

## **Commentaires des correcteurs de l'épreuve de « conception des systèmes »**

Tout d'abord les auteurs du sujet tiennent à remercier la société Eurocopter et en particulier M. Maurice BLANC pour son accueil, sa disponibilité et les nombreux renseignements qu'il leur a communiqué.

Le support de cet épreuve était une transmission de puissance d'hélicoptère. Il s'agissait en grande partie de celle de l'Ecureuil. Toutefois, pour des raisons de confidentialité ou de propriété industrielle, certaines parties ont été adaptées à partir d'autres appareils. Cet aspect était clairement indiqué dans le sujet et concernait aussi bien les aspects structurels que les conditions d'usage.

### **Première partie - Etude de la boîte de transmission principale :**

Cette première étude concernait l'analyse de la transmission de puissance principale, il s'agissait uniquement d'une étude géométrique et cinématique.

*Question 1 :* Parmi les candidats n'ayant pas traité cette partie correctement, beaucoup n'ont pas précisé les hypothèses nécessaires à l'étude ou ont confondu schéma cinématique et schéma architectural. Il est à noter que certains schémas étaient particulièrement négligés ou présentaient des architectures non fonctionnelles.

*Question 2 :* Cette question de nature purement géométrique nécessitait de s'appuyer sur un schéma précis et rigoureux. Les approximations géométriques effectuées par une grande partie des candidats, sur la localisation de la tangence entre les satellites, conduisaient à une relation inexploitable.

*Questions 3 et 4 :* La plupart des candidats ont compris les objectifs de cette partie, mais la relation demandée a rarement été obtenue car les calculs effectués présentaient un grand nombre d'erreurs.

*Question 5 :* Les approximations effectuées à la question 2 et la non prise en compte de la géométrie réelle des dentures ont conduit un grand nombre de candidats à choisir un nombre de satellites trop important.

*Questions 6 et 7 :* Les conditions générales de détermination des nombres de dents des constituants d'un train épicycloïdal n'ont généralement pas été appliquées. Les nombres de dents obtenus étaient souvent incompatibles avec le montage des satellites.

### **Deuxième partie – Etude de la suspension de l'ensemble { BTP + Moteur + Rotor principal }**

Cette partie concernait l'analyse de la suspension de la boîte de transmission principale. Il s'agissait de développer les supports et les modèles permettant de caractériser le comportement global de la suspension.

*Questions 8-9-10-11 :* Il est surprenant qu'une question aussi élémentaire que la question 8 n'est pas été traitée correctement. Les candidats ont considéré, dans leur très large majorité,

qu'une rigidité importante conduisait à une déformation importante. Par conséquent, les schémas proposés correspondaient à des architectures incompatibles avec le cahier des charges.

*Questions 12 et 13 :* La plupart des candidats, qui ont correctement défini le comportement individuel des flectors, n'ont pas su proposer une modélisation adaptée au comportement de l'ensemble.

*Question 14 :* Cette question qui conduisait à adapter une solution déjà définie dans le sujet à été bien traitée par certains candidats, en revanche beaucoup n'ont pas identifié qu'il était indispensable d'utiliser deux plots.

*Questions 15 et 16 :* Il s'agissait, comme à la question 10 et à la question 12, de mettre en place une schématisation précise et rigoureuse d'un ensemble mécanique de manière à étudier son comportement. Aucun candidat n'a mis en place les supports permettant de réaliser cette analyse qui n'a généralement pas été abordée.

*Questions 17 et 18 :* Les pièces monobloc présentant une direction de déformation privilégiée (à lames par exemple) sont connues de certains candidats qui proposent des solutions correctes mais qui ne sont pas toujours compatibles avec le contexte particulier de l'aéronautique. Par contre les procédés d'obtention proposés sont rarement adaptés.

### **Troisième partie – Etude de la transmission « roue-libre »**

Cette partie concernait l'analyse de la roue libre, il s'agissait :

- de proposer les supports et les modèles permettant de quantifier son comportement,
- d'analyser et d'écrire les spécifications géométriques permettant d'assurer son fonctionnement.

*Questions 19 et 20 :* Un grand nombre de candidats ne semble pas connaître le principe de fonctionnement d'une roue libre. Les schémas technologiques proposés ne comportaient jamais la totalité des éléments de repérage et de paramétrage nécessaires à une analyse quantitative du comportement. En conséquence seuls quelques candidats ont su définir les sollicitations mécaniques appliquées sur les composants de la roue libre.

