

EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES A

Table AZALÉE

Durée : 5 heures

PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet se composait :

- d'une présentation du système étudié : 4 pages ;
- du travail demandé (parties 1, 2 et 3) : 20 pages + 4 pages d'annexes ;
- du cahier réponses à rendre, comprenant 47 questions : 22 pages.

Ce sujet propose d'analyser, de modéliser et de valider certaines solutions choisies pour la conception de la table AZALÉE, la plus grande table vibrante d'Europe, utilisée au CEA. On s'intéressait à l'architecture mécanique de la table, ainsi qu'aux aspects commande et asservissement. Les différentes parties s'intéressaient donc à la modélisation et la validation de la structure, du système de pilotage et à la conception de l'architecture mécanique. Les trois parties étaient indépendantes et elles-mêmes constituées de nombreuses questions qui pouvaient être traitées séparément :

- la Partie I abordait la vérification de l'exigence « Fournir à la table des mouvements caractéristiques d'un séisme » ;
- la Partie II s'intéressait à la modélisation du comportement temporel des éléments de la chaîne de transmission de puissance ;
- la Partie III se concentrait sur la vérification de l'exigence « Contrôler les mouvements de la table ».

COMMENTAIRES GÉNÉRAUX

Le sujet abordait au travers de la construction d'un modèle de comportement, puis de la synthèse d'une solution, une large part des connaissances du programme de première et de deuxième année de CPGE. Certaines questions plus ouvertes permettaient aux candidats de mettre en œuvre les compétences développées en Sciences industrielles pour l'ingénieur.

Le fait que les trois parties soient indépendantes permettait aux candidats de poursuivre leur épreuve sans rester bloqués sur l'une d'entre elles. Comme les autres années, les candidats ont su profiter de ces différents points d'entrées et ont balayé l'ensemble des parties. Les correcteurs ont apprécié que très peu de candidats fassent une impasse complète sur certaines parties du programme, et que la majorité d'entre eux ait essayé de traiter les différentes composantes du sujet, au moins pour les aspects simples. Comme d'habitude, la seule recopie dans le cahier réponses des informations données dans la question ne permet évidemment pas de marquer des points. De même, une simple conclusion à une question de la forme OUI ou NON, sans justification ou explication de la démarche, n'est pas recevable. On trouve encore des copies dans lesquelles le candidat récite son cours sans chercher à résoudre la question. Rappelons que les compétences ne se sont pas de simples connaissances.

Les copies sont, en général, bien présentées. Quelques rares candidats utilisent cependant le cahier réponses comme brouillon et écrivent les réponses au crayon de papier de manière quasi illisible. Pour finir, notons que comme chaque année, quelques excellents candidats ont su prouver leurs grandes qualités en traitant parfaitement la quasi-totalité du sujet.

COMMENTAIRES SUR CHAQUE PARTIE DE L'ÉPREUVE

Partie I – Étude de l'exigence « Fournir à la table des mouvements caractéristiques d'un séisme »

Partie I.1 –^[L]_[SEP] Modélisation simplifiée d'une structure soumise à un séisme

Cette première partie du sujet était l'occasion de construire un modèle dynamique très simplifié d'un bâtiment, sur la base d'un système à un degré de liberté en translation. La rigidité de la structure était modélisée par des poutres en flexion en parallèle, dont on déterminait la raideur à l'aide de la théorie des poutres. La démarche de construction de ce modèle a été globalement bien appréhendée par beaucoup de candidats mais de trop nombreuses erreurs d'étourderie (signe, oubli de la masse, oubli du nombre de poutres...) les ont pénalisés, donnant un taux de réussite moyen à cette partie d'environ 50%.

