

EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES B

Conception d'un chariot sur une chaîne de conditionnement de bobines de films plastiques

Durée : 6 heures

PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet porte sur la conception d'un chariot d'une chaîne de conditionnement de bobines de films plastiques, implantée dans une unité de production du secteur de la plasturgie. Le produit comporte deux chaînes fonctionnelles indépendantes. La première permet de déplacer transversalement le chariot, la seconde permet de réceptionner les bobines, les déplacer vers une position « travail » puis les évacuer. Le produit est essentiellement constitué de pièces mécano-soudées, d'éléments de machines standards et de composants mécaniques disponibles sur le marché.

Le sujet propose d'étudier ces deux chaînes, en particulier de :

- choisir et implanter un vérin,
- choisir et implanter des pignons de crémaillère,
- choisir et implanter les guidages du rouleau réceptionneur,
- spécifier les supports galets 15.

Le sujet comporte deux grandes parties, dont les poids respectifs, en temps imparti et en barème sont :

- Notice justificative 50 %
- Dessin d'étude de construction mécanique 50 %

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

- Détermination de la course du vérin, Q1 à Q7 5,5 %
- Choix du type de liaison du vérin et de ses pièces voisines, Q8 à Q12 9 %
- Détermination du diamètre du vérin, Q13 à Q19 7 %
- Implantation du vérin, Q20 à Q24 9 %
- Etude de la transmission de puissance permettant la translation des chariots porteurs, Q25 à Q43 14 %
- Choix des différents paliers à roulement – Dessin de définition du support galet, Q44 à Q49 5,5 %

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 du sujet. Le sujet ne pose pas de difficulté particulière de compréhension, chacune des phases d'utilisation du produit étant détaillée.

Les calculatrices sont interdites et peu d'applications numériques sont exigées. Pour celles qui le sont, les valeurs numériques données permettent de simplifier fortement la résolution qui ne demande pas de compétences calculatoires particulières. Lors de l'évaluation des copies, une tolérance a été appliquée sur la précision des résultats obtenus.

Le scénario proposé consiste à choisir, dimensionner, implanter et représenter des éléments d'un sous-ensemble d'une machine en appliquant des principes physiques et des raisonnements

technologiques, tout en s'appuyant sur un cahier des charges. Dans toutes les parties du sujet, des connaissances de base sont évaluées et bon nombre de candidats ne les maîtrisent pas.

Toutes les questions posées sont au niveau des candidats (à chaque question, plusieurs candidats obtiennent le maximum des points, et, pour 75 % des questions, au moins 10 % des candidats obtiennent le maximum des points). Une grande majorité des candidats a traité ou entamé chaque partie, en ayant classiquement délaissé la fin de la notice justificative pour se consacrer au dessin : ils obtiennent en moyenne 44 % de leurs points sur la notice et 56 % sur le dessin d'étude de construction mécanique.

ANALYSE PAR PARTIE

Remarques sur la partie notice justificative

Remarque générale :

Les candidats ont su profiter des parties indépendantes. Certaines parties sont intégralement non traitées par certains candidats.

Détermination de la course du vérin, Q1 à Q7:

Cette partie, portant sur la cinématique du mécanisme de réception-évacuation, a été abordée par 99 % des candidats. Elle permet de s'approprier la cinématique du mécanisme.

80% des candidats ont le maximum de point à la première question.

30% des candidats n'ont pas su lier la cinématique au cahier des charges (Q2)

Les difficultés de mesure des angles étaient levées grâce à un secteur angulaire gradué sur la figure.

26% des étudiants arrivent parfaitement à la fin de cette partie.

Les correcteurs ont tenu compte de l'imprécision des tracés des différentes figures.

Choix du type de liaison du vérin et de ses pièces voisines, Q8 à Q12:

Dans cette partie, il s'agissait de proposer préconiser des solutions de combinaisons de liaisons cinématiques du vérin avec son environnement après avoir étudié les mobilités. Cette partie a été abordée par 99% des candidats. La moyenne non coefficientée de cette partie est d'environ 10/20.

Seulement 15% des étudiants donnent deux arguments pertinents en faveur d'un mécanisme isostatique.

Une notation et une définition des paramètres sont imposées dans le sujet. Il faut absolument les respecter (Q10).