*Question 21 :* Le frottement roue / moyeu a généralement été identifié comme le phénomène physique à l'origine de l'accrochage de la roue libre, par contre la relation entre l'angle de pincement maximal et l'angle de frottement n'a été évoquée que par quelques candidats. Cette méconnaissance du comportement d'un composant aussi élémentaire qu'une roue libre est surprenante de la part de candidats à l'agrégation de mécanique.

*Question 22 :* Les supports schématiques développés à la question 20 n'ont généralement pas permis aux candidats qui ont abordé cette partie de quantifier l'influence des déformations du moyeu sur le comportement de la roue libre. Il est à noter que quelques candidats ont correctement analysé et critiqué le modèle de comportement proposé, par contre les conditions de chargement effectives du moyeu n'ont été obtenues que par un seul d'entre eux.

*Question 23 :* Les candidats qui ont abordé cette partie ont généralement conclu à la nécessité d'effectuer un traitement de surface, les types et surtout la profondeur de traitement n'étaient

que très rarement adaptés. En particulier, la nitruration qui peut apparaître comme une solution possible n'est pas compatible avec la profondeur de traitement indispensable à la tenue des surfaces.

*Questions 24 et 25* : Le décodage de spécification est bien connu de la plupart des candidats, il est nécessaire de préciser qu'une représentation graphique du modèle non idéal et du modèle idéal est indispensable au décodage. En revanche, l'écriture des spécifications liées à une condition fonctionnelle aboutit souvent à un ensemble de spécifications inorganisées et parfois incompatibles.

*Question 26* : Quelques candidats ont correctement analysé cette question.

*Question 27* : Cette question de nature purement géométrique n'a été traitée correctement que par trois candidats, de plus beaucoup ignorent l'existence d'un jeu interne dans les roulements.

*Question 28* : Cette question avait pour objectif de vérifier la capacité des candidats à associer aux contraintes fonctionnelles une écriture de spécifications normalisées. Il apparaît indispensable de rappeler qu'une analyse et une écriture cohérentes des spécifications sont indispensables à la maîtrise des contraintes géométriques. En conséquence, la multiplication de spécifications sans cohérence n'est pas une démarche envisageable. Il convient également de noter que pour certains candidats la sémantique liée au tolérancement normalisé ISO n'est pas connue.

## **Quatrième partie – Etude de la boîte de transmission arrière et du rotor arrière**

Cette partie avait pour objectif l'analyse d'un rotor arrière de type fenestron. L'étude portait principalement sur le dispositif d'orientation des pâles, il s'agissait :

- d'analyser la liaison pôle rotor par faisceau de lames déformables,
- de proposer une solution constructive adaptée à la commande d'orientation par l'intermédiaire d'une servocommande.

*Questions 29 et 30* : La plupart des candidats ont abordé ces questions. Par contre l'analyse des mouvements relatifs entre les différentes pièces a rarement été effectuée correctement. En particulier les liaisons axe de commande / rotor et pale / plateau de commande ont souvent été assimilées à une glissière et à une rotule alors que la mobilité en rotation de l'axe de commande par rapport au rotor et la mobilité de translation de la pale par rapport au plateau sont indispensables au bon fonctionnement de l'ensemble. Par conséquent de nombreux schémas proposés conduisaient à des mécanismes sans mobilité.

A l'inverse certains candidats, utilisant un modèle cinématique pertinent, ont su définir la loi de déplacement du plateau de commande et analyser le dégagement effectué dans celui-ci afin d'accueillir le pied de pale pour les forts angles d'incidence.

*Question 31* : De nombreux candidats ont correctement défini les sollicitations appliquées au faisceau, par contre les justifications des choix du constructeur quant à l'utilisation d'un faisceau feuilleté étaient souvent approximatives. Certains candidats ayant même considéré que les lames étaient « collées » se qui enlève toute raison d'être à ce dispositif.

*Question 32* : Cette question a été correctement traitée par les candidats qui l'ont abordée, par contre peu d'entre eux ont justifié leur choix.