Partie I.2 –^[L]_[SEP] Analyse du fonctionnement cinématique de la table

Cette seconde partie, plus longue, permettait d'étudier en détail la construction d'un modèle cinématique de la table, et de porter un œil critique sur les hypothèses de ce modèle. Après une étude cinématique de la table (bien traitée par plus de la moitié des candidats), on s'intéressait à une des rotules, afin de vérifier qu'elle pouvait être supposée parfaite. Pour cela, le sujet proposait une démarche très détaillée pour calculer la pression de contact dans la rotule, puis les actions mécaniques de liaisons en prenant en compte les frottements. Des résultats analytiques de calcul d'intégrales étaient fournis, permettant d'éviter de fastidieux développements. Cette analyse a été bien réussie (plus de 60% de bonnes réponses), les candidats utilisant les résultats fournis à bon escient, même si, à nouveau, des erreurs de calcul viennent souvent émailler les réponses. En définitive les candidats arrivent à la question finale d'analyse avec des résultats qui ne leur permettent pas de conclure, mais beaucoup montrent qu'ils ont bien compris le sens physique de cette analyse.

Partie II – Modélisation du comportement temporel des éléments de la chaîne de transmission de puissance

Partie II.2 –^[L]_[SEP] Détermination du comportement attendu du système

Les réponses sont correctes quant au comportement attendu du système pour la grande majorité des candidats mais il y a trop peu de justifications proposées. Par contre le lien entre le comportement en BO et les caractéristiques en BF n'est pas maîtrisé par la plupart de candidats.

Partie II.3 – Modélisation du comportement dynamique des composants

Cette partie proposait l'étude du comportement dynamique d'un vérin hydraulique, ce thème ayant déjà été abordé dans de nombreux sujets antérieurs. Les questions concernant cette partie ont dans l'ensemble été bien traitées. Par contre, celles concernant le modèle équivalent à 2 vérins n'ont que très rarement abouties à des résultats corrects. Il est dommage que la plupart des candidats ne soient pas capables de mener à leurs termes et sans faute des calculs de plus de 4 lignes !

Partie II.4 — Analyse du comportement global

Une première analyse du comportement était proposée ici à partir des informations en BO. On constate très clairement que les méthodes d'analyse du diagramme de Bode de la FTBO sont connues et maîtrisées par les étudiants. Malheureusement le tracé du digramme de Bode d'une FTBO comportant un intégrateur n'est pas maîtrisée (moins de 5% de candidats l'ont fait correctement !). Les analyses qui en résultent sont donc fausses... Enfin la détermination de la valeur limite du coefficient d'amortissement assurant le critère de stabilité n'est absolument pas maîtrisée. Nombreux sont ceux qui proposent (sans justification aucune) un coefficient d'amortissement de 1 ou de 0,7...

Partie III – Validation des critères principaux de l'exigence « Contrôler les mouvements de la table »

III.2 — Détermination des caractéristiques d'un filtre de second ordre

Cette partie proposait une identification des caractéristiques du système réel à partir d'une réponse indicielle. De nombreux candidats se trompent dans le calcul de l'aire d'un trapèze. Trop peu ont

obtenus les valeurs correctes des coefficients d'un système du second ordre alors que les abaques étaient fournis. Enfin, nous n'avons obtenus que très peu de réponses pertinentes à la question 40.

III.3 — Détermination complète de la correction

Après avoir déterminé le mode dominant en BO, cette partie proposait la détermination d'un correcteur permettant de valider le cahier des charges. Le mode dominant correspondait à un simple intégrateur de gain non unitaire. Le diagramme de Bode étant fourni, il n'y avait pas de difficultés particulières pour les candidats. Le jury a été agréablement surpris de constater qu'une partie non négligeable des candidats a identifié correctement l'effet retard et l'a retranscrit correctement sur le diagramme de Bode de la phase. Il est par contre dommage que parmi ces candidats, seul un très faible pourcentage a osé poursuivre les calculs jusqu'à la fin du sujet afin d'identifier les caractéristiques du correcteur à avance de phase proposé.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

On conseille de nouveau aux candidats de prendre le temps de parcourir la totalité du sujet pour assimiler les problématiques proposées ainsi que les démarches de résolution associées (une durée indicative de 15 min est donnée dans l'introduction pour découvrir le sujet dans sa globalité). Cela permet d'une part de mieux gérer le temps imparti pour l'épreuve et de prendre du recul face à la problématique et d'autre part d'avoir un parcours de réponses aux questions plus harmonieux qu'un simple picorage des questions.