L'évaluation des réponses à donner dans le tableau (R12) a été scindée en trois parties :

- la capacité à lier une liaison à son degré de liaison (DL – définition donnée dans le sujet). Un nombre non négligeable de candidats a confondu avec le nombre de mobilités de la liaison,
- la capacité à représenter graphiquement ces liaisons, plutôt bien traitée,
- la capacité à appliquer la relation permettant de calculer le degré d'hyperstatisme (Q10), assez moyennement.

Détermination du diamètre du vérin, Q13 à Q19:

98% des candidats abordent cette partie (8,6/20 de moyenne non coefficientée)

Seuls 40% des candidats arrivent à ajouter un tiers de la masse d'une bobine à la masse du chariot, tracer la position du centre de gravité de l'ensemble et tracer le poids à l'échelle demandé.

30% des candidats trouvent la norme de l'effort du vérin sur l'évacuateur (résolution graphique d'un système soumis à l'action de trois glisseurs) mais 90% d'entre eux ne sait pas justifier clairement sa démarche (Q15 et 16).

Implantation du vérin, Q20 à Q24 :

Cette question abordait les notions de sollicitation au cisaillement et de matage. Il s'agissait d'identifier les zones sollicitées, d'énoncer les relations liant paramètres géométriques (à placer sur les figures), contraintes, efforts, et caractéristiques des matériaux. Le cas étudié ici, un axe d'une liaison pivot en chape, est des plus classiques. 94% des candidats abordent cette partie (5,8/20 de moyenne non coefficientée) et 55% répondent à la dernière question.

Plus de 80% des candidats n'identifient pas correctement les surfaces concernées sur les quatre figures. Ces notions ne sont pas bien maîtrisées : seuls 10% des candidats ont le maximum des points à la question 21 (cisaillement) et 12% à la question 23 (matage).

Etude de la transmission de puissance permettant la translation des chariots porteurs, Q25 à Q43:

Il s'agissait d'annoncer les relations entre les différents paramètres interdépendants et parfois discrets de la chaîne de transmissions de puissance. L'application de ces relations était donnée en annexe. Il fallait en extraire des combinaisons de valeurs envisageables et proposer la solution optimisée en temps. 96% des candidats ont abordé cette partie composée de nombreuses questions indépendantes. Seuls 17% abordent la synthèse, et 2% répondent correctement à la dernière question en ayant répondu correctement à toutes les questions précédentes. Moyenne de cette partie sans la synthèse : 9,85/20

En général, les candidats ont su identifier des questions auxquelles ils savaient répondre et ont pu obtenir des points en optant pour cette stratégie.

Certains candidats n'ont pas tenu compte de la présence de 2 pignons 16. Les correcteurs ont tenu compte du raisonnement même si le candidat n'en a retenu qu'un seul.

La question 37 concernant les matériaux demandait le nom usuel et la composition de l'alliage CuZn39Pb2 (laiton), ainsi que la justification de son choix pour les pignons 16. Une coquille dans le sujet a proposé du laiton au lieu du bronze. Le laiton n'étant pas vraiment indiqué ici, il n'a pas été tenu compte des réponses aux caractéristiques qui ont amené ce choix.

La moitié des candidats (56%) s'attaquent à la question 39 qui ont compris qu'il ne s'agit que de donner l'équation d'une droite dessinée sur un graphique. Seulement un tiers d'entre eux réussit à l'exprimer correctement.

Choix des différents paliers à roulement – Dessin de définition du support galet, Q44 à Q49:

88% des candidats abordent cette dernière partie de la notice (4,3/20 de moyenne non coefficientée) et 36% répondent à la dernière question.

Il s'agissait dans les premières questions, d'interpréter technologiquement le cahier des charges. Seuls 2% des candidats obtiennent le maximum des points. Les réponses à fournir étaient plutôt de type « QCM » et le temps et la fatigue aidant, on ne peut conclure sur la capacité des candidats à faire preuve d'un minimum de raisonnement technologique.

Dans la deuxième partie, il fallait constater que la pièce à étudier était une pièce de révolution plutôt plate avec trois diamètres extérieurs et percée en son centre. Elle doit être positionnée puis soudée sur un châssis en profilés aciers standards. Seuls 8% des candidats proposent un couple

matériaux-procédé autour d'un acier d'usage général associé à du tournage/usinage. Bien trop nombreux sont les étudiants qui citent la forge ou le moulage, procédés à rejeter dans notre application.

