

ÉPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES A

MOTEUR OPEN ROTOR

Durée : 5 heures

PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet se composait :

- d'une présentation du système étudié : 5 pages ;
- du travail demandé (parties I à IV : 17 pages) + 2 pages d'annexes ;
- du cahier réponses à rendre, comprenant 45 questions : 24 pages.

Il proposait d'analyser, de modéliser et de valider certaines solutions choisies pour la conception de l'Open Rotor, une approche de motorisation d'avion atypique puisque comportant une double hélice non carénée. On s'intéressait à l'architecture mécanique du moteur, ainsi qu'aux aspects commande et asservissement. Les différentes parties étaient indépendantes et elles-mêmes constituées de nombreuses questions qui pouvaient être traitées séparément :

- la Partie I abordait l'étude des actions mécaniques s'exerçant dans les aubes lors des différentes phases de fonctionnement ;
- la Partie II s'intéressait au système qui assure le mouvement contrarotatif ;
- la Partie III se concentrait sur la modélisation de la chaîne de puissance du système de calage des aubes ;
- la Partie IV portait sur les choix des correcteurs du système de calage des aubes.

COMMENTAIRES GÉNÉRAUX

Le sujet abordait au travers de la construction d'un modèle de comportement, puis de la synthèse d'une solution, une large part des connaissances du programme de première et de deuxième année de CPGE. Certaines questions plus ouvertes permettaient aux candidats de mettre en œuvre les compétences générales développées en Sciences industrielles pour l'ingénieur.

Le fait que les quatre parties soient indépendantes permettait aux candidats de poursuivre leur épreuve sans rester bloqués sur l'une d'entre elles. Ils ont pu profiter de ces différents points d'entrées pour balayer l'ensemble des parties, au moins pour les aspects simples.

Rappelons, s'il est encore besoin, que la seule recopie dans le cahier réponses des informations données dans la question ne permet évidemment pas de marquer des points. De même, une simple conclusion à une question de la forme OUI ou NON, sans justification ou explication de la démarche, n'est pas recevable. Depuis quelques années, les copies où le candidat récite son cours sans chercher à résoudre la question sont devenues très rares, ce qui est évidemment une très bonne chose. Les copies sont, en général, bien présentées. Quelques rares candidats utilisent cependant le cahier réponses comme brouillon et écrivent les réponses au crayon de papier de manière quasi illisible, voire se contentent de recopier le texte de la question dans chacune des cases.

Comme chaque année enfin, nous notons avec plaisir que quelques excellents candidats ont pu prouver leurs grandes qualités en traitant parfaitement la quasi-totalité du sujet.

COMMENTAIRES SUR CHAQUE PARTIE DE L'ÉPREUVE

Partie I - Étude des actions mécaniques dans les aubes

Partie I.2 - Détermination de la vitesse en extrémité d'aube

Cette première partie avait pour objectif de rentrer dans le sujet en calculant quelques ordres de grandeurs de vitesses. Elle n'a généralement pas posé de souci aux candidats.

Partie I.3 - Détermination des actions mécaniques en pied d'aube

Cette seconde partie s'intéressait aux actions mécaniques dans une des aubes du moteur. C'était l'occasion d'utiliser le principe fondamental de la dynamique et de calculer un certain nombre de vitesses et accélérations. Les calculs ont généralement été bien menés, contrairement à la partie III. Les candidats qui n'ont pas réussi à les réaliser sont ceux qui s'évertuent à projeter tous les résultats dans la base liée au sol, voire à calculer les produits vectoriels « en colonnes », ce qui a pour effet de compliquer à l'excès tous les calculs.

Partie I.4 - Étude des actions mécaniques dans une aube

On se plaçait ici dans le cadre de la théorie des poutres pour déterminer l'allongement d'une aube sous l'effet des forces dynamiques. Pour cela, on montrait que l'on pouvait se ramener, dans le référentiel tournant lié à l'aube, à une expression très classique où les effets dynamiques se traduisaient par une force linéique. Cette partie a posé problème à de nombreux candidats qui, en interprétant les phénomènes physiques « avec le cœur », se sentaient obligés de changer les signes dans les expressions analytiques pourtant correctes qu'ils avaient montrées.