Ainsi, les correcteurs sont sensibles aux candidats qui traitent une partie dans sa continuité montrant alors des compétences manifestes plutôt que des connaissances parcellaires en traitant une question par-ci par-là.

En termes de rendu d'épreuve, le cahier réponses ne doit pas être utilisé comme un cahier de brouillon (la qualité de la rédaction n'entre pas explicitement dans la notation, mais elle est très appréciée des correcteurs et joue un rôle non négligeable dans l'évaluation), ni se limiter à un simple catalogue de réponses sans justifications. Les conclusions de certaines questions ne peuvent être valorisées que si le candidat précise le cheminement qui l'a amené à ces dernières.

ÉPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES B
ÉTUDE DU SYSTÈME DE VERROUILLAGE DE LA POUPEE MOTRICE D'UN ROBOT DE SOUDAGE

Durée : 6 heures

PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet porte sur l'étude du système de verrouillage de la poupée motrice d'un robot de soudage.

Le « poste de soudage robotisé » est une machine comprenant :

- un robot industriel de type bras articulé et équipé à son extrémité du « dispositif de soudage » selon le procédé de soudage utilisé ;
- un poste de chargement/déchargement.

Le poste de chargement/déchargement est constitué d'une broche horizontale comprenant deux « outillages de soudage » identiques séparés par une plaque de protection verticale. Chaque « outillage de soudage » permet de maintenir en position la pièce à souder. Ces outillages sont également pilotables en rotation autour d'un axe horizontal.

Le guidage autour de cet axe horizontal est assuré par deux poupées dont l'une est motorisée. Cette poupée motrice doit permettre la rotation par demi-tour de la broche et doit être verrouillée dans les deux positions de travail. Ce dispositif de verrouillage est constitué mécaniquement par un vérin lié au bâti qui fait pivoter un culbuteur dont l'extrémité vient s'engager dans deux encoches diamétralement opposées d'un disque solidaire de la broche.

Les poids relatifs des différentes parties du sujet sont :

II. Notice justificative	50 %
III. Dessin d'étude de construction mécanique	50 %

La répartition de la notation des différentes parties de la notice a été faite de la manière suivante :

- Détermination de la course du vérin (Q1 à Q2) : 3 %
- Détermination des efforts dans le système de verrouillage (Q3 à Q13) : 20 %
- Choix du vérin (Q14 à Q17) : 9 %
- Etude du culbuteur (Q18 à Q19) : 3 %
- Etude des liaisons en chape (Q20 à Q24) : 13 %

Le dessin d'étude de construction mécanique, outil indispensable à maîtriser pour une bonne communication technique, proposait de concevoir :

- Le montage des galets (Q25) 3 %
- La liaison Tige de vérin 4 – Culbuteur 5 (Q26) 20 %
- La Liaison Corps de vérin 3 – Socle (Q27) 27 %

COMMENTAIRE GÉNÉRAL DE L'ÉPREUVE

Le sujet est structurellement long et varié, 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. Les candidats sont invités à consacrer à peu près le même temps à la notice justificative et au dessin de construction mécanique.

Les calculatrices sont interdites. Les valeurs numériques données dans le sujet sont choisies afin de simplifier grandement les applications numériques à effectuer. La courbe $y=\sqrt{x}$ est donnée en annexe afin de pouvoir trouver graphiquement la racine carrée d'une valeur numérique en partie V.

Le sujet ne posait pas de difficulté particulière de compréhension.

Toutes les questions posées sont au niveau des candidats (à chaque question, plusieurs candidats obtiennent le maximum des points, et, pour 80% des questions, au moins 10% des candidats obtiennent le maximum des points).

Le temps imparti pour répondre au sujet était correctement dimensionné. Ainsi, une grande majorité des candidats a traité ou entamé chaque partie (56% des candidats a traité au moins 80% des questions).

Le barème et le temps imparti étaient répartis équitablement entre notice et dessin. Les moyennes des candidats sont similaires sur ces deux parties. Par contre la répartition des notes est bien plus large pour la partie dessin (l'écart type est deux fois plus important que sur la partie notice). Les candidats qui ont le mieux réussi l'épreuve ont donc globalement bien répondu à la partie notice et ont fait la différence sur la partie dessin technique, outil indispensable à maîtriser pour une bonne communication technique.

