

EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES C
PT SI-C : ÉTUDE D'UN TRAIN D'ATTERISSAGE AVANT

Durée : 6 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le sujet porte sur l'étude et la réalisation d'un train d'atterrissage avant d'aéronef. Les auteurs du sujet remercient la société Messier Dowty pour son aide dans la conception de ce sujet.

Les poids relatifs de différentes parties du sujet sont :

- Partie 1 : Etude des cycles de rentrée et de sortie du train	13 %
- Partie 2 : Etude du système	15 %
- Partie 3 : Etude de fabrication du caisson	35 %
- Partie 4 : Etude du pivotement de l'axe des roues	12 %
- Partie 5 : Etude de la conception du compas	25 %

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

- Automatismes et Grafset	13 %
- Étude Cinématique graphique	7 %
- Étude Mécanique et Statique	10 %
- Théorie des mécanismes	13 %
- Analyse de spécifications	8 %
- Étude de fabrication	18 %
- Matériaux et procédés	8 %
- Conception	23 %

COMMENTAIRES GENERAUX

Le sujet a été conçu de manière à ce que les candidats puissent répondre à l'ensemble des parties avec un niveau de difficulté abordable. Beaucoup de candidats ne s'aventurent pas au delà de la première question quand ils éprouvent des difficultés alors que les questions suivantes peuvent être relativement simples et abordables. Le jury rappelle donc qu'il est préférable de lire le sujet en entier avant de commencer.

De même, Les candidats fuient devant une difficulté apparente ou des questions originales comme celles proposées au sujet de l'utilisation du torseur des petits déplacements pourtant accessibles.

Il faut noter que de nombreux candidats ne répondent pas toujours précisément aux questions posées et proposent des réponses, certes intéressantes, mais sans rapport avec la problématique du sujet. Ce genre de comportement ne rapporte malheureusement aucun point et leur fait perdre un temps précieux. Dans un même esprit, les explications sont parfois très floues et alambiquées et montre un manque de maîtrise technique et scientifique de la part du candidat. Le jury attend donc des réponses précises, concises et illustrées aux questions de culture scientifique et technique.

Malgré les mises en garde du jury sur la présentation des copies, il reste encore de très nombreuses fautes d'orthographe et certaines copies ont une écriture parfois illisible à la limite du corrigé. Savoir s'exprimer clairement par écrit, utiliser un vocabulaire technique et précis est un acte essentiel pour leur future vie professionnelle.

COMMENTAIRES SUR CHAQUE PARTIE DE L'ÉPREUVE

Remarques sur la Partie 1 :

La présentation des phases de rentrée et de sortie du train d'atterrissage comportait une erreur. En effet, le texte indiquait que la sortie du train correspondait à la sortie du vérin de déploiement au lieu de sa rentrée.

Malgré cela, la partie a été globalement bien traitée en ce qui concerne les comportements. Par contre beaucoup de confusions sur les divergences en OU et en ET. Peu de candidats connaissent la syntaxe d'une temporisation.

Remarques sur la Partie 2 :

En ce qui concerne l'analyse du système, une très grande majorité sait construire un graphe des liaisons. Les formules de calcul de l'hyperstatisme sont connues (ou stockées dans les calculatrices), mais beaucoup d'erreurs d'applications conduisent à des erreurs, notamment à cause du nombre de mobilités bien que celles-ci soient indiquées sur le document ressource. Les propositions des modifications du schéma conduisent trop souvent à des mécanismes qui ne transmettent plus correctement les mouvements du système.

Pour la cinématique graphique, seules 10% des copies sont satisfaisantes. Une grande partie des candidats a eu du mal à commencer et n'a rien fait ou a proposé une vitesse du point I dans l'axe du vérin. Quelques confusions avec de la statique graphique ont été constatées. Visiblement certains candidats ont fait de la cinématique graphique durant la préparation au concours et d'autres non.

Remarques sur la Partie 3 :

Très peu de candidats (< 3%) donnent une définition correcte d'une spécification dimensionnelle. En ce qui concerne les spécifications géométriques, la philosophie semble comprise pour beaucoup de candidats. Par contre le vocabulaire associé l'est beaucoup moins. On note une nette diminution de l'utilisation du critère des moindres carrés pour associer un élément théorique mais toujours très peu de critères « minimax ». La tolérance de symétrie n'a été que très peu traitée.

