

EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES A
PTSI A : CHARGEMENT / DECHARGEMENT D'UNE PRESSE INJECTION PLASTIQUE

Durée : 5 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le sujet comportait quatre parties :

- une présentation du sujet : 3 pages,
- le travail demandé (parties 1, 2 et 3) : 23 pages,
- les annexes : 2 pages,
- les documents réponses : 1 feuillet de 4 pages (DR1) et une page séparée (DR2).

Le sujet comporte trois parties indépendantes, elles mêmes constituées de nombreuses questions traitables séparément :

- la partie 1 est consacrée à l'analyse fonctionnelle du système en abordant tout d'abord l'étude de la coordination entre la presse d'injection et les deux robots puis la vérification des capacités cinématiques et dynamiques de l'axe vertical du robot 1 de chargement / déchargement de la presse.
(durée conseillée 1h 15) ;

- Analyse fonctionnelle - GRAFCET	7 %
- Capacités cinématique et dynamiques du robot	17 %
- la partie 2 s'intéresse à la liaison glissière suivant X du robot 1, elle permet notamment de valider les dispositions constructives de celle-ci.
(durée conseillée 1h 15) ;

- Graphe des liaisons - liaison globale équivalente	14 %
- Statique-	7 %
- Dynamique	11 %
- la partie 3 aborde la chaîne fonctionnelle de commande de l'axe Y du robot 1 et le réglage des correcteurs de l'asservissement pour le contrôle en vitesse du préhenseur dans cette direction.
(durée conseillée 2h 00).

- Modélisation dynamique en vue de la commande	23 %
Exploitation du Graphe Informationnel Causal ou du Bond Graph	
Fonctions de transfert - Analyse fréquentielle	
- Asservissement : commande en vitesse	21 %

COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

Le sujet était globalement moins long que les années précédentes, ce qui a conduit la majorité des candidats à traiter partiellement les trois parties. Une lecture complète du sujet était conseillée en début d'épreuve afin de s'en imprégner. Il semble néanmoins que la plupart des candidats ont répondu de façon linéaire aux questions.

Pour la partie 1, l'analyse fonctionnelle, réalisée par GRAFCET ainsi que la cinématique ont été abordés par la majorité des candidats de manière correcte. Néanmoins, la majorité des candidats a réalisé un copier coller quant à l'écriture avec les macro étapes (M71, M72, ...), et la gestion des variables J, M, RAZ C n'a été que très rarement effectuée. Par ailleurs, la dynamique du robot a été moins bien perçue par les candidats : peu d'entre eux ont pris en compte les effets de la pesanteur dans

la détermination du couple moteur, et seul **un candidat sur quarante** a été capable de déterminer le *moment d'inertie total* équivalent ramené à l'arbre moteur de l'ensemble vertical mobile !!!

Pour la partie 2, les *graphes des liaisons* et la détermination de la liaison glissière équivalente ont été abordés par la majorité des candidats. La liaison équivalente du sous-ensemble permettant d'assurer le contact des galets fixes quelques soient les sollicitations a posé quelques difficultés de compréhension puisqu'elle conduisait à un torseur « complet ». **Le manque de lecture globale préalable** du sujet **par partie** amène les candidats à **un manque de recul sur le fil conducteur du sujet** traité. Ceci se traduit par une dispersion importante des calculs et des réponses qui ne conduisent pas à l'essentiel visé, synonyme également de perte de temps. L'étude *statique* de la glissière et les aspects *dynamiques* ont été moins bien perçus par les candidats. De façon récurrente, le terme « *DYNAMIQUE* » semble rebuter une grande majorité de candidats qui fait l'impasse systématique de cette partie alors qu'elle était largement abordable. D'ailleurs, quant elle était traitée, elle permettait aux candidats d'obtenir de bonnes notes pour cette partie.

Pour la partie 3, bien que nouvellement apparue au programme, la *modélisation dynamique en vue de la commande* à partir des Graphes Informationnels Causaux et Bond Graph a été bien analysée par la majorité des candidats (la majorité a utilisé la représentation Bond Graph). Néanmoins, peu d'entre eux font la distinction entre une relation de transformation sans pertes, et une relation qui caractérise un élément dissipatif. L'obtention des *transmittances* à partir de *schémas blocs* est, en général, maîtrisée. Par contre le *détail littéral* de certains coefficients n'est que très rarement abordé (le candidat estime qu'il consacra trop de temps à la question, que ses identifications paramétriques seront fausses donc non payantes ???). Il en va de même pour les *applications numériques*. Les *diagrammes de Bode* sont approximatifs (l'allure des courbes réelles est plus que douteuse, et bien souvent un gribouillis permet de cacher les courbes...). Par ailleurs, la partie *asservissements* a été traitée partiellement, voire pas du tout par certains candidats. Nous avons été surpris de voir que **pratiquement aucun candidat** n'avait cherché à justifier les *formes d'ondes temporelles* qui étaient fournies à l'aide des transformées inverses de Laplace.