ANALYSE PAR PARTIE

Remarques sur la partie notice justificative

Remarques générales :

Les candidats semblent familiers avec le format de cahier réponse déjà utilisé les années précédentes.

Les candidats ont su profiter des sous-parties indépendantes et des questions indépendantes à l'intérieur de chaque partie.

PARTIE I - Détermination de la course du vérin (Q1 à Q2)

Cette partie portait sur l'analyse de la cinématique simple du mécanisme et avait pour objectif de mettre le candidat en confiance. Seuls 12% des candidats obtiennent le maximum des points à cette partie. 79% des candidats n'obtiennent pas la moitié des points à cette partie. Ces candidats ont souvent occulté la rotation du corps du vérin, ce qui géométriquement ne permet pas le fonctionnement du système.

PARTIE II - Détermination des efforts dans le système de verrouillage (Q3 à Q13)

Cette partie proposait une étude des efforts dans le système de verrouillage. Il s'agissait d'identifier le cas d'usage sollicitant le plus le dispositif de verrouillage. De calculer ce couple et d'en déduire les efforts exercés par le vérin. Il s'agissait de faire appel à des compétences de résolution de problème de statique simple (3 forces) par des méthodes analytiques et graphique.

Les candidats réussissent plutôt bien cette partie : 27% des candidats obtiennent plus de 80% des points, et 71% des candidats obtiennent plus de la moitié des points.

Seuls 40% des candidats obtiennent le maximum des points à la question 12 (résolution graphique de l'équilibre d'un solide soumis à trois forces concourantes).

PARTIE III - Choix du vérin (Q14 à Q17)

Cette partie concernait le choix du vérin en respectant les critères de charge maximale, de course, et de durée maximale du déplacement. Les calculs faisaient suite aux deux études conduites dans les parties I et II. Afin de rendre les parties indépendantes, les résultats approchés étaient fournis aux candidats.

Il s'agissait pour les candidats de mettre en œuvre des compétences de résolution de problèmes de cinématique du point avec des mouvements à accélération constante ou nulle. Il s'agissait en particulier de déterminer les valeurs caractéristiques des lois du mouvement des tiges des vérins et de tracer l'évolution du déplacement de la tige en fonction du temps.

Les candidats réussissent plutôt bien cette partie : 40% des candidats obtiennent plus de 80% des points, 66% des candidats obtiennent plus de la moitié des points.

PARTIE IV- Etude du culbuteur (Q18 et Q19)

Cette partie proposait une analyse de résultats d'une simulation de l'état de contrainte du culbuteur et un choix argumenté d'une nuance de matériaux pour ce même culbuteur.

Les candidats réussissent moyennement cette partie : 15% des candidats obtiennent plus de 80% des points, et 50 % des candidats obtiennent plus de la moitié des points.

Seuls 10% des candidats savent identifier 3 aciers et un alliage d'aluminium à partir des quatre désignations proposées.

PARTIE V- Etude des liaisons en chape (Q20 à Q24)

Cette partie proposait un pré-dimensionnement d'une liaison en chape en étudiant successivement différentes pièces subissant des sollicitations différentes, puis une synthèse était demandée permettant de définir des dimensions minimales pour des matériaux imposés.

Dernière partie de la notice, elle a néanmoins été traitée par 83 % des candidats. C'est la partie la moins bien traitée. Seul 1% des candidats obtiennent 80% des points et seuls 20% des candidats obtiennent la moitié des points.

De très nombreux candidats n'arrivent pas à identifier les surfaces cisailées, ou celles soumises à la traction ou au matage. De ce fait, l'écriture de la condition de résistance relève plus d'une 'formule apprise par cœur » que d'un raisonnement scientifique et technologique.

Remarques sur la partie dessin d'étude de construction mécanique

Remarques générales :

Le dessin était constitué de deux zones précisées dans l'énoncé, dans lesquelles devaient être représentées :

- La liaison Tige de vérin 4 – Culbuteur 5 ;
- La liaison Corps de vérin 3 – Socle.

