujet et les documents fournis.

Finalement, l'épreuve a permis de classer les candidats mais les résultats restent, comme l'an dernier, faibles par rapport aux attentes du jury. Le contexte « concours » ne doit pas faire oublier la maîtrise des fondamentaux en Science de l'Ingénieur que les étudiants doivent connaître.

COMMENTAIRES SUR CHAQUE PARTIE DE L'ÉPREUVE

Partie I : Analyse du robot

Cette première partie avait pour but, de comprendre le fonctionnement du robot Vitirover et d'étudier certains choix de conception avec dans l'ordre:

- Chaîne d'énergie concernant le déplacement du robot
- Schéma cinématique 3D de l'essieu arrière directeur
- Analyse de la transmission par train épicycloïdal
- Etude de l'intégration d'un capteur optique

Sur l'ensemble de cette partie, 44% des questions sont non traitées ou notées 0. Certaines questions plutôt classiques n'ont pas été suffisamment bien répondues. Dès lors qu'il est demandé une réflexion un peu plus poussée, le jury regrette d'avoir trop peu de réponses, qui plus est construites et argumentées.

Partie II : Cinématique du robot

La deuxième partie du sujet s'attachait à analyser la cinématique de déplacement du robot, puis la stratégie qui permet de gérer un troupeau de robots.

La particularité du robot réside dans son essieu directeur libre. Avant même de calculer certaines vitesses, seulement 4 % des candidats sont capables d'expliquer proprement comment obtenir le virage le plus serré possible (nécessaire pour se sortir de situation avec les obstacles rencontrés notamment). Il s'agissait ensuite d'aborder des questions de cinématiques très classiques avec la prise en compte de roulement sans glissement. Malheureusement, le jury constate à nouveau un manque de maîtrise pour une majorité dans la mise en place des développements.

Concernant la partie sur la gestion de flotte, cela a pu déstabiliser certains candidats étant moins classique dans l'approche, en effet une majorité n'a pas abordé cette sous partie (2/3 environ). En revanche, pour ceux qui ont fait l'effort de lire attentivement, les résultats se sont révélés plutôt bons, les questions n'étant pas difficiles.

Partie III : Étude énergétique du robot

L'objectif de cette partie était d'étudier la consommation / production énergétique au cours d'un cycle d'entretien pour valider le critère d'autonomie.

Une première sous-partie était dédiée à l'étude de la consommation énergétique du robot dans les parcelles. Malgré les documents réponses et les différentes hypothèses simplificatrices, la partie sur le

calcul de l'énergie consommée pour la mobilité des robots, pourtant assez classique a été mal traitée. Seul 10% des candidats ont proposé des réponses correctes.

La sous-partie suivante portait sur les origines des variations de la consommation énergétique des gyrobroyeurs sur des temps courts (journée) et longs (saison), ainsi que sur l'origine des autres sources de consommation énergétique du robot (capteurs, communication avec le cloud...). Ces questions ouvertes ne demandaient aucune connaissance théorique préalable mais la compréhension de l'utilisation du système. En moyenne, seul un tiers des étudiants ont donnée des réponses cohérentes et plausibles et près d'un tiers n'ont pas traité les questions (ou ont répondu complètement à côté). Cela semble montrer que les étudiants ne lisent pas toutes les questions et sautent d'une partie à une autre, ratant de potentiels points.

La dernière sous-partie, moins classique, portait sur le calcul de la production énergétique d'un panneau photovoltaïque. Toutes les informations étaient données dans les documents réponses. L'objectif était de tester les étudiants sur leur capacité à extraire l'information pertinente des documents ressources pour réaliser le bon calcul. La première question était très simple : l'application d'une relation linéaire donnée dans l'énoncé. Toutefois, seul 56% des candidats l'ont réussie. Les suivantes ont été moins réussies du fait d'une lecture trop peu attentive du sujet, entraînant des erreurs dans l'identification des coefficients multiplicateurs ou des relations à mettre en place.