Remarque : Une erreur a été signalée le jour de l'épreuve : problème de numérotation dans la partie 2 (pas de question 2.6). Nous avons décidé de ne pas faire de commentaires pendant l'épreuve afin de ne pas perturber les candidats.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

- Prendre le temps de lire la totalité du sujet « en diagonale » pour assimiler sa structure (domaines abordés, partie(s) qui vous semble(nt) accessible(s), partie(s) ou domaine(s) hors de vos compétences à priori, ...). Cette première lecture doit rester rapide, les détails seront éventuellement décodés lors du traitement des questions qui y font référence. Il est très important pendant cette phase, de détecter (voire surligner) les questions (ou parties) indépendantes.

- Il est important de traiter toutes les parties du sujet, quitte à ne pas répondre complètement à l'une des questions (ou partie). En effet, chaque partie est corrigée par un correcteur différent qui attribue un nombre de points prédéfini. Un candidat ayant abordé partiellement toutes les parties se verra attribuer une note globale supérieure à celle d'un candidat n'ayant traité complètement et correctement qu'une seule partie. La gestion du temps est donc importante.

- L'épreuve est toujours tirée d'un contexte industriel et elle est relative à des problèmes concrets. Il faut donc montrer votre capacité à aborder ces problèmes et à mettre en valeur vos connaissances pour les traiter, ce qui nécessite un recul important sur les problèmes industriels d'actualité.

- Le jury apprécie la capacité du candidat à formuler, voire à synthétiser clairement sa pensée par écrit (**un bon schéma vaut mieux qu'un long discours !**). Bien que la qualité de la rédaction n'entre pas explicitement dans la notation, elle est très appréciée des correcteurs et joue un rôle non négligeable dans l'évaluation.

EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES B
PT SIB : ÉTUDE D'UNE BOÎTE DE VITESSES DE MOTOCYCLETTTE ET DE SON EMBRAYAGE

Durée : 6 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le sujet porte sur l'étude d'une Boîte de vitesses de motocyclette et de son embrayage. Il porte plus particulièrement sur un embrayage multidisque à dispositif anti-blocage (sliding clutch). Le support d'étude était tiré d'une moto de compétition (Kawasaki ZX7RR), mais équipe désormais classiquement les motos de type « sportives ».

Les poids relatifs des différentes parties du sujet sont :

- | | |
|--|------|
| - Notice justificative | 45 % |
| - Dessin d'étude de construction mécanique | 55 % |

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

- | | |
|---|------|
| - Analyse du couple transmissible par des surfaces frottantes Q1 à Q7 | 6 % |
| - Analyse statique Q8 à Q14 | 10 % |
| - Résistance des matériaux Q15 à Q18 | 5 % |
| - Cotation Q19 à Q21 | 5 % |
| - Roulements Q22 et Q23 | 2 % |
| - Technologie de construction Q24 | 9 % |
| - Lubrification – Etanchéité Q25 à Q27 | 5 % |
| - Matériaux Q28 et Q29 | 3 % |

COMMENTAIRE GENERAL 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.

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 maîtrise pas.

Une grande majorité des candidats a traité ou entamé chaque partie.

Le sujet a montré que les candidats ont souvent du mal à extraire de leurs connaissances technologiques celles associées au mécanisme (concept GPS, choix des matériaux, montage des roulements, des joints d'étanchéité...)

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 montré une bonne maîtrise générale du calcul du couple transmissible par des surfaces frottantes. De nombreux candidats proposent d'utiliser le rayon moyen pour calculer le rayon équivalent. Cette approximation leur permettait de gagner du temps, même si elle ne donne que la solution approchée. En revanche, la conclusion montre souvent l'absence de critique des candidats vis-

à-vis des résultats qu'ils obtiennent (un couple transmissible inférieur au couple moteur à transmettre ne choque pas une large partie des candidats).

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 des ressorts en parallèle (erreurs de signe, effort divisé au lieu d'être cumulé...). Moins de 30% des candidats arrivent jusqu'au bout et parviennent à proposer une valeur numérique correcte malgré l'aide qui était fournie.

L'étude de résistance des matériaux a permis de montrer une meilleure maîtrise que lors de la session précédente. L'expression du torseur de cohésion est le plus souvent correcte, mais le calcul de la déformée pose encore des difficultés. Nous conseillons aux candidats de bien lire les questions posées, et de répondre donc précisément à ces questions (expressions littérales en fonction de paramètres bien définis). La dernière étape consistant à s'intéresser à un déplacement suivant une direction donnée n'a permis qu'à 15% des candidats de répondre correctement à l'ensemble de cette partie.