Partie II - Étude du système contrarotatif

Cette partie s'intéressait au système contrarotatif qui prenait, dans la version simplifiée proposée ici, la forme d'un train épicycloïdal. La relation qui liait les vitesses de rotation des différents ensembles était donnée, afin de ne pas pénaliser la démarche des autres questions et les candidats ont souvent réussi à la redémontrer, avec parfois quelques difficultés avec les signes. Les relations entre les couples pouvaient être montrées aisément en utilisant le théorème de l'énergie cinétique. Si bon nombre de candidats ont pensé à l'employer, beaucoup n'ont pas pensé à utiliser le fait qu'on se situait en régime permanent pour simplifier les relations.

Partie III - Modélisation du comportement de la chaîne de transmission de puissance du calage des aubes

III.2 - Loi entrée/sortie géométrique de l'adaptateur mécanique

Pas de problème pour l'immense majorité des candidats pour cette question dont le développement était élémentaire.

III.3 - Modélisation du comportement dynamique

Cette partie proposait l'étude du comportement dynamique d'un vérin hydraulique, ce thème ayant déjà été abordé dans plusieurs sujets antérieurs. La difficulté ici était d'obtenir les équations de mouvement d'une pôle en rotation. Seuls quelques rares candidats y sont parvenus. Faire un bilan des actions mécaniques sur un système isolé reste semble-t-il difficile, même avec très peu d'actions mécaniques comme dans le sujet. Les équations découlant du principe fondamental sont donc très souvent fausses. De plus, seule une petite minorité de candidats a pensé à prendre en compte l'action de l'ensemble des pôles dans l'obtention de l'équation dynamique du mouvement du vérin.

III.4 - Analyse du comportement vis-à-vis du cahier des charges

Les fonctions de transferts étaient données mais le traitement de cette partie reste très décevant. A peine 10% des candidats ont su tracer correctement le diagramme de Bode asymptotique de la FTBO proposée (Q37) alors les asymptotes pouvaient être obtenues à partir du diagramme réel représenté sur le graphique de la question suivante... De plus, le travail avec le diagramme de Bode en FTBO avec une correction proportionnelle pour atteindre une certaine exigence de marge de gain n'est pas une évidence pour beaucoup. Les critères et conditions liées aux questions 39 et 40 ne sont connus que de très peu de candidats.

Partie IV – Choix et dimensionnement des correcteurs du système de calage des aubes

Beaucoup de candidats ont trouvé la condition demandée dans la question 41 mais le repérage des zones concernées sur la pôle était très aléatoire. La question 42 a été bien traitée, une majorité de candidats a bien interprété la courbe de dépassements relatifs. Si les conditions sur la classe de la FTBO et à la précision du système bouclé vis-à-vis de la consigne sont connues et maîtrisées par la grande majorité des candidats, celles concernant la perturbation le sont beaucoup moins. De plus, la présence du dérivateur au niveau de la perturbation avant le comparateur n'a été perçue que par une poignée de candidats. Concernant la question 44, les pentes du diagramme de gain ont été plus ou moins bien tracées, parfois avec un décalage par rapport à la valeur souhaitée. Beaucoup de candidats n'ont pas compris le retraçage de la nouvelle échelle de phase.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

On conseille de nouveau aux candidats de prendre le temps de parcourir la totalité du sujet pour assimiler les problématiques proposées ainsi que les démarches de résolution associées (une durée indicative de 30 min était donnée dans l'introduction pour découvrir le sujet dans sa globalité). Cela permet d'une part de mieux gérer le temps imparti pour l'épreuve et de prendre du recul face à la problématique et d'autre part d'avoir un parcours de réponses aux questions plus harmonieux qu'un simple picorage des questions. Des candidats développent parfois une longue démarche pour une question, avant de se rendre compte qu'ils sont en train de répondre aux questions qui suivent et de tenter une renumérotation du cahier avec force flèches et couleurs...

