

EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES B
PT SI B : ETUDE DU TRAIN AVANT D'UN VEHICULE A TROIS ROUES
(SCOOTER MP3 DE LA SOCIETE PIAGGIO)

Durée : 6 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le sujet porte sur l'étude du train avant d'un véhicule à trois roues.

Il porte plus particulièrement sur l'analyse du mécanisme d'inclinaison du train avant et du système de verrouillage associé. L'objectif étant de vérifier le critère de rigidité du cahier des charges, de valider la chaîne d'énergie du dispositif de verrouillage en conformité avec le cahier des charges et enfin de s'intéresser à la conception du dispositif de verrouillage.

Les poids relatifs des différentes parties du sujet 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 :

Vérification de la rigidité du train avant (Q1 à Q9)	16%
Détermination de la pression de verrouillage (Q10 à Q11)	6%
Détermination du couple de verrouillage (Q12 à Q16)	8,5%
Vérification du moteur (Q17)	2%
Détermination de la puissance consommée (Q18 à Q22)	10%
Conception du dispositif de verrouillage (Q23 à Q26)	7,5%

COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

Le sujet a été conçu pour solliciter les candidats sur de nombreuses parties du programme. Les candidats peuvent ainsi s'exprimer sur bon nombre de leurs connaissances et compétences afin de valider un cahier des charges. Une lecture complète du sujet est recommandée en début d'épreuve. Toutes les questions posées sont au niveau des candidats : à chaque question, plusieurs candidats obtiennent le maximum des points, pour 61% des questions, au moins 20 % des candidats obtiennent le maximum des points (et pour 74 % des questions, au moins 10 % obtiennent le maximum des points). La durée de l'épreuve est également raisonnable, puisqu'un bon nombre de candidat a traité ou entamé chaque partie.

Dans toutes les parties du sujet, des connaissances de base sont évaluées. Les candidats ont bien respecté les consignes indiquées concernant le temps à consacrer à chacune des parties puisqu'ils obtiennent en moyenne 51 % de leurs points sur la notice et 49 % sur le dessin d'étude de construction mécanique.

ANALYSE PAR PARTIE

Remarques sur la partie notice justificative

Les candidats ont su profiter des parties indépendantes et ne sont que rarement restés bloqués.

Partie 1 : Etude et validation partielle du parallélogramme d'inclinaison

La première partie a été traitée relativement bien par les candidats. En effet, cette partie permettait d'appréhender de manière globale le système d'inclinaison et proposait une démarche de dimensionnement simplifiée, le candidat étant guidé par des questions assez simples. Les formules

permettant le calcul de l'hyperstatisme sont connues et l'interprétation du calcul également (70% de bonnes réponses). Lorsqu'un ordre de grandeur est demandé (module d'Young) beaucoup de candidats oublient de préciser l'unité, la réponse n'est donc pas interprétable. La traction est bien maîtrisée par les candidats (80% de réponses correctes), mais les réponses sont beaucoup moins souvent correctes pour la flexion simple (40% de réponses correctes).