Quant au dessin de définition du porte-galet, pour permettre sa fabrication, il faut que toutes dimensions soient fournies (4 diamètres, et 3 épaisseurs), et cotées (intervalle de tolérance issue du dessin d'ensemble ou à défaut fixée par le candidat). Après identification et analyse des surfaces fonctionnelles, s'appuyer sur la plus grande pour positionner les autres. Quelques précisions sur les chanfreins, la rugosité sont également nécessaires.

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

Remarques générales :

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

- la liaison entre le pignon 16 et l'arbre de transmission 25 à l'échelle 1:1;
- la liaison pivot entre le corps du vérin 12 et le châssis 1 à l'échelle 1:1;
- le rouleau récepteur 6 et les liaisons de celui-ci avec les bras 2 et 3 et le châssis 1 à l'échelle 1:2.

Les candidats semblent ne pas avoir eu de difficulté à appréhender l'environnement. Les solutions retenues sont d'une très grande simplicité et comportent peu de pièces. Des notices « constructeurs » sont données en annexe qui permettent d'appréhender l'implantation des composants choisis. L'espace laissé au candidat pour représenter ses solutions est suffisamment dégagé. De ce fait, les dessins sont globalement d'une qualité satisfaisante, laissant peu d'ambiguïté sur les solutions techniques proposées par les candidats, quand elles sont pertinentes.

Zone 1 : la liaison entre le pignon 16 et l'arbre de transmission 25 :

Presque tous les candidats (99%) donnent des éléments de solution pour ce montage de roulement. 75 % d'entre eux représentent correctement un centrage long associé à un arrêt axial. Mais seuls 27% d'entre eux placent les trois ajustements essentiels associés à cette liaison complète démontable.

Moyenne non coefficientée de cette partie : 12/20.

Zone 2 et 2 bis: la liaison pivot entre le corps du vérin 12 et le châssis 1

Cette partie a été abordée par 98% des candidats pour une moyenne non coefficientée de 11,6/20.

Il s'agissait de réaliser une liaison pivot entre le corps du vérin et le châssis, grâce à des coussinets à collerette, et définir la forme du châssis mécano-soudé en y ajoutant une plaque en liaison complète démontable, permettant le montage de la liaison pivot.

Certains candidats montent maladroitement les collerettes vers l'extérieur du mécanisme. D'autres ne représentent pas de jeu fonctionnel axial dans la liaison pivot. L'implantation de ces coussinets sur les profilés demande une longueur de guidage cylindrique supérieure à l'épaisseur des profilés. Il convient également de spécifier les ajustements retenus, en accord avec ceux préconisés par le constructeur (document annexe).

Concernant la plaque, un nombre trop faible de candidats (12%) choisissent judicieusement de la positionner grâce à deux pions de centrage, et de la maintenir en position par l'intermédiaire de plusieurs vis d'assemblage.

Un nombre important de candidats ne décodent pas la forme prismatique de cette plaque et représentent une solution du type appui plan / centrage cylindrique court, inadéquat ici.

Zone 3 : le rouleau récepteur 6 et les liaisons de celui-ci avec les bras 2 et 3 et le châssis 1

Il s'agissait ici de représenter deux liaisons pivot coaxiales et de définir les formes du rouleau. 94% des candidats traitent cette dernière partie.

Les solutions proposées relèvent trop souvent de l'application de « recettes de cuisines » notamment pour le montage des paliers appliqués à bague excentrique. L'énoncé du sujet insistait sur ces éléments qui ne répondent pas aux règles de montage des paliers à roulements « classiques ».

Seul 12% des candidats choisissent judicieusement de ne pas assurer de positionnement axial des paliers par rapport à l'arbre et spécifient les correctement les ajustements

20 % des candidats proposent une solution satisfaisante pour les formes du rouleau.

La solution est décrite de manière très orientée dans le sujet. Les conditions de montage des paliers sont données, il faut les lire. La solution générale qui comporte peu de pièces, est plutôt simple. Un bon nombre de candidats n'obtiennent des points que parce qu'ils ont su représenter un assemblage vissé.

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.
- Dans la partie « dessin d'étude de construction mécanique », décoder l'énoncé du problème en faisant un croquis au brouillon, lire les indications d'implantation des notices constructeur fournies en annexe, privilégier les solutions qui soient les plus simples possibles. Penser à indiquer les jeux fonctionnels ainsi que les ajustements.
- Ne pas appliquer systématiquement des solutions types mais prendre le temps d'analyser les spécificités du système étudié.
- 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, et en étant tout simplement curieux au quotidien.