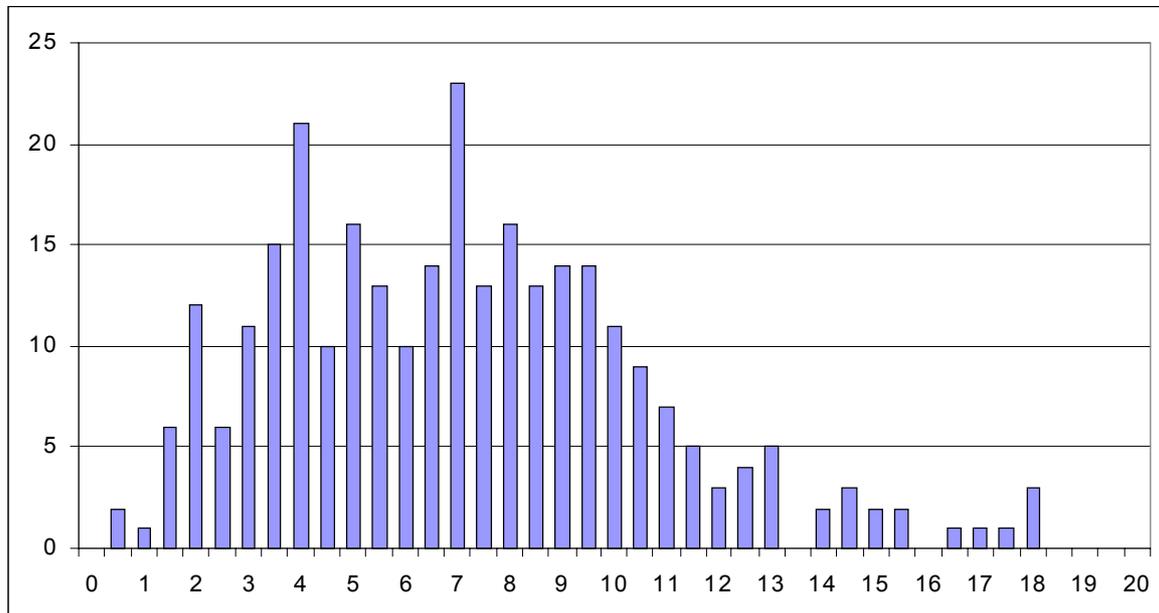
*Question 33* : Quelques candidats ont effectué une bonne analyse comparative des deux solutions proposées, mais la présentation des résultats mériterait plus de clarté (sous forme de tableau par exemple).

*Question 34* : Cette question n'a généralement pas été abordée ou a été traitée de façon très contrastée. Seuls les candidats qui ont bien analysé le problème en précisant les contraintes, ont su proposer une solution correcte.

*Questions 35-36-37* : Il faut noter que suite aux recommandations effectuées l'année dernière, beaucoup de candidats ont abordé cette partie. Par contre, beaucoup d'entre eux, certainement par manque de temps, ont proposé des solutions ayant très peu de rapport voire aucun avec le problème posé. Il apparaît indispensable de rappeler qu'avant de définir une solution il est important d'analyser correctement les contraintes fonctionnelles associées au problème : mouvements relatifs, efforts, étanchéité, intégrations des composants, contraintes aéronautiques, .... Les quelques candidats qui ont suivi cette démarche ont pu proposer des solutions pertinentes.

Par ailleurs, certaines des solutions proposées, laissent apparaître une méconnaissance des composants normalisés comme les butées à billes simple ou double effet.

## Résultats



## Conclusion générale

En complément ou en rappel des recommandations déjà effectuées les années précédentes, les auteurs souhaitent insister sur le fait qu'une bonne préparation à l'épreuve de conception des systèmes conduit à :

- Posséder une culture des solutions techniques et une connaissance fine du comportement des composants technologiques.
- Etre capable de développer les supports schématiques adaptés à un besoin donné et ne pas se limiter au seul schéma de principe. En particulier savoir créer des schémas technologiques ou cinématiques comportant les éléments de repérage et de paramétrage utiles à la caractérisation du comportement d'un composant ou d'un système.
- Maîtriser les outils de décodage et d'écriture de spécifications ainsi que les procédés d'obtention.
- Développer des démarches d'analyse et de calcul rigoureuses en s'appuyant sur des connaissances précises des différents domaines de la mécanique.
- Consacrer un temps significatif à la lecture du sujet de manière à s'approprier les supports et à développer une vision globale de l'étude proposée.
- Respecter l'importance relative des différentes parties, les auteurs indiquent d'ailleurs systématiquement le temps qu'il convient de leur accorder.