La définition du matériau mène à tout et n'importe quoi : acier allié, alliage à 6% d'aluminium, fonte, étain, titane, zamak ... La notion de couple matériaux/procédés est loin d'être acquise. Trop de candidats mélangent fonderie et forge, et ceux qui ne se trompent pas avec la fonderie décrivent le procédé de forgeage d'une pièce aéronautique de moyenne série avec un marteau et une enclume. Pour la grande majorité, les candidats proposent tout ce qu'ils savent en dehors du contexte proposé par le sujet et laisse le soin aux correcteurs de faire le tri, ce qui ne rapporte pas de point.

Les fonctions de service à assurer par le porte pièce sont plutôt bien connues. La modélisation des liaisons donne très souvent un résultat hyperstatique, les candidats ne savent pas ce qu'est un montage isostatique et pourquoi il doit l'être.

La partie sur les petits déplacements n'a quasiment pas été traitée. Pourtant, celle-ci ne présentait pas de difficultés et ceux qui s'y sont essayé ont récupéré des points. La confusion sur cette question provient du fait que les candidats pensent que le déplacement tangentiel dans une liaison ponctuelle, linéaire rectiligne ou plane est problématique.

La partie fabrication par usinage est en grande majorité mal traitée. Sur cette partie procédé, les connaissances sont absentes, le vocabulaire employé n'est ni technique ni scientifique, les dessins d'outil montrent qu'ils n'en ont jamais vu et les ordres de grandeurs des conditions de coupe sont très souvent faux.

Remarques sur la Partie 4 :

Cette partie comportait une erreur sur le point d'application du torseur des actions extérieures sur le compas supérieur et beaucoup de candidats ont relevé à juste titre l'erreur du sujet. Certains candidats ont fait de bonnes choses mais l'erreur dans le sujet a du décourager un grand nombre de candidats. La première question de statique a été plutôt bien traitée mais la deuxième beaucoup moins. Certains candidats n'ont aucun scrupule à proposer des résultats dont l'ordre de grandeur est complètement aberrant. Il est dommage que beaucoup de candidats n'aient pas traité les questions 3 et 4, qui étaient découplées du début et qui abordaient des notions relativement simples. La question sur les liaisons entre le piston de gauche et de droite avec la crémaillère est rarement bien traitée, elle a donné lieu à des réponses évasives sur un degré d'hyperstatisme à réduire, voir à des justifications très farfelues.

Remarques sur la Partie 5 :

La connaissance et la justification de l'utilisation des paliers lisses sont loin d'être connus par les candidats. Malgré le choix imposé de paliers lisses, certains candidats dessinent des roulements. Pratiquement tous les candidats (90%) ont dessiné quelque chose.

Mais cette partie pose un réel problème de conception. Sans se focaliser sur le réglage de jeu, la lubrification, ..., la plupart des liaisons n'étaient pas viables !

Voici les points les plus choquants car vus de multiples fois :

- des liaisons non montables,
- des liaisons où les coussinets a priori serrés dans l'alésage se font pincer par des écrous qui les bloquent sur l'arbre,
- l'arbre se réduit parfois à une grosse vis à tête hexagonale dont la partie filetée participe en plus au guidage des paliers,
- des coussinets sans collerette où l'on voit mal comment supporter les charges axiales.

Les liaisons pivot et rotule sont souvent des liaisons pivots glissants et linéaires annulaires. La contrainte de démontage rapide pour la liaison compas inférieur / compas supérieur n'a pratiquement jamais été prise en compte.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Le sujet est généralement long, le candidat a donc intérêt à faire une première lecture rapide du sujet pour prendre connaissance du problème dans sa globalité et repérer les parties qui lui semblent les plus abordables. Au vu de l'éventail des questions posées, le candidat doit avoir un esprit large et polyvalent, et doit être capable d'adapter ses connaissances au système étudié, mais aussi, doit être rapide et efficace compte tenu de la durée de l'épreuve.

Un effort particulier devra être fait sur la rédaction, la concision et la clarté des explications. Ne pas hésiter à encadrer les résultats et faire un schéma.

Enfin, nous conseillons fortement aux candidats de justifier brièvement les démarches et les solutions proposées pour répondre au cahier des charges imposé. Il est également fortement conseillé aux candidats de soigner leur écriture, d'utiliser des couleurs en particuliers pour mettre en valeur les constructions graphiques, ainsi que de faire ressortir les résultats. Certaines copies étaient à la limite du lisible.

On le répétera toujours, lire soigneusement les questions du sujet et répondre aux questions posées.