Les correcteurs sont sensibles aux candidats qui traitent une partie dans sa continuité, montrant alors des compétences manifestes, plutôt que des connaissances parcellaires en traitant une question par-ci par-là. En termes de rendu d'épreuve, le cahier réponses ne doit pas être utilisé comme un cahier de brouillon (la qualité de la rédaction n'entre pas explicitement dans la notation, mais elle est très appréciée des correcteurs et joue un rôle non négligeable dans l'évaluation), ni se limiter à un simple catalogue de réponses sans justifications. Les conclusions de certaines questions ne peuvent être valorisées que si le candidat précise le cheminement qui l'a amené à ces dernières.

ÉPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES B
ÉTUDE D'UN BANC D'ESSAI DE LAMES DE TONDEUSES A GAZON

Durée : 6 heures

PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet porte sur l'étude d'un banc d'essais de lames de tondeuses à gazon.

Le « banc d'essai » est une machine comprenant :

- Un système de transmission de puissance qui adapte l'énergie mécanique fournie par un moteur électrique à la vitesse de rotation nominale d'une lame de tondeuse ;
- Un dispositif d'éjection qui permet de propulser un pieu métallique dans la trajectoire de la lame selon un essai normalisé.

À la fin de l'essai, après choc entre la lame et le pieu, la lame est expertisée. Elle s'est déformée plastiquement, mais doit conserver son intégrité pour être conforme.

Le système de transmission de puissance est constitué d'un moteur électrique qui entraîne un arbre de transmission horizontal grâce à un système poulie courroie. À l'extrémité de cet arbre, un dispositif d'accouplement permet de lier toute une gamme de lames de tondeuses avec leurs dispositifs de sécurité.

Les poids relatifs des différentes parties du sujet sont :

- Notice justificative 51 %
- Dessin d'étude de construction mécanique 49 %

La répartition de la notation des différentes parties de la notice a été faite de la manière suivante :

- Détermination du couple transmissible par l'arbre (Q1 à Q14) : 12 %
- Prédimensionnement de l'arbre (Q15 à Q28) : 16 %
- Étude du ressort d'éjection du pieu (Q29 à Q40) : 16 %
- Étude de la gâchette électromagnétique (Q41 à Q46) : 7 %

Le dessin d'étude de construction mécanique proposait de concevoir :

- La liaison au châssis (Q47 à Q50) 15 %
- La gâchette (Q51 et Q52) 10 %
- La culasse et le poussoir – Socle (Q53 à Q56) 17%
- La qualité du tracé et les fonctionnalités globales 7%

COMMENTAIRE GÉNÉRAL DE L'ÉPREUVE

Le sujet est structurellement long et varié, les candidats peuvent ainsi s'exprimer sur l'ensemble de leurs compétences et montrer leur capacité à aborder un problème dans sa globalité. Une lecture complète du sujet est conseillée en début d'épreuve afin de s'imprégner de l'ensemble de son contenu. Les candidats sont invités à consacrer à peu près le même temps à la notice justificative et au dessin de construction mécanique.

Les calculatrices sont interdites. Les valeurs numériques données dans le sujet sont choisies afin de simplifier grandement les applications numériques à effectuer. La courbe $y = x^{1/3}$ est donnée en annexe E afin de pouvoir trouver graphiquement la racine cubique d'une valeur numérique à la question Q23.

Le sujet ne posait pas de difficulté particulière de compréhension.

Toutes les questions posées sont au niveau des candidats (à chaque question, plusieurs candidats obtiennent le maximum des points, et, pour 82% des questions, au moins 10% des candidats obtiennent le maximum des points). Toutes les parties de la notice ont été abordées par au moins 92% des candidats.

