

## 1/ PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet portait sur la stabilité d'une machine de forage. Celle-ci est composée de multiples sous-ensembles pluri-technologiques qui ne peuvent pas tous être étudiés dans le cadre de l'épreuve. Le choix fut d'aborder plus spécifiquement certains éléments de contrôle de ce type de machine de sorte que les thèmes abordés par le sujet permettent de balayer une très grande partie du programme.

Pour cela, trois parties indépendantes étaient proposées :

- la **partie I** propose au candidat de faire l'étude du contrôle de la stabilité de la machine de forage. On s'intéresse, tout d'abord, au basculement statique de la machine dans une phase défavorable, avant de proposer une méthode plus pertinente de contrôle de la pression de contact au sol par la modélisation locale des actions mécaniques sous les chenilles. Une étude séquentielle est réalisée en fin de partie afin de synthétiser la manière dont la machine gère les évènements face à ses contraintes de pression sur le sol.
- la **partie II** se focalise sur le contrôle de la vitesse linéaire de la table de forage. Il est en effet nécessaire de maîtriser la vitesse d'avance de l'outil qui fore le sol. Une rapide étude cinématique de la transmission de mouvement par trains d'engrenages puis par tambour, poulies et câbles, laisse place à la mise en équation des modèles de connaissances. Ceci permet d'établir le schéma-bloc complet de la structure de contrôle afin d'optimiser les performances temporelles et fréquentielles par réglage d'un correcteur.
- la **partie III**, uniquement de l'Informatique Commune, propose l'étude et l'exploitation de données enregistrées par le système afin d'en éditer un rapport de chantier

## 2/ APPRÉCIATION GÉNÉRALE

La moyenne de l'épreuve est de 10,18 avec un écart-type de 3,40.

L'épreuve était plutôt longue ; certaines questions assez difficiles ont permis de bien classer les candidats. Du fait de la longueur de l'épreuve, certains candidats n'ont pas traité une partie.

Enfin, comme chaque année, un nombre encore trop important de candidats ne se soucie guère de la lisibilité de leur composition et/ou du soin apporté à celle-ci, ce qui est assez désagréable pour les correcteurs.

## CONNAISSANCE DU COURS

Les notions du cours sont généralement floues : pourtant, des mots du domaine sont présents, des formules sont présentées. Mais leur pertinence témoigne parfois d'une grande incompréhension en profondeur. Les notions de première année, telles que la modélisation des actions mécaniques, a posé de nombreux problèmes. Il est important de rappeler que dans cette épreuve, les questions portent sur les deux années de préparation.

## CONNAISSANCE MÉTHODOLOGIQUE

Comme l'an dernier, le calcul d'une inertie équivalente ou d'une fonction de transfert pose étonnamment des problèmes à beaucoup de candidats. Les tracés des diagrammes de Bode sont également sources d'erreurs.

En Informatique Commune, aucune notion nouvelle intégrée au nouveau programme n'était incluse dans le sujet. Pourtant, le niveau global observé semble avoir baissé.

## 3/ REMARQUES SPÉCIFIQUES

### PARTIE I

- Q1.** Certains candidats n'ont parfois pas compris qu'il fallait écrire une équation. Beaucoup ne pensent pas utiliser un théorème vu en cours et ne proposent pas d'isolement ni d'équation alors qu'ils ont plus ou moins la bonne idée. Par exemple, il y a oublié très fréquent de la liaison glissière dans la prise en compte des actions mécaniques extérieures.
- Q2.** Le choix du sujet de proposer des liaisons ponctuelles en I et en J n'a pas du tout perturbé les candidats : finalement, extrêmement peu de candidats ont utilisé le TMS en O suivant x et cela ne les a pas dérangé pour autant pour la suite. En général, malgré un bon choix d'isolement, les étudiants oublient d'appliquer les deux théorèmes issus du PFS et/ou se trompent dans le BAME. Globalement, le candidat rigoureux dans la méthode arrive au bon résultat.
- Q3.** La plupart des candidats déclarent que  $F_d = 0$  lors du basculement à droite. Seule une partie des étudiants a compris qu'au basculement, l'effort au niveau de la chenille gauche devient nul puisque le contact est perdu. L'interprétation physique du résultat de b% est systématiquement oubliée.
- Q4.** Le 100 devant la formule donnée de b% a perturbé la très grande majorité des candidats qui se retrouvent à noter les 50 % de l'exigence par 0,5 au lieu de garder 50. La formule du barycentre est majoritairement connue malgré quelques notations exotiques.
- Q5.** Question technique, généralement mal traitée surtout sur l'expression de e. Certains candidats ont essayé d'appliquer un "théorème du barycentre" en effort...
- Q6.** Expression des composantes élémentaires généralement bien traitée. On note parfois des erreurs de signe sur le vecteur OP ou sur le produit vectoriel.
- Q7.** Beaucoup de candidats, pourtant en filière MP, ne maîtrisent pas l'intégration d'un polynôme et le choix des bornes.
- Q8.** Un grand manque de rigueur a été observé sur cette question : beaucoup se sont contentés d'écrire PFS ou même PFD sans préciser l'isolement, les théorèmes, les axes, les points, etc.