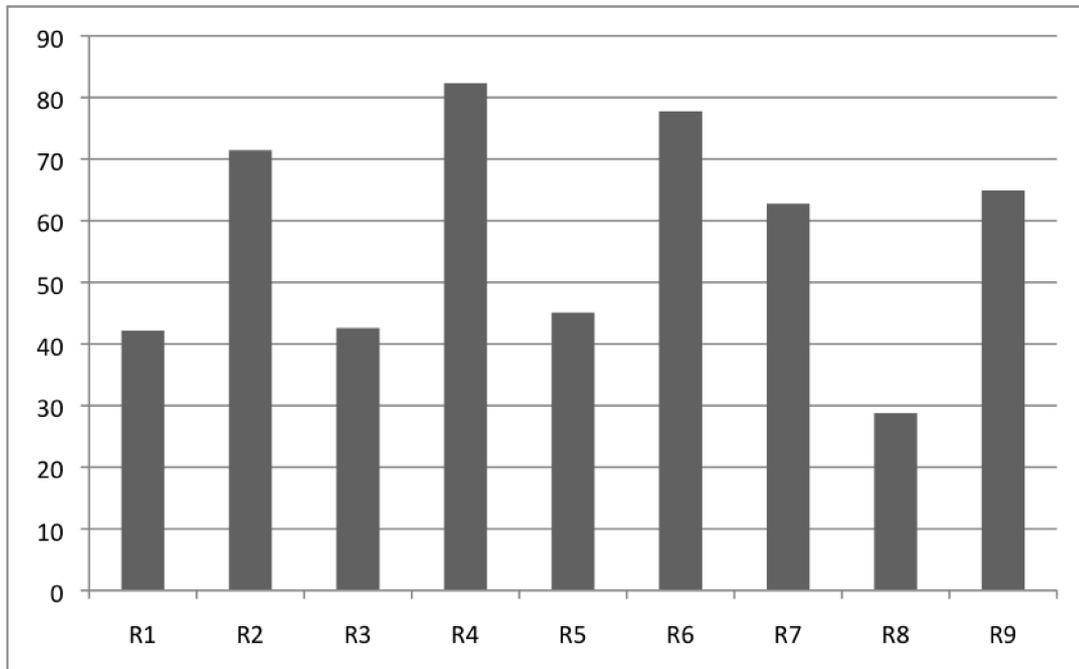


Figure 1 : Pourcentage de candidats ayant correctement répondu aux questions 1 à 9

Partie 2 : Etude et validation partielle du dispositif de verrouillage de l'inclinaison

La deuxième partie s'intéressait au dispositif de verrouillage de l'inclinaison du train avant. Les objectifs étaient de déterminer les actions mécaniques nécessaires au verrouillage des mobilités du parallélogramme d'inclinaison et des suspensions du train avant. On s'intéressait également à l'actionneur et aux transmetteurs de ce dispositif dans l'objectif de vérifier leur conformité aux critères du cahier des charges.

Sous-partie 2.1 : validation du dispositif de verrouillage

La première question de cette partie (question 10) consiste à écrire les torseurs d'actions transmissibles dans des liaisons ponctuelles avec frottement. Si la plus grande partie des candidats connaît les lois de Coulomb, trop peu savent en revanche l'écrire. Il règne une grande confusion entre effort normal et tangentiel et à peine 30 % des candidats ont fourni une réponse correcte.

Les questions 11 et 12 étaient des petits problèmes de statique visant à déterminer la pression de verrouillage et le couple à imposer par le ressort. Elles ont été globalement mal traitées (11 % de bonnes réponses et 18% respectivement). On remarque que les élèves n'appliquent pas le principe fondamental de la statique avec rigueur mais se servent de recettes inappropriées. On trouve même dans les copies des «lois » ou des « théorèmes » du « bras de levier » en lieu et place du théorème du moment.

Les candidats ont parfois eu du mal à identifier toutes les grandeurs qui intervenaient dans l'expression du couple moteur de la question 13, bien que celles-ci étaient stipulées dans la question. Il s'agit là encore d'un manque de rigueur dans la démarche. Les candidats semblent vouloir donner une réponse rapide sans privilégier une approche rigoureuse.

Les questions 15 et 16 qui concernaient le choix du système vis-écrou comme transmetteur n'ont pas posées de difficultés particulières.

La question 17 consistait à valider la loi de commande en trapèze du moteur en accord avec les temps de verrouillage spécifiés par le cahier des charges. Cette question très classique a largement été traitée mais seuls 8% des candidats fournissent une réponse correcte, ce qui est surprenant. Les candidats ne savent pas exprimer l'intégrale de la vitesse angulaire pour cette loi simple.

Dans les questions 18 à 22, on cherche à exprimer la puissance maximale consommée durant la phase de verrouillage, celle-ci ne devant pas dépasser la limite précisée dans le cahier des charges. Il s'agit des dernières questions présentant un réel aspect calculatoire. La démarche est relativement guidée car on demande d'exprimer successivement les puissances extérieures, intérieures et l'énergie cinétique de l'ensemble isolé (questions 18, 19, 20). Les principales difficultés étaient de bien prendre en compte les actions extérieures, le rapport de transmission et le rendement du système. Pour ces trois questions, les pourcentages de candidats ayant obtenus le maximum des points sont respectivement de 11%, 11% et 21%. Une proportion importante de candidats ne sait pas exprimer une puissance, ni une énergie cinétique pour un ensemble de solide en rotation. Les définitions même de ces notions sont ignorées par certains.

L'application du théorème de l'énergie cinétique est nécessaire à la question 21, on obtient 12% de réponses exactes. La question 22 consiste à identifier sur une courbe (tracée à partir de la réponse à la question 21) la puissance maximale consommée. Il était possible de répondre sans avoir traité les questions précédentes, il fallait prendre en compte le rendement du moteur électrique, ce qui a bien été compris par la plupart des candidats ayant répondu.