Les candidats ont repéré sans ambiguïté les différentes zones concernées et n'ont pas eu de difficulté à cerner l'environnement déjà représenté sur le calque.

Des solutions pour les deux liaisons ont été proposées par plus de 90% des candidats.

Les dessins produits sont dans l'ensemble d'une qualité satisfaisante, permettant une évaluation sans ambiguïté des solutions techniques proposées par les candidats.

Les évaluateurs ont constaté que certains candidats fournissent des solutions techniques qui assurent la fonction principale demandée, mais ne respectent pas les consignes indiquées. Les évaluateurs

supposent que ces candidats cherchent à reproduire une solution étudiée pendant la formation sans l'adapter aux contraintes demandées par le présent sujet comme par exemple pour la liaison pivot glissant entre la rotule et le socle assurée par une vis axe.

La liaison Tige de vérin 4 – Culbuteur 5 :

La liaison chape culbuteur a été relativement bien définie. Les candidats obtiennent en moyenne 50% des points attribués. La liaison chape – Tige de vérin a posé plus de difficulté avec 40% des points attribués. Les formes du culbuteur étaient conformes pour plus de 90% des candidats mais seul 45% des candidats ont traité cette question. La perspective de la chape a posé plus de problèmes avec seulement 30% des points attribués.

La liaison Corps de vérin 3 – Socle :

Pour la liaison noix – corps du vérin, les candidats obtiennent en moyenne 56% des points attribués. Pour la liaison noix – rotule, les candidats obtiennent en moyenne 53% des points attribués. Pour la liaison rotule - socle, les candidats obtiennent en moyenne 77% des points attribués. Pour la liaison vis axe - socle, les candidats obtiennent en moyenne 43% des points attribués. Les formes définies par les candidats pour la noix et le socle étaient corrects, en moyenne 50% des points attribués.

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. Lire attentivement les questions et y répondre précisément en différenciant bien expression littérale et application numérique lorsque cela est spécifié. Exprimer les applications numériques dans l'unité requise, spécifier l'unité si cette dernière n'est pas imposée et exprimer les expressions littérales en fonction des variables spécifiées dans la question ou à défaut dans le sujet. Vérifier l'homogénéité des expressions littérales et des unités lors des applications numériques.

Connaître et maîtriser les connaissances de base de mécanique.

En dépit de l'interdiction des calculatrices, effectuer les applications numériques (souvent simples) et prendre du recul sur les résultats numériques obtenus en se posant la question élémentaire : l'ordre de grandeur du résultat est-il cohérent vis-à-vis du produit étudié ?

Développer une culture technologique afin de proposer des solutions réalistes, par exemple en multipliant les activités d'analyse sur des systèmes réels.

Dans la partie « dessin d'étude de construction mécanique », privilégier les solutions qui soient les plus simples possibles. Penser à indiquer les jeux fonctionnels ainsi que les ajustements. Vérifier (au moins a posteriori) que la solution proposée est « montable », et que les pièces supposées en mouvement relatif n'ont pas d'interférences entre elles.

Ne pas appliquer systématiquement des solutions types mais bien prendre en compte les consignes données dans l'énoncé : par exemple lorsqu'une transmission de puissance est demandé par obstacle, ne pas proposer une solution par adhérence. Trop de candidats restituent sans réfléchir des solutions valables pour d'autres conceptions (issue d'autres sujets de concours par exemple), mais qui ne respectent pas les exigences de l'énoncé proposé.

EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES C

Module eCorner

Durée : 6 heures

PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet portait sur l'eCorner, développé par Siemens VDO pour l'intégration du système de traction, de la direction, des amortisseurs et des freins directement dans le moyeu de roue d'une petite voiture citadine. La problématique générale portait successivement sur la validation des performances du moteur, du frein, sur l'analyse de l'avancement et de la direction du véhicule, sur la validation des performances de la suspension, sur l'étude de la fabrication d'une pièce et sur l'analyse et la conception de la liaison pivot roue / fusée.

