

ÉPREUVE ÉCRITE DE SCIENCES INDUSTRIELLES B
TABLE A ROULEAUX DE LIGNE DE LAMINAGE A CHAUD

Durée de l'épreuve : 6 heures.

PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet portait sur l'étude de modifications sur une ligne de laminage à chaud dans un contexte économique et de décarbonisation. Le sujet comportait quatre parties visant à dimensionner ou valider des solutions techniques en regard du cahier des charges fourni.

La première partie avait pour objectif de réduire la durée du déplacement des brames en comparant l'implantation existante des différents composants de la ligne avec une proposition de modification. Les différentes études menées permettaient de modéliser le contact entre un rouleau et une brame, de calculer l'accélération d'une brame, de tracer les graphes d'évolution du déplacement et de la vitesse d'une brame et d'estimer le gain de temps suite à la proposition de modification d'implantation.

La deuxième partie avait pour objectif d'étudier les nouveaux rouleaux creux d'entraînement des brames qui pourraient remplacer les rouleaux pleins actuels. Les différentes études menées permettaient de déterminer les actions mécaniques exercées par les roulements sur les rouleaux après des études statiques et dynamiques, d'identifier les sollicitations dans ces rouleaux, de calculer l'énergie nécessaire à la mise en mouvement d'une brame et d'estimer le gain dans le cas du remplacement des rouleaux pleins par des rouleaux creux.

La troisième partie avait pour objectif de choisir des composants de la chaîne cinématique et en particulier les roulements, le moteur, et l'accouplement élastique à partir d'éléments du cahier des charges.

La quatrième partie visait à dresser le bilan économique et écologique de l'étude et d'émettre des avis sur les résultats obtenus.

Les poids relatifs des différentes parties du sujet sont :

- Réduction de la durée du déplacement des brames Q1 à Q24	36%
- Etude des nouveaux rouleaux Q25 à Q40	37%
- Choix de composants Q41 à Q46	18%
- Bilan de l'étude Q47 à Q50	9%

COMMENTAIRE GÉNÉRAL SUR 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. Les données sont des approximations des valeurs réelles qui rendent les applications numériques simples. Lors de l'évaluation des copies, sur certaines questions, une tolérance de quelques pourcents est appliquée sur la précision des résultats numériques obtenus.

Le sujet ne pose pas de difficulté particulière de compréhension et toutes les questions posées sont au niveau des candidats ; à chaque question, plusieurs 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.

Les candidats ont su profiter des parties indépendantes et des questions indépendantes à l'intérieur de chaque partie. Certaines parties ou sous parties sont intégralement non traitées par certains candidats, notamment la fin de la partie 3 et la partie 4.

Le jury remarque que les candidats semblent familiers de ce format d'épreuve avec cahier réponse et cases restreintes pour écrire sa réponse. Pour chaque partie et sous partie indépendante, la démarche de résolution est très détaillée et permet de guider le candidat vers la conclusion de la sous-partie avec une difficulté progressive. Le détail des calculs et des applications numériques n'est pas demandé, de même que la plupart des justifications car la lisibilité et la clarté de la plupart des réponses avec de grands espaces d'expression n'est pas à la hauteur des attentes des correcteurs. Ainsi chaque candidat peut résoudre chaque question au brouillon et s'appliquer à donner lisiblement uniquement la réponse dans le cadre prévu à cet effet. Néanmoins, certains candidats ne respectent pas les consignes données et détaillent leurs calculs sur le document réponse au détriment de la lisibilité qui est un critère évalué. De même, certains candidats ne respectent pas les notations imposées dans le sujet, ce qui les pénalise.

ANALYSE PAR PARTIE

Réduction de la durée du déplacement des brames :

Cette partie est plutôt bien traitée et les candidats y obtiennent en moyenne plus de la moitié des points du barème. Elle se décompose en 4 sous-parties faisant appel à des savoir et des savoir-faire concernant la statique, la cinématique du point, la dynamique, le modèle de frottement de Coulomb.