- Q9.** Question simple de résolution d'un système linéaire de 4 équations à 4 inconnues. Les nombreuses étourderies de calculs pour des candidats de filière MP sont étonnantes : finalement assez peu arrivent à résoudre le système en entier ! De plus, le passage à une équation unique est souvent sorti du chapeau sans recul ni se rendre compte que le bon résultat n'est pas obtenu.
- Q10.** Les transitions simples ont généralement été trouvées. La condition de sortie du dégagement n'est par contre quasiment jamais juste. De manière générale, l'écriture "normalisée" d'une condition sur un événement n'est pas maîtrisée.
- Q11.** Question bien traitée lorsqu'elle est atteinte. Les correcteurs apprécieraient que les candidats choisissent une couleur visible pour repasser une courbe.
- Q12.** Question ouverte assez mal gérée par les candidats qui manquent de recul. La complémentarité des deux estimations est très rarement expliquée, la majorité des candidats se contentant de reprendre ce que fait chaque estimation. Ainsi, les correcteurs déplorent ici une majorité de réponse de type « blabla ».

## **PARTIE II**

- Q13.** Une bonne moitié des candidats ne justifient pas ou mal les vitesses qui sont nulles dans la composition des vitesses, qui souvent est écrite au hasard et donc fausse (condition de roulement sans glissement appliquée entre deux solides qui ne sont pas les bons).
- Q14.** Question plutôt bien traitée, même si certains candidats calculent le rayon R équivalent en pensant qu'il s'agit d'une résistance électrique...
- Q15.** Question ayant un très bon taux de réussite.
- Q16.** Question assez bien traitée pour les candidats qui s'y appliquent, même si l'on peut noter des erreurs de signe dans la force qu'exerce le ressort. On notera tout de même quelques problèmes de mise en œuvre dans l'application du principe fondamental de la statique (isolements pas clairement définis et donc bilan des actions mécaniques extérieures mal géré).
- Q17.** Certains candidats ne proposent pas un bon inventaire des actions mécaniques alors que celui-ci est donné dans le sujet. Des termes sont souvent omis... Des candidats n'ont pas jugé utile de préciser qu'ils appliquaient le théorème de la résultante dynamique en projection sur l'axe vertical, or, toute équation obtenue en dynamique provient de l'utilisation de théorèmes...
- Q18.** On note souvent des approximations dans la justification. Les résultats sont en effet corrects, malgré une réponse à la question 16 fausse. De plus, les termes liés au poids disparaissent quelques fois par "enchantement".
- Q19.** L'application de la transformée de Laplace ne pose pas de problème dans la majorité des cas. Cependant, l'obtention des fonctions de transfert H6, H7 et H8 a posé beaucoup de problèmes. De longs calculs sont parfois développés et n'aboutissent pas.
- Q20.** Il s'agit d'une question de cours quasiment. La détermination d'une inertie équivalente avec la méthode associée n'est pas connue pour une trop grande part de candidats.