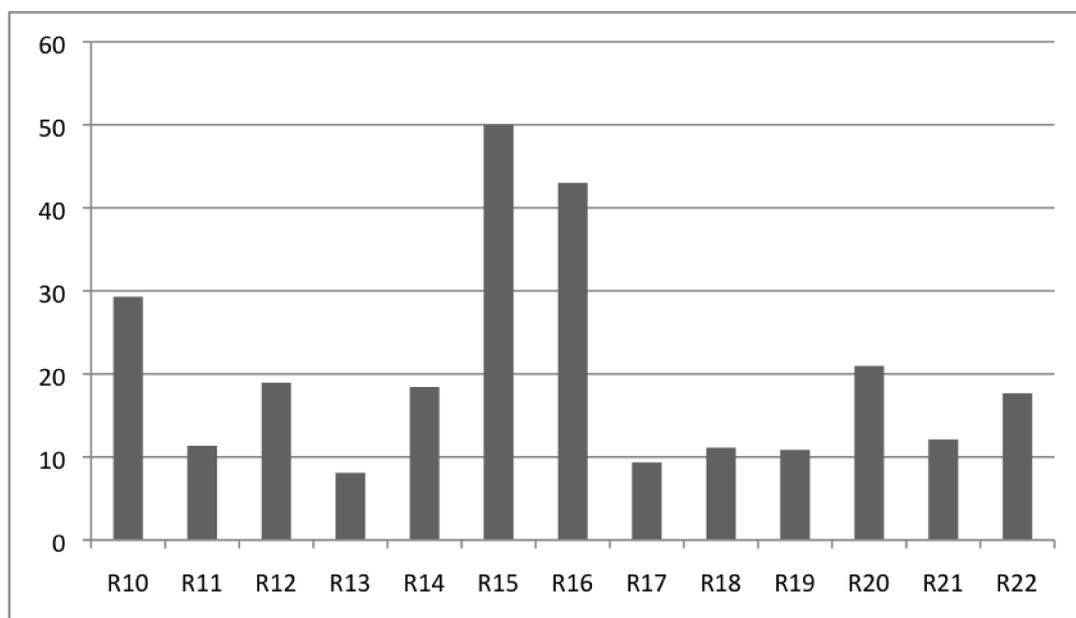


Figure 2 : Pourcentage de candidats ayant correctement répondu aux questions 10 à 22

Sous-partie 2.2 : conception du dispositif de verrouillage

La sous partie 2.2 aborde la conception du dispositif de verrouillage. Les questions 23 à 26 permettaient d'aborder différents aspects technologiques en lien avec le dispositif.

Les questions 23 à 24 concernent le choix des roulements de la liaison pivot entre les solides 1 et 2. Le premier roulement ne supporte aucune charge axiale, concernant la question portant sur ce

roulement, seulement 5% des candidats obtiennent le maximum des points. Beaucoup ne répondent pas à la question, d'autres se contentent de donner la formule de durée de vie, parfois fausse. Le deuxième roulement supportant une charge axiale, il n'était demandé que la démarche permettant de choisir un roulement approprié. Cette question a été peu abordée.

La question 25 demande la lecture et l'interprétation d'une spécification géométrique de symétrie en lien avec la liaison encastrement par clavette entre le solide 1 et le levier. Cette question a été abordée par une majorité de candidats. Seuls 19% donnent la dénomination de la tolérance. La suite est très mal maîtrisée.

La question 26 présentait dans un tableau plusieurs solutions d'étanchéité, l'objectif était de déterminer les conditions d'utilisation de chacune et d'en déduire la solution adaptée au dispositif de verrouillage. La notation était souple, cependant, le taux de bonnes réponse est très faible : moins de 3% de réponses exactes. Certaines solutions courantes comme le joint à lèvres ou le joint torique sont mal connues des candidats.

