

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.