

## EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES B

PT SI B : ETUDE DU SYSTEME D'ENTRAINEMENT D'UNE BROCHE DE FRAISAGE

Durée : 6 heures

### PRESENTATION DU SUJET

Le sujet porte sur l'étude du système d'entraînement par roue et vis sans fin de la broche de fraisage d'un centre de tournage fraisage 5 axes MAZAK.

Il porte plus particulièrement sur le dimensionnement du moteur, le dimensionnement des roulements guidant les différents arbres en rotation et le dimensionnement de ces arbres.

Les poids relatifs des différentes parties du sujet sont :

- Notice justificative 47 %
- Dessin d'étude de construction mécanique 53 %

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

- Caractéristiques du système Q1, Q2 2 %
- Détermination de l'effort de coupe tangentiel maximum Q3, Q4 3 %
- Détermination des actions de liaison Q5, Q6 6 %
- Etude du moteur Q7 à Q10 6 %
- Guidage en rotation de l'arbre intermédiaire Q11 et Q18 8 %
- Etude de résistance des matériaux Q19 à Q23 8 %
- Montage des pignons – Q24 à Q27 5%
- Etude de la fabrication d'une pièce Q28 à Q32 5%
- Détermination du couple maximal de serrage Q33 à Q35 4%

### COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

Cette année la structure du sujet est un peu plus longue que lors des sessions précédentes. Le sujet a été conçu pour interroger les candidats sur de nombreuses parties du programme. 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.

Toutes les questions posées sont au niveau des candidats (à chaque question, plusieurs candidats obtiennent le maximum des points). On peut regretter quelques petites erreurs dans le texte de l'épreuve mais les candidats ne semblent pas pour autant avoir été trop perturbés et nous en avons tenu compte dans les barèmes.

Dans toutes les parties du sujet, des connaissances de base sont évaluées. Une grande majorité des candidats a traité ou entamé chaque partie. On peut néanmoins regretter que beaucoup de candidats ne maîtrisent que partiellement certaines connaissances de base (choix des matériaux, montage des roulements en X et en O, principe fondamental de la statique, résistance des matériaux, ...). Comme l'année dernière, le sujet a montré que les candidats ont souvent du mal à extraire de leurs connaissances technologiques celles associées au mécanisme.

## ANALYSE PAR PARTIE

### Remarques sur la partie notice justificative

#### Remarques générales

Les candidats ont su profiter des parties indépendantes et ne sont que rarement restés bloqués. La première partie a été globalement bien traitée. On peut regretter cependant que l'obtention de valeurs numériques aberrantes ne fasse pas réagir certains candidats (valeurs d'efforts de coupe inférieures à 1 Newton par exemple). D'autre part, les correcteurs se sont aperçus que les candidats ne lisent pas toujours correctement le texte du sujet et répondent partiellement aux questions (Calcul de 5 valeurs sur 6 concernant la question Q2).

L'étude statique ne posait pas de difficultés puisque les bilans d'actions mécaniques et les isolements étaient proposés dans le sujet. On note cependant de nombreuses erreurs de calculs. Beaucoup de candidats éprouvent des difficultés à exprimer l'effort exercé par le pignon P1 sur le pignon P2 alors que les projections des efforts étaient données dans le document 7 du sujet (pourquoi introduire  $\cos(\alpha_{12})$  et/ou  $\sin(\alpha_{12})$  dans l'expression de la composante  $T_{12}$  ?). Moins de 10% des candidats arrivent jusqu'au bout de la question et parviennent à proposer une valeur numérique correcte malgré l'aide qui était fournie.

La partie sur l'étude du moteur a globalement été bien maîtrisée par les candidats. Néanmoins, les comparaisons des résultats obtenus avec les valeurs fournies par le constructeur doivent être suivies de véritables conclusions vis-à-vis du mécanisme.

La partie relative au guidage en rotation de l'arbre intermédiaire a mis en évidence de nombreuses lacunes chez les candidats. L'ensemble des candidats est capable de justifier l'utilisation de roulements à rouleaux coniques mais éprouvent des difficultés à justifier le choix d'un montage en O ou en X. Les correcteurs regrettent que de nombreux candidats choisissent encore des tolérances et des arrêts axiaux complètement farfelus pour le montage de roulements. Les questions relatives aux calculs des efforts axiaux montrent que les candidats ont des difficultés à calculer les charges dynamiques équivalentes et que le processus de vérification ou de dimensionnement d'un montage à roulements coniques est méconnu. Cependant les candidats maîtrisent correctement la notion de durée de vie d'un roulement.

L'étude de résistance des matériaux est plus décevante que celle proposée lors de la session précédente. L'écriture des torseurs de cohésion et le calcul du diamètre minimum de l'arbre intermédiaire sont globalement mal traités. En revanche, on peut noter que l'interprétation des diagrammes représentant les sollicitations de torsion et de flexion ainsi que le choix de l'allure de la déformée montrent que les candidats font preuve de bon sens.

La partie concernant le montage des pignons revenait sur un calcul classique de pression de matage et sur le choix de moyeux expansibles. Environ 60% des candidats ne savent pas exprimer le critère de dimensionnement des clavettes et 50% des candidats choisissent mal les moyeux expansibles alors que le diamètre de l'arbre est précisé dans le sujet.