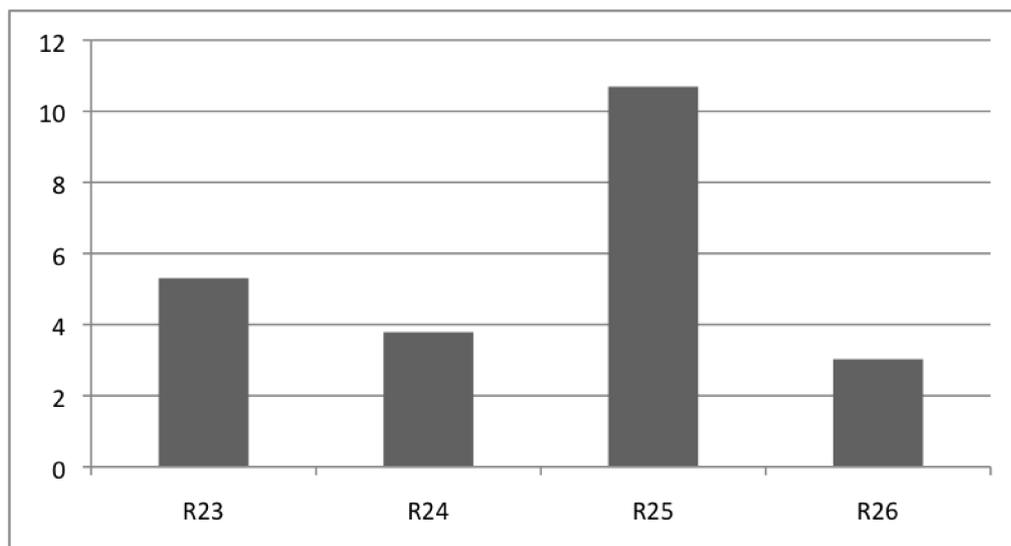


Figure 3 : Pourcentage de candidats ayant correctement répondu aux questions 23 à 26

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

La question 27 relative aux travaux graphiques a été abordée par pratiquement tous les candidats (98%). Différentes fonctions spécifiées dans le FAST pouvaient être conçues de manière relativement indépendante.

Deux liaisons encastrements étaient à concevoir (FT11 et FT14): de nombreux candidats ont abordé cette partie relativement simple ; par contre peu ont donné une solution complètement satisfaisante. En effet, de très nombreux candidats proposent par exemple un appui plan maintenu en position par un ensemble de vis, ce qui n'est pas suffisant pour le fonctionnement correct du système. La solution était pourtant détaillée dans le diagramme FAST.

Trois liaisons pivot étaient à concevoir. La première était assez simple (FT13) à concevoir, puisqu'assez indépendante du reste du mécanisme. Les deux autres (FT15 et FT172) offraient un niveau supplémentaire de difficulté, puisque l'architecture proposée contraignait fortement la conception. On trouve sur ce point de conception une assez grande dispersion sur la qualité des solutions proposées. Les solutions constructives proposées par quelques candidats ne respectent pas

le cahier des charges, puisqu'elles s'appuient sur des roulements différents de ceux proposés, voire sur des paliers lisses.

Il était indiqué que le carter devait être réalisé par moulage. On trouve encore trop de calques avec des solutions qui ne font pas apparaître clairement le mode d'obtention du brut, ni les surfaces fonctionnelles usinées dans le brut pour réaliser l'assemblage avec les autres pièces du système.

Alors que la notice proposait une aide au choix du mode d'étanchéité, on trouve un certain nombre de solutions sans étanchéité avec l'extérieur.

Le système de rappel du ressort a été assez bien compris par les candidats, ceux qui ont abordé ce point de conception ont su installer correctement cet élément dans le dispositif à concevoir.

De nombreux candidats ne réalisent pas la conception du dispositif dans son intégralité (faute de temps, ou par manque de vision globale), ceci est bien sûr préjudiciable. Les candidats qui ont bien compris le mécanisme dans son ensemble et qui proposent une solution complète (même si des erreurs peuvent apparaître localement) ont bien entendu obtenu plus de points pour cela. Tout élément permettant une meilleure compréhension de la conception proposée est le bien venu sur le calque. De l'espace est volontairement laissé autour du tracé principal à cet effet. Il ne s'agit pas d'ajouter du texte autour du dessin, ce qui rend le tout illisible; mais plutôt de proposer éventuellement une coupe partielle, un ajustement, une cotation ... permettant d'illustrer un montage, le détail d'une pièce ou tout élément aidant la compréhension des choix retenus.

De manière générale, on trouve encore trop souvent des solutions qui fonctionnent mais qui ne sont pas montables.