Le sujet comportait six parties, dont les poids relatifs étaient les suivants :

- Partie I (20%) : la validation des performances du moteur de traction.
- Partie II (20%) : la validation des performances cinématiques et statiques du frein EWB.
- Partie III (16%) : l'analyse de la gestion de l'avancement et de la direction du véhicule.
- Partie IV (13%) : la validation des performances de la suspension.
- Partie V (16%) : l'étude de la fabrication du support d'axe.
- Partie V (15%) : l'analyse et la conception de liaison pivot horizontale.

Chaque partie pouvait être traitée indépendamment des autres. Quelques questions étaient « à tiroir » au sein des parties mais cela restait marginal et permettaient toutefois d'appréhender le raisonnement des candidats.

COMMENTAIRES GÉNÉRAUX

Cette épreuve a pour objectif d'évaluer les capacités des candidats dans les domaines des sciences industrielles de l'ingénieur et plus précisément les aspects liés à l'analyse d'un système industriel, à la conception d'un sous-système mécanique et son industrialisation. Les compétences attendues concernent : l'analyse, la prédiction et la vérification des performances attendues de systèmes ou sous-systèmes à partir de modélisations ; l'imagination, le choix, la définition et le dimensionnement de solutions techniques intégrant des contraintes du cycle de vie, en particulier celles d'industrialisation.

Le spectre des questions était relativement large cependant le sujet ne se voulait pas difficile. L'objectif était d'une part de balayer des parties du programme qui n'avaient pas été abordées les années précédentes (fonctionnement d'un moteur brushless, étude d'un système du second ordre, ...) et d'autre part de revenir sur la maîtrise d'outils déjà évaluée récemment (application PFD, TEC, relation cinématique, ...). Nous constatons que les parties mécaniques "classiques" sont relativement bien abordées et globalement avec des résultats corrects ; il en est de même pour l'étude théorique de la suspension, les fondamentaux d'un système du second ordre sont bien maîtrisés. Inversement, l'étude de la partie commande, de la direction (questions de bon sens) et de la fabrication sont moins abordées et le niveau atteint souvent décevant. Enfin, le jury a apprécié la proposition systématique de solutions constructives quelquefois d'un très bon niveau dans la partie conception.

Le sujet a fait appel à des descriptions préliminaires, à chaque partie, avec des compléments d'information détaillés, nécessaires pour aborder les questions. L'utilisation de ces explications, bien qu'elles aient vocation à offrir simplement les formules ou les démarches nécessaires pour aborder un domaine relativement nouveau, a mis en évidence les difficultés de certains candidats à manipuler des concepts de base hors d'un cadre classique « déjà vu ». Les fondamentaux (calculs énergétiques, puissances) ont mis en évidence un écart-type important pour un niveau des candidats jugé dans

l'ensemble assez faible, tandis que les questions portant sur des aspects moins souvent évalués les années précédentes ou ayant un caractère plus « original » n'ont fait qu'accroître cet écart-type, tout en laissant la moyenne à un niveau jugé très bas (voire à le baisser).

Finalement, l'épreuve a permis de classer les candidats mais les résultats restent, comme l'an dernier, faibles par rapport aux attentes du jury. Le contexte « concours » ne doit pas faire oublier la maîtrise des fondamentaux en Science de l'Ingénieur que les étudiants doivent connaître.

COMMENTAIRES SUR CHAQUE PARTIE DE L'ÉPREUVE

Partie I (30% de réussite) : Validation des performances du moteur de traction

Cette première partie avait pour but de vérifier qu'à partir de la puissance donnée de l'eCorner le véhicule pouvait atteindre la vitesse donnée dans le cahier des charges et d'interpréter les écarts ; le calcul du couple fourni devait aussi permettre de vérifier l'accélération attendue pour le véhicule.

Q1 et Q2 : L'application du Théorème de l'Énergie Cinétique est globalement bien traitée même si on peut regretter que certains candidats n'utilisent pas les données adéquates. Il est rare de lire deux raisons expliquant la différence avec le cahier des charges.

Q3 et Q4 : Les calculs cinématiques de l'accélération du véhicule et de l'accélération angulaire de la roue sont maîtrisés dans la plupart des cas, contrairement au calcul du couple à l'aide du PFD qui n'est que rarement mené correctement.