La partie concernant le tracé d'une chaîne de cotes n'a été que rarement correctement traitée. Cette partie est enseignée en cours de 1^{ère} année de CPGE, mais nous rappelons aux futurs candidats que c'est bien l'ensemble des deux années de préparation qui est au programme du concours. Le transfert de cotes sur le dessin de définition d'une pièce particulière devait amener les candidats à utiliser une tolérance géométrique (localisation). A quelques exceptions près, cette question n'a pas été traitée.

La partie relative à une détermination de roulement a mis en évidence que les candidats éprouvent les plus grandes difficultés à calculer la charge radiale sur un roulement : ils confondent en effet le plus souvent cette charge radiale et l'effort radial exercé sur le pignon.

La partie suivante concernait l'étude de solutions constructives pour réaliser une liaison glissière. Le degré de culture technologique est assez pauvre. Les candidats semblent par exemple ne jamais avoir vu de rail à rouleaux...

La partie sur l'étude de la lubrification et l'étanchéité a été correctement traitée, même si le vocabulaire est souvent approximatif.

Les désignations des matériaux selon la norme en vigueur ne sont que peu connues. Nous rappelons aux candidats que la désignation des alliages d'aluminium pour la fonderie commence par le préfixe EN AC, EN AB ou EN AM. De nombreux candidats proposent une fonte, alors qu'il était indiqué dans les documents annexes qu'il était utilisé un alliage d'aluminium, ce qu'un candidat ayant une bonne culture technologique pouvait d'ailleurs imaginer.

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

Remarques générales :

Dès que l'on demande de dessiner autre chose qu'une liaison encastrement classique, le niveau global des candidats est relativement faible. Certains candidats dessinent des formes de pièces connues (roulements, joints, clavettes...) sans aucune capacité de « visualisation » spatiale de leur représentation.

Calque 1 : Seuls la moitié des candidats indiquent les ajustements sur leur conception, information pourtant capitale pour la conformité des solutions au cahier des charges.

De nombreuses solutions absurdes ont été rencontrées, comme par exemple des pignons de sortie de boîte de vitesses enfermés dans le carter, des vis bridant des pignons 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, moins d'un tiers des roulements sont correctement montés.

La liaison complète a été le plus souvent bien traitée ; mais peu de candidats pensent à utiliser des cannelures alors que le montage des pignons sur les arbres de transmission suggérait largement ce type de solution. Est-ce par manque de courage, car la représentation des cannelures est un peu plus longue à effectuer ?

Le sujet insistait bien sur le fait que le carter est réalisé en deux parties, avec un plan de joint passant par les axes des deux arbres de transmission ; et pourtant, une grande partie des candidats n'a pas

pensé à ce type d'architecture. Pour les autres, nous rappelons que lorsque le plan de coupe passe par le plan de joint, le carter n'est pas hachuré !

Le tracé des carters est en revanche correctement maîtrisé (épaisseurs constantes, distinction surfaces brutes / surfaces fonctionnelles, forme générale...).

Calque 2 : Peu de candidats ont traité cette partie, sans doute à cause de sa position dans le sujet. Cette partie assez facile, devait permettre aux candidats de gagner de nombreux points, mais ceux qui l'ont traité se sont souvent limités à décalquer une partie de la solution de départ sans y apporter de modification... Au final, moins de 30% des candidats proposent une solution au moins fonctionnellement satisfaisante.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

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 jeux fonctionnels ainsi que les ajustements.

Regarder l'ensemble du sujet afin d'aller chercher les parties dans lesquelles ils se sentent le plus à l'aise.

Ne pas appliquer systématiquement des solutions types (ex aiguilles des roulements à aiguilles sans bague intérieure montées serrées sur l'arbre...) mais prendre le temps d'analyser les spécificités du système étudié.

Connaître et maîtriser les connaissances de base : torseur de cohésion, torseur statique, effort exercé par des ressorts, critères de choix d'un roulement, désignation des matériaux, réalisation des liaisons élémentaires (encastrement, pivot, glissière) représentation de la visserie.

Développer leur culture technologique 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.

EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES C
PTSI C : ÉTUDE DE LA PARTIE CYCLE D'UNE MOTOCYCLETTE DE TYPE KAWASAKI NINJA ZX-6RR

Durée : 6 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le sujet porte sur l'étude et la réalisation du bras oscillant et du système de freinage.

Les auteurs du sujet remercient la Société Kawasaki France pour son aide dans la conception de ce sujet.