Le temps imparti pour répondre au sujet était correctement dimensionné. Ainsi, une grande majorité des candidats a traité ou entamé chaque partie. Le barème et le temps imparti sont répartis équitablement entre notice et dessin. Les notes des candidats à la partie notice ont une répartition centrée sur la note de 8.25/20 avec un écart type de 3.5. Le dessin d'étude de construction mécanique a également été entamé par la quasi-totalité des candidats mais les notes sont beaucoup plus étalées avec une répartition beaucoup plus large (moyenne de 10.5/20 et écart type de 5.22)

Les candidats qui ont le mieux réussi l'épreuve ont donc globalement bien répondu à la partie notice et ont fait la différence sur la partie dessin technique, outil indispensable à maîtriser pour une bonne communication technique.

ANALYSE PAR PARTIE

Remarques sur la partie notice justificative

Remarques générales :

Les candidats semblent familiers avec le format de cahier réponse déjà utilisé les années précédentes.

Les candidats ont su profiter des sous-parties indépendantes et des questions indépendantes à l'intérieur de chaque partie.

Les quatre parties de la notice étaient d'égale difficulté avec des moyennes comprises entre 8 et 8.47/20.

PARTIE I - Détermination du couple transmissible par l'arbre (Q1 à Q14)

Cette partie portait sur le calcul des couples auxquels était soumis l'arbre de transmission dans différents cas d'usage (en cas de choc, au démarrage...). Le candidat devait calculer ces couples élémentaires et par analyse en déduire le couple maximal auquel était soumis cet arbre de transmission. Seuls 62% des candidats obtiennent des points à la première question où il s'agissait d'identifier graphiquement la surface annulaire plane de contact plane entre deux pièces. Seuls 53% des candidats retiennent la bonne proposition de la question Q7 et retiennent la valeur maximale des deux couples calculés précédemment.

Moyenne de cette partie : 8.27/20 ; 25% des candidats ont plus de 10.7/20

PARTIE II - Prédimensionnement de l'arbre (Q15 à Q28)

Cette partie proposait une étude des sollicitations de torsion et flexion dans l'arbre de transmission afin d'en déterminer le diamètre minimum. L'étude des sollicitations de torsion était succincte. Les questions Q27 et Q28 évaluaient les capacités d'analyse et de réflexion des candidats au vu des résultats précédents.

8% des candidats n'ont obtenu aucun point à cette partie (non traitée ou ensemble des réponses incorrectes). Pour le reste la répartition des résultats est très étalée.

Moyenne de la partie : 8/20 ; 25% des candidats ont plus de 11.8/20

PARTIE III - Étude du ressort d'éjection du pieu (Q29 à Q40)

Cette partie concernait le choix du ressort d'éjection du pieu. Il fallait calculer dans un premier temps la masse du pieu (un cylindre en acier dont on donnait la densité et les dimensions), puis l'énergie cinétique du pieu, et enfin configurer et utiliser les résultats d'un calculateur de ressort en ligne.

Il est regrettable que seulement 28% des candidats arrivent à calculer la masse d'un cylindre dont les dimensions et la densité sont fournies.

Seuls 2% des candidats n'ont obtenu aucun point à cette partie (non traitée ou ensemble des réponses incorrectes)

Moyenne de la partie : 8.47/20 ; 25% des candidats ont plus de 11.9/20

PARTIE IV- Étude de la gâchette électromagnétique (Q41 à Q46)

Dernière partie de la notice, elle a néanmoins été traitée par une très grande partie des candidats (seuls 8% des candidats n'ont obtenu aucun point à cette partie). Dans cette partie il s'agissait de choisir un actionneur électromagnétique après avoir mené une étude sur le rotulage du pêne de la gâchette et une étude statique avec du frottement de Coulomb.

8% des candidats n'ont obtenu aucun point à cette partie (non traitée ou ensemble des réponses incorrectes). Pour le reste la répartition des résultats est également très étalée.

Moyenne de la partie : 8.4/20 ; 25% des candidats ont plus de 12.2/20

Remarques sur la partie dessin d'étude de construction mécanique

Remarques générales :

Sur le dessin, il fallait représenter les propositions de solutions pour trois sous-parties :

- La liaison au châssis
- La gâchette
- La culasse et le poussoir – Socle

La qualité du tracé et les fonctionnalités globales étaient également évaluées.

Les candidats ont repéré sans ambiguïté les différentes zones concernées et n'ont pas eu de difficulté à cerner l'environnement déjà représenté sur le calque.