Q5 : Rarement plus d'une raison a été donnée pour expliquer pourquoi on ne peut récupérer 100% de l'énergie au freinage.

Q6 : Le choix du moteur est bien traité et très souvent correctement argumenté.

Q7 : Le principe de fonctionnement d'un capteur à effet Hall n'est que très rarement correctement expliqué, les candidats se contentant d'une (très) approximative explication de l'effet Hall.

Q8 à Q10 : L'étude du passage du courant dans la partie puissance du moteur brushless est maîtrisée par 25% des candidats à peine, l'évolution des capteurs est par conséquent peu traitée de même que les équations logiques qui ne sont que très rarement écrites correctement.

Partie II (41% de réussite) : Validation des performances cinématiques et statiques du frein EWB

Il s'agissait dans la partie A de comprendre le fonctionnement du frein, d'en déduire la loi entrée/sortie par la fermeture d'une chaîne cinématique.

Q11 et Q12 : Les torseurs cinématiques sont correctement complétés par pratiquement tous les candidats ; la maîtrise de la relation entre les composantes de la liaison hélicoïdale est par contre beaucoup plus hasardeuse et moins d'un candidat sur trois l'écrit sans fautes.

Q13 : Là aussi les torseurs cinématiques sont maîtrisés, les simplifications (plan de symétrie et roulement sans glissement) un peu moins.

Q14 à Q16 : La fermeture cinématique, la relation obtenue et l'application numérique ont été globalement bien traitées par environ un candidat sur deux, en particulier par les candidats qui avaient traité correctement les questions précédentes, nécessaires ici.

Dans la partie B, l'objectif était de calculer la pression de contact et de conclure.

Q17 et Q18 : La lecture d'un graphique permettant d'évaluer la précision et la rapidité du système est traitée de façon efficace par un candidat sur deux ; les explications sur les variations sont souvent bien plus confuses, souvent à cause d'une mauvaise lecture de la question.

Q19 et Q20 : la mise en équation de la relation entre le couple de freinage et les autres paramètres pose plus de problèmes malgré les informations données et seul un candidat sur trois la résout correctement ; le taux de réussite baisse inévitablement pour la pression de contact, dépendante du résultat précédent.

Partie III (36% de réussite) : Analyse de la gestion de l'avancement et de la direction du véhicule

Cette partie avait pour objectif de vérifier le traitement et la gestion des informations lors de l'avancement du véhicule et en particulier lors de virages. Cette partie qui faisait appel à des connaissances basiques de géométrie et de calcul numérique et à un peu de "bon sens" a été un peu décevante.

Q21 à Q23 : Un candidat sur deux seulement s'en sort bien, les réponses sont quelques fois dénuées de tout sens logique...

Q24 : Ça s'améliore un peu ici, les candidats connaissent bien la fonction d'un différentiel...

Q25 : Cette question est peu ou mal abordée, la relation entre roulement sans glissement et géométrie peut-être un peu délicate à aborder.

Q26 : Trigonométrie très basique, maîtrisée par quasiment tous les candidats, heureusement !

Q27 et Q28 : Les relations entre géométrie (angles) et résolution de codeur posent beaucoup de problèmes aux candidats et seul un candidat sur dix l'aborde correctement et ce malgré la récurrence de ce type de question dans cette épreuve.

Partie IV (72% de réussite) : Validation des performances de la suspension

C'est la partie donnant les meilleurs résultats même si elle n'a pas été abordée lors des précédentes épreuves.

La partie A envisageait l'étude théorique de la suspension, en particulier la fonction de transfert déduite de l'étude dynamique.

Q29 et Q30 : Les trois paramètres définissant les systèmes du deuxième ordre sont bien connus. Il en est de même pour le tracé de l'allure des réponses temporelles dans les conditions indiquées.

Q31 et Q32 : le calcul numérique des trois paramètres et du temps de réponse est aussi relativement bien traité dans une majorité des cas.

La partie B concernait l'étude expérimentale de la suspension, en particulier la lecture de diagrammes de Bode.

Q33 et Q34 : Ici aussi les justifications sont bien argumentées, la lecture du diagramme et les calculs correctement traités.