Partie IV : Conception du système de coupe

L'objectif de cette partie était d'analyser puis de concevoir une solution technologique permettant d'assurer la coupe de l'herbe et l'étanchéité dans le système de coupe.

La première partie portant sur le dimensionnement du système de coupe était un exercice de dimensionnement classique de résistance des matériaux en torsion. Cette partie massivement traitée par les candidats a été décevante. En effet, du fait du côté classique du problème, la rédaction et la présentation de la démarche ont trop souvent été bâclées ne permettant pas de s'assurer de la compréhension de cette partie du programme, et ne permettant pas de valider la maîtrise de la démarche quand le résultat numérique donné était faux.

La seconde partie portait sur « l'étanchéité » du système de coupe. La question sur l'étude de la solution technique pour l'entraînement du support de disque a montré les difficultés des candidats à lire et comprendre un plan. Ils devaient ensuite proposer une solution permettant d'éviter l'encrassement au niveau de l'arbre. Bien que la plupart des solutions proposées répondaient à cet objectif, un grand nombre manquaient de simplicité, montrant un manque de prise de recul vis-à-vis du contexte du produit. Enfin, la question 41, traitée par moins de la moitié des candidats, l'a été de manière plutôt correcte, montrant un certain « bon sens ingénieur ».

Partie IV : Industrialisation du robot

Cette partie abordait au début des considérations produit-procédé matériaux (PPM). Les réponses sont trop peu argumentées, ne mettant en avant que des considérations génériques. Le jury n'attend pas d'un candidat une maîtrise fine des procédés rencontrés mais une réflexion cohérente vis-à-vis de cette approche PPM, ce qui n'est pas souvent le cas.

L'analyse des spécifications géométriques est en majorité bien abordée. L'erreur de recopie sur les valeurs de tolérances entre le sujet et le DR a été pris en compte par le jury et les candidats ont très bien suivi les instructions inscrites en début de sujet. En revanche, dès lors que la notion de maxi matière est abordée, trop peu de candidats ont su bien répondre (moins de 5%).

Enfin la dernière sous partie s'intéressait à l'analyse de la cinématique de machine lors d'opérations de finition en fraisage. Pour ceux qui ont abordé ces deux questions, les réponses ont montré la difficulté qu'ils avaient à se projeter en situation et ainsi représenter un schéma de qualité de cette dernière.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Les conseils donnés ci-après sont très proches de ceux des années précédentes. Le jury regrette en particulier une dégradation du soin apporté à la rédaction et aux justifications des réponses ainsi qu'à la propreté des copies.

Ainsi, il est encore une fois conseillé aux futurs candidats de faire une première lecture rapide du sujet pour prendre connaissance du problème dans sa globalité et comprendre la structure du sujet. Beaucoup d'éléments de compréhension, voire de réponses, sont donnés dans les documents. Il pourra alors, dans la mesure où beaucoup de parties sont indépendantes et à condition d'avoir cette vision globale de la problématique, débiter par les parties qui lui semblent les plus évidentes et avoir en mémoire les documents ressources qui lui sont proposés.

Au-delà des résultats quantitatifs justes ou faux, et bien que certaines questions soient classiques pour l'épreuve SIC, le raisonnement est encore et toujours pris en considération. En particulier, la qualité des réponses est fortement prise en compte (détails parcimonieux). Il est fortement conseillé aux candidats de justifier brièvement mais systématiquement les démarches et les solutions proposées, et de souligner les réponses (formules ou calculs). Cette qualité demande une compréhension générale du sujet d'étude traité, rédigé en suivant une logique et une cohérence, et non plus uniquement des réponses locales à chacune des questions indépendamment des autres.

Les ordres de grandeur de longueur, de masse, de force ou de puissance sont à connaître pour éviter des résultats aberrants. Les écritures soignées, l'utilisation de couleurs en particulier pour mettre en valeur les schémas et faire ressortir les résultats, sont très appréciées. A contrario, les explications confuses, contradictoires ainsi que les fautes d'orthographe et de grammaire à répétition sont pénalisées.