Le début de la première sous-partie concernant la statique est plutôt bien traitée. Les trois quarts des candidats ont le maximum des points aux deux premières questions. Seulement la moitié cite le théorème des actions réciproques/mutuelles à la question 3 alors que 40% identifient maladroitement le principe fondamental de la dynamique. Les candidats ont des difficultés à modéliser et résoudre un problème simple de statique, seuls 10% trouvent l'expression juste à la question 5.

La deuxième sous-partie fait appel au modèle de Coulomb pour le frottement et 24% des candidats ne donnent pas la bonne relation liant le coefficient et l'angle de frottement (Q8). 55% des candidats arrivent à exprimer justement l'accélération maximale admissible de la brame (Q12) mais 10 % d'entre eux n'en déduisent pas qu'elle est indépendante de la masse de la brame (Q13).

La troisième sous-partie concerne la cinématique du point et seuls 57% des candidats savent énoncer clairement les équations du mouvement (Q14). 52% des candidats arrivent à interpréter les courbes du déplacement et de la vitesse de la brame (Q17). 20% des candidats arrivent à tracer la totalité de l'évolution du déplacement et de la vitesse de la nouvelle brame (Q23) mais 44% n'y arrivent pas du tout.

La quatrième sous-partie ne faisait réaliser qu'une soustraction entre deux valeurs données dans l'énoncé. 52% des candidats ont trouvé la bonne réponse.

Etude des nouveaux rouleaux :

Cette partie est moins bien traitée que la première et les candidats y obtiennent en moyenne un peu moins de la moitié des points du barème. Elle se décompose en 3 sous-parties faisant appel à des savoir et des savoir-faire concernant la statique, la dynamique, la résistance des matériaux, l'énergie cinétique.

La première sous-partie est également plutôt bien traitée par les candidats et il s'agissait de donner une relation permettant de déterminer le poids d'un cylindre plein. Malheureusement, 30% des candidats répondent faux ou ne répondent pas à cette question (Q25). La représentation graphique des forces et des moments sur les trois vues pose des difficultés à de très nombreux candidats.

La deuxième sous-partie concernant la résistance des matériaux était certes un peu longue, mais plus de 75% des candidats ont réussi à en tirer des points.

La troisième sous-partie est plutôt bien traitée au regard de sa position dans l'épreuve. 42% des candidats répondent juste à la question Q36 et 66% à la question Q39.

Choix de composants :

Cette partie est beaucoup moins traitée que les deux premières. 20% des candidats n'y récoltent aucun point.

Pour le choix des roulements, seuls 20% des candidats produisent des résultats acceptables dans l'expression de leur durée de vie (Q42).

Pour le choix du moteur, seuls 15% des candidats arrivent à calculer le couple maximum nécessaire (Q43).

Pour le choix de l'accouplement, 25% des candidats identifient clairement les types de défauts d'alignement, mais 37% des candidats inversent radial et axial.

Bilan de l'étude :

Cette dernière partie a quand même été abordée par de très nombreux candidats. Seuls 16% d'entre eux n'y obtiennent pas de points. Elle ne présentait pas de réelles difficultés scientifiques ou technologiques. Elle demandait des raisonnements simples et de bon sens ainsi que des applications numériques faciles. 25% des candidats obtiennent les points de la question Q48 et 30% des candidats obtiennent des points à la question Q49, avant dernière question du sujet.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Les copies sont scannées pour être corrigées alors écrire lisiblement, assez gros et avec une encre pas trop claire. Marquer suffisamment les tracés au crayon.

Lire l'ensemble du sujet en début d'épreuve afin d'aller chercher les parties dans lesquelles ils se sentent le plus à l'aise. Dans toutes les parties, des questions indépendantes peuvent être traitées.

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, en respectant les notations.

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...

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 ?