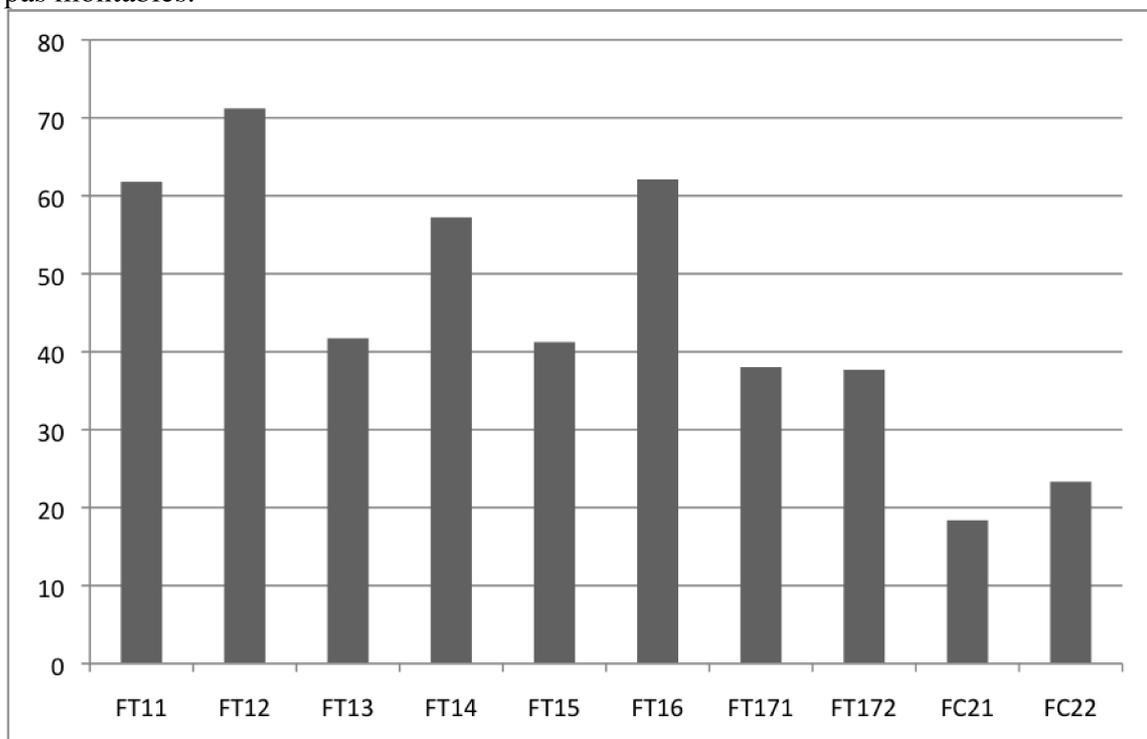


Figure 4 : Pourcentage de candidats ayant proposé des solutions satisfaisantes aux fonctions spécifiées dans le diagramme FAST (différent de la proportion de candidats ayant obtenu tous les points).

CONCLUSION GENERALE

Le sujet était moins long que les années précédentes. Un très bon candidat pouvait réaliser l'ensemble du sujet dans le temps imparti. Ceci oblige les candidats à ne négliger aucune des parties du sujet et à être compétents dans l'ensemble du programme. Il n'est donc pas possible de réussir cette épreuve en faisant l'impasse sur le dessin de conception ou sur la notice.

Il apparaît, comme dans les sessions précédentes et dans une grande proportion, que les candidats ne savent pas mettre en place une démarche rationnelle de résolution d'un problème mécanique. Ils cherchent trop souvent à appliquer des solutions toutes prêtes inadaptées et parfois même sans aucun rapport avec le problème posé.

Les aspects technologiques du sujet ont été peu et mal abordés, signe d'un manque de maîtrise et de culture. Il faut toutefois prendre en compte que ces questions étaient posées à la fin de la notice, certains candidats auront peut-être préféré passer plus de temps sur le dessin de conception.

Concernant le dessin de conception, on observe souvent une inquiétante répartition des réponses du type « tout ou rien ». Soit les candidats maîtrisent les solutions et concepts de base de construction mécanique, ils parviennent alors à proposer des solutions cohérentes aux problèmes posés. Soit ils semblent n'avoir jamais abordé cette partie du programme, un grand nombre de candidats ne sait pas placer des arrêts axiaux sur un montage de roulements afin de réaliser une liaison pivot. Plus grave, beaucoup sont incapables de placer deux roulements de manière correcte : bague intérieure sur un arbre et bague extérieure dans un alésage.