- Q21.** RAS même si quelques candidats se trompent !
- Q22.** L'erreur classique de l'inversion numérateur/dénominateur est retrouvée chez peu de candidats. Certains candidats proposent 2 pages de calculs, en fin de 2e année, ces résultats ne demandent pas de justification.
- Q23.** L'explication d'un système bien asservi justifiant la mise en place de l'adaptateur est trop souvent approximative. Le calcul permettant d'obtenir l'expression de ce gain n'est globalement pas connu voire non maîtrisé par trop de candidats.
- Q24.** Bien réussie, même si certains candidats ont encore besoin de plus d'une page pour réaliser le calcul d'une fonction de transfert.
- Q25.** Bonne réussite à cette question car la définition de  $G_{bo}(p)$  était donnée. Malgré cela, certains candidats déterminent la FTBF.
- Q26.** L'analyse de la classe de la FTBO n'est pas un réflexe pour tout le monde quand on parle de la précision. De plus, beaucoup trop de candidats justifient uniquement par la classe du correcteur, alors que c'est la classe de la FTBO qu'il faut prendre en compte.
- Q27.** Voir commentaire de la question 26.
- Q28.** De grandes disparités dans les réponses. Il est rappelé aux candidats de bien lire la question : ce ne sont pas les diagrammes de Bode de la FTBO qui sont demandés, mais ceux du correcteur seul. Sur ce correcteur PI très classique, il est regrettable de constater trop peu de bonnes réponses.
- Q29.** Peu traitée. Trop de candidats ne se savent pas faire le passage du gain en dB au gain  $K_p$ . La justification est assez souvent hasardeuse et la marge de phase souhaitée est mal repérée sur le diagramme de Bode.
- Q30.** Analyse incomplète. Les réponses sont trop vagues : le "sens" de l'influence sur le paramètre n'est pas renseigné !

### **PARTIE III**

- Q31.** Requête simple et classique, bien traitée.
- Q32.** La fonction SUM ne semble pas être connue des étudiants. De même, la syntaxe `table.attribut` a souvent été écrite à l'envers `attribut.table`. À noter que certains candidats apparemment à l'aise en SQL ont utilisé des méthodes alternatives intéressantes : produit cartésien avec sélection en aval, sous-requête, etc.
- Q33.** La double jointure n'est pas apparue nécessaire à tout le monde.
- Q34.** Trop peu de candidats savent effectuer une dérivation numérique et se contentent d'écrire que  $v = d/t$ . La conversion mm/cm pose également des problèmes.
- Q35.** Oubli très fréquent d'extraire les valeurs temps, effort et profondeur de rapport via des affectations. La séparation des graphes a été également parfois oubliée.

**Q36.** Le cours sur les tris ayant évolué, les correcteurs ont jugé pertinent de ne pas noter cette question.

**Q37. et Q38.** Questions très peu traitées et encore moins réussies.

**Q39.** Malgré quelques formules de distance originales, la question a très souvent été bien traitée par les étudiants en utilisant une boucle FOR.

**Q40.** Question bien traitée pour les rares candidats qui s'y sont frottée.

**Q41.** Quelques propositions pertinentes mais peu d'étudiants ont essayé de répondre, et encore moins avec des explications claires.

## 4/ CONCLUSION

S'appuyant sur un support original dont le fonctionnement est facile à appréhender, le sujet proposé portait majoritairement sur des connaissances de 1ère année. Étonnamment, il a été finalement assez peu réussi par les candidats malgré une bienveillance dans la notation.

Les correcteurs l'expliquent notamment par les faits suivants :

- un cruel manque de rigueur semble s'installer dans les copies des candidats : bilans des actions mécaniques extérieures incomplets, justifications absentes, erreurs d'homogénéité d'objets (vecteurs, scalaires...), etc. ;
- la grande majorité des candidats ne répondent que partiellement aux questions. De ce fait, ils ne parviennent pas à obtenir la totalité des points car ils ne valident pas les critères d'évaluation attendus ;
- ce qui est attendu dans les questions où la réponse est donnée, ce n'est pas de retrouver forcément le résultats mais de justifier la méthode pour retrouver le résultat ;
- l'outil mathématique (résolution d'un système linéaire, intégration d'un polynôme) a été un frein surprenant dans ce sujet pour le niveau attendu des étudiants de filière MP ;
- enfin, le recul demandé lors des bilans n'est pas toujours mis à profit.

En revanche, les candidats qui ont fait l'effort de proposer un raisonnement clair et complet ont généralement obtenu de bons résultats.