La partie concernant l'étude de fabrication du touret montre que les candidats éprouvent encore pas mal de difficultés à interpréter une spécification dimensionnelle. Le sujet comportait une erreur dans la tolérance de la spécification de localisation. Cette erreur n'était cependant pas présente dans le dessin de définition de la pièce faisant l'objet de l'étude (document 10). Les correcteurs ont fait preuve de souplesse dans l'évaluation de cette question. Néanmoins, nous rappelons aux candidats que l'interprétation d'une spécification nécessite la lecture du dessin associé. Il est donc difficile de répondre que l'élément tolérancé est l'axe d'un cylindre.

La question Q30 a été globalement mal traitée voire non traitée. Dans les quelques réponses obtenues, on peut regretter que les candidats positionnent des appuis sur les surfaces à usiner. La représentation de la mise en position et du maintien en position respectant la seconde partie de la norme NFE 04-013 est très mal connue.

Les correcteurs sont également déçus par les réponses obtenues à la question élémentaire Q31 sur le calcul des conditions de coupe d'une opération de tournage classique.

La dernière partie de la notice a montré que les candidats ont compris l'intérêt du système étudié. Cependant, la détermination du couple transmissible par adhérence a été traitée correctement par 20% des candidats alors que ce type de calcul était présent dans l'épreuve de la session précédente. Nous conseillons enfin aux futurs candidats d'avoir un jugement critique sur les valeurs numériques obtenues. Le serrage d'une vis M12 n'engendre pas un effort de serrage inférieur à 20 Newton.

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

### **Remarques générales**

Le niveau global des candidats sur cette partie est relativement faible. Environ 70% des solutions proposées ne sont pas montables ou conduisent à des constructions qui ne fonctionnent pas. La qualité du tracé des dessins proposés est insuffisante pour 50% des candidats. On peut s'étonner que les choix constructifs imposés dans le sujet ne soient pas toujours respectés.

### **Calque 1**

Le calque 1 présentait globalement assez peu de difficultés. Les principaux points à représenter étaient le guidage en rotation de la vis globique, le montage des pignons à l'aide de moyeux expansibles, le guidage de l'arbre moteur ainsi que les formes du carter. On pouvait également représenter les formes permettant la fixation du moteur sur le carter.

Les candidats ont souvent du mal à interpréter des idées simples exprimées dans le sujet comme les roulements utilisés et leurs emplacements respectifs. Au final comme lors de l'épreuve 2006, moins d'un tiers des roulements sont correctement montés. Le dispositif de précharge n'est pas toujours installé alors qu'il est indispensable au bon fonctionnement du système. Les formes de la vis globique sont parfois surprenantes (vis globique creuse et de rapport L/D aberrant). Les candidats ne doivent pas perdre de vue le contexte de l'étude (machine outil).

Les liaisons complètes des pignons P1 et P2 sont représentés à partir de clavettes dans 30% des calques alors que le texte du sujet imposait l'utilisation de moyeux expansibles. Les correcteurs ont été surpris par certaines copies qui proposaient l'utilisation d'écrou à encoches avec les deux moyeux expansibles alors que seule la liaison du pignon P1 à l'arbre moteur imposait un serrage axial.

Le guidage de l'arbre moteur a été très peu traité et/ou mal compris.

Bien que les limites du carter ne soient pas précisées par le sujet, la quasi-totalité des solutions proposées sont acceptables même si on peut déplorer la définition de carter en 3, 4 voire 5 parties.

En revanche, les candidats ont éprouvé des difficultés à positionner le moteur dans le carter. Peu de solutions ont proposé de positionner le moteur dans le carter par l'intermédiaire d'une pièce rapportée, permettant de faciliter le montage et le remplacement du système en cas de problème.

Nous rappelons comme lors de la session précédente que lorsque le plan de coupe passe par le plan de joint, le carter n'est pas hachuré.

## **Calque 2**

Le calque 2 était présent dans le sujet pour permettre au candidat de définir plus précisément les formes du carter (fixation du moteur au carter, fixation des éléments de guidage du touret, ...). Nous pouvons noter ici que certains candidats ont complètement enfermé le touret dans le carter. Il est enfin dommage que la notice de montage soit très peu présente car certains candidats auraient pu prendre conscience de la non montabilité de leur solution.

## **Document Réponse 1**

Peu de candidats ont traité cette partie, sans doute à cause de sa position dans le sujet. Il s'agissait ici de représenter la fixation du moteur au carter à travers une autre vue. Les candidats ayant traité la question ont pour la plupart uniquement représenté les formes du moteur selon la vue F.

## **Document Réponse 2**

Les candidats doivent savoir définir un carter en perspective. La proposition d'une solution admissible ne nécessite pas forcément d'y passer beaucoup de temps. La position de cette question dans le sujet peut expliquer le peu de réponses obtenues.

## **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 pour obtenir un maximum de points.

Connaître et maîtriser les connaissances de base : principe fondamental de la statique et de la dynamique, théorème de l'énergie cinétique, résistance des matériaux, critères de choix d'un roulement, désignation des matériaux, étude de fabrication, ...

Ne pas négliger la partie « dessin d'étude de construction mécanique ». Dans cette partie, ne pas oublier de dessiner correctement les éléments simples, et indiquer les ajustements sur toutes les portées de roulements ainsi que sur les éléments rapportés (chapeaux, joints, ...).

Définir des solutions technologiques montables et assurant le fonctionnement du mécanisme.

Développer leur culture technique afin de proposer des solutions réalistes, par exemple en multipliant les activités d'analyse sur des systèmes réels, en lisant de la presse dans le domaine des sciences industrielles, ou en allant sur des salons.