Les trois parties ont été abordées par de très nombreux candidats, 85% au moins pour chacune des parties.

Les dessins produits sont dans l'ensemble d'une qualité satisfaisante, permettant une évaluation sans ambiguïté des solutions techniques proposées par les candidats.

La liaison au châssis :

Il s'agissait de réaliser une liaison complète réglable entre le canon et le châssis grâce à une platine de fixation. Les erreurs les plus courantes sont :

- Absence de guidage de la platine de fixation par rapport au châssis ;
- Double appui axial ;
- Absence de centrage.

5% des candidats n'ont obtenu aucun point à cette partie (non abordée ou ensemble des tracés incohérents). Pour le reste les solutions proposées sont satisfaisantes voire très satisfaisantes. 5% des candidats ont obtenu le maximum des points.

Moyenne de la partie : 12.2/20 ; 25% des candidats ont plus de 16.7/20

La gâchette :

Il s'agissait de représenter le pêne de la gâchette et notamment son extrémité permettant le réarmement, ainsi que sa liaison avec l'axe du solénoïde.

Peu de candidats ont réalisé une liaison linéaire annulaire entre le pêne et l'axe du solénoïde garantissant le meilleur fonctionnement.

14% des candidats n'ont obtenu aucun point à cette partie (non abordée ou ensemble des tracés incohérents). Pour le reste les solutions proposées sont satisfaisantes voire très satisfaisantes. 8.7% des candidats ont le maximum des points. Les chiffres sont moins bons que la partie précédente : c'est en partie dû aux 14% des candidats qui ont 0/20.

Moyenne de la partie : 10.86/20 ; 25% des candidats ont plus de 15.55/20

La culasse et le poussoir – Socle :

Il s'agissait de représenter la culasse, sa liaison avec le corps du canon, ses liaisons avec les douilles à billes ainsi que les formes permettant le guidage du ressort.

Le maintien en position des douilles à billes a posé de nombreuses difficultés à beaucoup de candidats (centrage, arrêt en translation, montabilité...). La mise en position du ressort d'éjection (centrage avec léger jeu radial permettant la dilatation diamétrale du ressort) a lui aussi été mal réalisé par un certain nombre de candidats.

15% des candidats n'ont obtenu aucun point à cette partie (non abordée ou ensemble des tracés incohérents). Pour le reste les solutions proposées sont satisfaisantes voire très satisfaisantes. 9% des candidats ont le maximum des points.

Moyenne de la partie : 9.61/20 ; 25% des candidats ont plus de 16/20

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

- Regarder l'ensemble du sujet afin d'aller chercher les parties dans lesquelles ils se sentent le plus à l'aise. Lire attentivement les questions et y répondre précisément en différenciant bien expression littérale et application numérique lorsque cela est spécifié. Exprimer les applications numériques dans l'unité requise, spécifier l'unité si cette dernière n'est pas imposée et exprimer les expressions littérales en fonction des variables spécifiées dans la question ou à défaut dans le sujet. Vérifier l'homogénéité des expressions littérales et des unités lors des applications numériques.
- Connaître et maîtriser les connaissances de base de mécanique.
- En dépit de l'interdiction des calculatrices, effectuer les applications numériques (souvent simples) et prendre du recul sur les résultats numériques obtenus en se posant la question élémentaire : l'ordre de grandeur du résultat est-il cohérent vis-à-vis du produit étudié ?
- Développer une culture technologique afin de proposer des solutions réalistes, par exemple en multipliant les activités d'analyse sur des systèmes réels.
- Dans la partie « dessin d'étude de construction mécanique », privilégier les solutions qui soient les plus simples possibles. Penser à indiquer les jeux fonctionnels ainsi que les ajustements. Vérifier (au moins *a posteriori*) que la solution proposée est « montable », et que les pièces supposées en mouvement relatif n'ont pas d'interférences entre elles.
- Ne pas appliquer systématiquement des solutions types mais bien prendre en compte les consignes données dans l'énoncé.

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 donné 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.