

ÉPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES B

UNE ATTRACTION NOMMÉE AÉROBAR

Durée : 6 heures

PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet porte sur un bar aérien installé dans quelques parcs d'attraction. Les passagers sont installés dans une nacelle avec les pieds dans le vide. La nacelle monte à 35 mètres de hauteur, effectue une rotation de 360° puis redescend. Les passagers peuvent ainsi prendre un verre en admirant le paysage.

L'exigence de rentabilité de l'attraction, couplée à des problématiques liées à l'expérience des passagers, permet de définir une durée de cycle total et d'effectuer un choix de motorisation et de rapport de transmission. Par la suite, l'exigence de sécurité conduit à vérifier que le temps de réponse du système anti-chute est adapté à la dynamique de chute libre de la nacelle en cas de défaillance mécanique. Le dimensionnement du crochet et du système d'absorption, réalisé par des empilements de rondelles élastiques sont également étudiés. La dernière partie s'intéresse à l'entraînement en rotation par adhérence de la nacelle. L'objectif est d'effectuer le dimensionnement du ressort qui permet de maintenir l'adhérence entre la roue motrice et la nacelle fixe. Une fois les choix validés, la seconde partie de l'épreuve consiste à proposer une solution constructive pour l'entraînement en rotation de la nacelle.

Les poids relatifs des différentes parties du sujet sont :

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

Thématiquement, sur la notice justificative, la répartition de la notation a été faite de la manière suivante :

- Étude de la cinématique et choix de moto-réducteur Q1 à Q7 9 %
- Étude du système anti-chute Q8 à Q26 27 %
- Étude de l'entraînement en rotation Q27 à Q35 15 %

COMMENTAIRE GÉNÉRAL DE L'ÉPREUVE

Le sujet est structurellement long, 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 ce dernier.

Les calculatrices sont interdites. Certaines applications numériques demandaient une aptitude à effectuer des approximations pour pouvoir atteindre le résultat. Lors de l'évaluation des copies, une tolérance de quelques pourcents a été appliquée sur la précision des résultats numériques obtenus.

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 83% des questions, au moins 7% des candidats obtiennent le maximum des points).

Dans toutes les parties du sujet, des connaissances de base sont évaluées. Bon nombre de candidats ne les maîtrisent pas.

Une grande majorité des candidats a traité ou entamé chaque partie, avec une préférence pour les parties calculatoires (dynamique de la chute et résistance du crochet).

Les candidats ont fréquemment abandonné la notice justificative pour se consacrer au dessin : ils obtiennent en moyenne 51% de leurs points sur la notice et 49% sur le dessin d'étude de construction mécanique.

ANALYSE PAR PARTIE

Remarques sur la partie notice justificative

Remarques générales :

Les candidats ont su profiter des parties indépendantes et des questions indépendantes à l'intérieur de chaque partie. Certaines parties sont intégralement non traitées par certains candidats.

Le jury remarque que les candidats semblent plus familiers de ce format d'épreuve avec cahier réponse que les années précédentes. Néanmoins encore trop d'entre eux ont eu visiblement un raisonnement juste mais ne répondent pas précisément à la question posée (donnent l'expression littérale au lieu de l'application numérique, et inversement, n'expriment pas les résultats en fonction des quantités demandées ou n'effectuent pas leurs applications numériques dans l'unité demandée) ce qui les pénalise fortement.

Étude de la cinématique et choix de moto-réducteur pour la montée/descente :

Cette partie, portait sur l'analyse des profils de vitesse de montée et de descente de la nacelle compte tenu du temps de cycle complet (montée, rotation et descente de la nacelle). Les calculs des différents temps et vitesses ont été bien traités par les candidats, leur permettant d'obtenir le rapport de transmission nécessaire. Il s'agissait ensuite de déterminer la puissance nécessaire au niveau de chacun des 3 moteurs. Cette question a été correctement traitée par peu de candidats, soit parce qu'ils n'ont pas tenu compte des 3 moteurs, soit parce que les applications numériques étaient fausses. Enfin le choix du réducteur, qui dépendait directement des deux parties précédentes a été correctement traité par moins de 7% des candidats.

Étude du système anti-chute :

La première partie portait sur la cinématique de la chute libre de la nacelle et a été bien traitée par la majorité des candidats. Par la suite, il était demandé de déterminer le temps nécessaire pour que le crochet de sécurité vienne dans une encoche via l'utilisation du théorème de l'énergie cinétique. La démarche décomposée de façon détaillée dans les différentes questions a permis à un tiers des candidats de vérifier l'exigence de temps de réponse du système antichute. La seconde partie portait plus spécifiquement sur le dimensionnement du crochet du système antichute et des rondelles élastiques absorbant le choc. La plupart des candidats ont su démarrer les calculs du nombre de paquets de rondelles et du nombre de rondelles par paquets mais très peu sont arrivés au terme du choix. Le dimensionnement du crochet par une approche de type RDM, quant-à-lui, ne semble pas avoir posé de problèmes particuliers aux candidats.