Les poids relatifs des différentes parties du sujet sont :

- Partie 1	23%
- Partie 2	12 %
- Partie 3	28 %
- Partie 4	12 %
- Partie 5	25 %

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

- Conception et CAO	28 %
- Étude de fabrication	14 %
- Matériaux et procédés	13 %
- Résistance des Matériaux	10 %
- Étude Statique	9 %
- Analyse de spécifications	8 %
- Technologie de la partie opérative	7%
- Grafset	7 %
- Théorie des mécanismes	4%
- Étude Cinématique	3 %

COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

Les candidats ont abordé toutes les parties de l'épreuve, y compris la partie étude graphique.

Le jury regrette un certain laisser-aller sur la présentation des copies, de nombreuses fautes d'orthographe et une écriture parfois illisible à la limite du corrigéable. Les candidats ont visiblement du mal à trouver un équilibre entre un style du type SMS où le correcteur est obligé d'inventer lui-même la fin de la phrase, et des pages entières d'explications sans intérêt, paraphrasant les questions du sujet.

ANALYSE PAR PARTIE

Remarques sur la Partie I :

- Beaucoup de candidats n'ont pas su retrouver ou donner le moment quadratique polaire du tube ou le moment d'inertie de la section du bras.
- Les procédés de fonderie et de soudage sont globalement connus ce qui n'est pas le cas de l'emboutissage et de l'extrusion pour la majorité des candidats.

Remarques sur la Partie II :

La partie statique a été généralement bien traitée, même si de nombreux candidats ont fait des calculs compliqués en écrivant le théorème du moment au centre de gravité.

Les candidats qui ont su lire le dessin de la suspension ont su tracer la position chargée du système.

En revanche, rares sont les candidats à avoir fait, et encore moins à avoir justifié, l'étude de statique graphique.

Remarque sur la Partie III :

- L'analyse de l'hyperstatisme d'un mécanisme à trois pièces et trois liaisons pose encore des difficultés à de nombreux candidats. Son interprétation géométrique est inconnue pour la plupart d'entre eux.
- La partie analyse des spécifications est très décevante. Nous avons introduit cette année les documents d'interprétation proposés par l'inspection générale. Même s'ils ne se prêtent pas très bien à l'analyse des spécifications dimensionnelles, une extrême minorité des candidats connaît la notion de dimension locale. Pour les spécifications géométriques, les erreurs proviennent de l'indentification de l'élément réel et surtout de la définition de l'élément théorique associé.
- Pour la première fois nous avons proposé de faire de la CAO « papier ». L'expérience n'a pas été concluante, quelques candidats ont abordé la question et plus rare encore sont ceux qui ont su répondre correctement. Cependant, elle pourrait être renouvelée compte tenu de l'utilisation systématique de cette technologie dans l'industrie comme dans l'enseignement supérieur.
- La partie fabrication est également décevante. Les opérations d'usinage élémentaires permettant d'obtenir des entités géométriques simples ne sont absolument pas connues. De même la notion de phase ou d'opération est très mal maîtrisée. Les candidats se bornent trop souvent à donner une liste d'outils plutôt que de donner une liste ordonnée d'opérations associées aux surfaces fabriquées avec les outils correspondants. Nous faisons les mêmes remarques dans le rapport précédent. Il est dommage qu'il n'y ait pas d'évolution positive car ces connaissances sont indispensables pour mener à bien la conception et la pré-industrialisation d'une pièce. Cette partie se terminait par des questions fermées en adéquation avec la partie fabrication du référentiel. Force est de constater que même ces thèmes ne sont plus abordés dans de nombreuses préparations.

Remarques sur la Partie IV :

- La culture technologique des candidats étant très faible, les propositions faites pour détecter le blocage d'une roue se résument en l'utilisation d'un capteur optique. L'indentification des éléments de la partie opérative est approximative et le vocabulaire associé l'est tout autant.
- Le fonctionnement du système a été compris par le tiers des candidats qui ont traité la question. Les graphes proposés pour modéliser ce fonctionnement sont corrects si ce n'est les syntaxes approximatives pour décrire les temporisations.

Remarque sur la Partie V :

- Les auteurs du sujet s'excusent tout d'abord pour l'erreur de dessin au niveau de la couronne présente sur le calque pré-imprimé.
- La plupart des candidats ont abordé cette partie et ont effectivement dessiné. Cependant, les montages de roulements proposés sont trop souvent impossibles à réaliser et ne permettent pas de déboucher rapidement la roue comme demandé dans le sujet.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Le sujet est généralement long, le candidat a donc intérêt à lire le sujet entièrement, pour prendre connaissance du problème dans sa globalité et repérer les parties qui lui semblent les plus abordables. Au vue de l'éventail des questions posées, le candidat doit avoir un esprit large et polyvalent, mais aussi, doit être rapide et efficace compte tenu de la courte durée de l'épreuve.

Un effort particulier devra être fait sur la rédaction, la concision et la clarté des explications.

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.