Partie V (28% de réussite) : Étude de la fabrication du support d'axe mobile

Cette partie bien moins calculatoire est décevante pour l'épreuve SIC qui doit traiter des relations produit-matériaux-procédés. Elle couplait des concepts de base classiques du concours (cotation GPS, gamme générale de fabrication.) avec des éléments de réflexion qualitative sur les procédés de fabrication (analyse des surfaces fonctionnelles, comparaison technico-économique).

Q35 : Les propriétés physiques d'un matériau ne sont maîtrisées que par un candidat sur cinq, on remarque beaucoup de réponses "hors matériau"

Q36 : Des procédés d'obtention possibles sont cités par un candidat sur deux mais peu citent l'estampage qui est le plus approprié. Mis à part quelques réponses fantaisistes, les candidats ayant répondu arrivent à expliquer correctement le procédé et les règles à respecter.

Q37 à Q39 : L'interprétation d'une spécification dimensionnelle n'est correctement définie que pour un candidat sur quatre ; la cotation GPS et les spécification géométrique sont maîtrisées par plus d'un candidat sur deux, certaines exigences comme le maxi-matière très peu abordées.

Q40 : Cette question devait permettre d'identifier les surfaces fonctionnelles à usiner en précisant certains éléments. Les candidats ne savent pas pour la plupart présenter les résultats de façon synthétique (tableau par exemple) et les résultats s'en trouvent par conséquent assez flous.

Q41 et Q42 : Il s'agissait ici de déterminer des paramètres liés à la coupe ; ces questions n'étaient que peu abordées ; certaines bases ne sont pas maîtrisées et même l'application d'une formule donnée ne donnait que rarement de bons résultats.

Partie VI (34% de réussite) : Avant-projet de conception

Q43 : Il s'agissait ici de détecter des erreurs de conception, question déjà traitée l'année précédente mais pas forcément un exercice facile pour les candidats...

Q44 à Q46 : Trois questions précises sur le choix, les dispositions à mettre en œuvre dans le cas de roulements à rouleaux coniques. Les candidats ne lisent pas assez attentivement les questions et répondent souvent "en décalé" même si les grands principes sont relativement connus.

Q47 : Même si l'on voit encore des conceptions aberrantes, un candidat sur deux aborde correctement cette partie graphique et certaines propositions sont quasiment parfaites.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS (et à leurs formateurs)

Il est encore une fois conseillé aux futurs candidats de faire une première lecture rapide du sujet pour prendre connaissance du problème dans sa globalité. Il pourra alors, dans la mesure où beaucoup de parties sont indépendantes, débiter par les parties qui lui semblent les plus évidentes et avoir en mémoire les documents ressources qui lui sont proposés.

Au-delà des résultats quantitatifs justes ou faux, et bien que certaines questions soient classiques pour l'épreuve SIC, le raisonnement est pris en considération. La qualité des réponses est fortement prise en compte (détails parcimonieux). Il est fortement conseillé aux candidats de justifier brièvement mais systématiquement les démarches et les solutions proposées. Cette qualité demande une compréhension générale du sujet d'étude traité, rédigé en suivant une logique et une cohérence, et non plus uniquement des réponses locales à chacune des questions indépendamment des autres.

Nous reconnaissons que certaines réponses quantitatives dépendaient en partie des réponses aux questions précédentes mais la correction tient toutefois compte des éléments de raisonnement donnés. Encore une fois, si le système d'étude est compris, les réponses en seront d'autant plus logiques et justifiées correctement.

Les écritures soignées, l'utilisation de couleurs en particulier pour mettre en valeur les schémas et faire ressortir les résultats, sont très appréciées. A contrario, les explications confuses, contradictoires ainsi que l'excès de fautes d'orthographe et de grammaire sont pénalisés.

Les questions originales de l'épreuve SIC (comparé à SIA et SIB) s'appuient sur une relation produit-matériaux-procédés forte. Elles ne peuvent plus se baser uniquement sur des questions « de culture générale » sans modèle ni calcul. Cette relation doit être maîtrisée en classes préparatoires PT.