Étude de l'entraînement en rotation :

La partie démarrait avec la vérification du fait que la roue d'entraînement roule bien sans glisser sur la partie nacelle fixe. L'effort de contact entre la roue et la nacelle fixe est réalisé par un ressort qui plaque la roue sur la nacelle fixe via un basculeur lié à la nacelle mobile. Il s'agissait dans un premier temps de vérifier que sous condition d'adhérence, la nacelle effectue bien un tour complet ; cette partie a été traitée par l'essentiel des candidats. Il fallait ensuite établir le lien entre l'effort tangentiel et l'effort développé par le ressort à la limite du glissement. L'effort tangentiel maximal nécessaire permettait ensuite de choisir le ressort et la précharge à installer pour éviter le glissement. Cette partie, plus

calculatoire, a pu néanmoins être traitée par près de 40% des candidats jusqu'à la question 30, du fait que beaucoup de résultats intermédiaires étaient fournis.

Remarques sur la partie « dessin d'étude de construction mécanique »

Remarques générales :

Le dessin était constitué de trois zones, dans lesquelles devaient être représentées :

- L'encastrement via un manchon situé entre l'axe du réducteur (comportant rainure de clavette et taraudage en bout) et la jante de la roue (centrage, positionnement axial et maintien en position par boulons M14) ;
- Le guidage en rotation de l'ensemble basculeur (réducteur, moteur et roue motrice) par rapport à la plaque support par deux coussinets à collerette déjà choisis.
- Les assemblages mécano-soudés de l'ensemble basculeur et de l'axe de la liaison pivot solidaire du support.
- Le système de précharge élastique via un ressort pour le maintien du contact roue/nacelle fixe.

Les candidats semblent ne pas avoir eu de difficulté à appréhender l'environnement.

Les dessins sont globalement d'une qualité satisfaisante, laissant peu d'ambiguïté sur les solutions techniques proposées par les candidats.

Zone 1 : liaison encastrement entre l'axe du réducteur et la jante

Presque tous les candidats donnent des éléments de solution pour cet encastrement. Ils réalisent bien le montage entre l'arbre de sortie du réducteur et le manchon. Les formes du manchon sont compatibles avec une obtention par usinage, la rainure de clavette débouche. Les autres surfaces fonctionnelles sont bien un centrage long sur l'arbre et un appui axial unique. Enfin le maintien en position est réalisé par une vis M10. Entre le manchon et la jante, on retrouve un centrage court, un appui plan et un maintien en position par boulons M14 pour les deux tiers des candidats.

Zones 1 & 2 : liaison pivot entre le basculeur et la plaque support et encastrement entre basculeur et réducteur

Cette partie a été globalement beaucoup moins bien traitée que la précédente. Seules un peu plus de la moitié des solutions proposent une liaison pivot entre les ensembles demandés. Beaucoup de candidats relient directement le basculeur au support avec un arbre tournant dans le vide. Le montage des coussinets peut être assez étonnant. Par ailleurs les formes des carters sont incompatibles avec le procédé envisagé (plaques d'épaisseurs données assemblées par soudage) dans plus de deux tiers des cas. La fixation du réducteur au basculeur par appui plan, centrage court et fixation par boulons M10 a été bien réalisée par 40% des candidats.

Zone 3 : système de précharge élastique

Il s'agissait ici de dessiner dans la zone 3 le système de précharge par ressort. Le centrage du ressort a été assez peu représenté et encore moins le système de précontrainte. Par contre le système permettant de décoller la roue du fût via une tige filetée a été plutôt bien décrit pour près de la moitié des candidats.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Écrire lisiblement et avec une encre pas trop claire. Marquer suffisamment les tracés au crayon.

Regarder l'ensemble du sujet afin d'aller chercher les parties dans lesquelles ils se sentent le plus à l'aise.

Répondre précisément aux questions posées en différenciant bien expression littérale et application numérique. Exprimer les applications numériques dans l'unité requise, spécifier l'unité si celle-ci n'est pas imposée, et donner les expressions littérales en fonction des variables spécifiées dans la question.

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. Se poser systématiquement la question de la montabilité et de la faisabilité des solutions proposées.

Ne pas appliquer systématiquement des solutions types (par exemple lorsqu'un assemblage mécano-soudé est demandé, ne pas réaliser un assemblage avec des vis) mais prendre le temps d'analyser les spécificités du système étudié.

Connaître et maîtriser les connaissances de base : torseur de cohésion, formules de résistance des matériaux, application du PFS, du PFD, du théorème de l'énergie cinétique, réalisation des liaisons élémentaires (encastrement, pivot, méthode pour la réalisation d'un montage de roulements) ...

Effectuer les applications numériques en dépit de l'interdiction des calculatrices et prendre du recul sur les résultats numériques obtenus en se posant la question élémentaire : le résultat est-il plausible vis-à-vis du produit étudié ?

Développer leur culture technologique afin de proposer des solutions réalistes, par exemple en multipliant les activités d'analyse sur des systèmes réels.