

# Concours externe de l'Agrégation de Mécanique Commentaires sur l'épreuve d'Automatique - Informatique industrielle

L'épreuve d'Automatique - Informatique industrielle pour la première année commune aux Agrégations de Mécanique et de Génie Mécanique portait sur l'étude d'une ligne de transfert de bobines d'aluminium de grandes dimensions. La présentation fonctionnelle du support permettait de privilégier, lors de cette épreuve, la modélisation, l'analyse et la validation des performances en regard de celles définies par le cahier des charges.

Le sujet s'articulait ainsi selon **quatre parties** distinctes pouvant être traitées indépendamment :

- une **première partie (A)** privilégiait l'analyse globale de la ligne de transfert où figurait notamment l'estimation primaire de l'accélération maximale en déplacement de la navette, ébauche de la loi de commande,
- l'étude de la motorisation de la navette occupait la **seconde partie (B)** à travers l'estimation de la puissance du moteur électrique synchrone autopiloté de déplacement et la détermination des grandeurs dynamiques de la chaîne de transmission,
- la détermination puis la validation des performances de la chaîne asservie étaient traitées dans la **troisième partie (C)** à partir d'une modélisation fournie,
- enfin, la définition du caractère séquentiel de la ligne de transfert était abordée dans la **quatrième partie (D)**.

## Commentaires sur la partie A

Cette première partie a été abordée par la grande majorité des candidats. Son poids relatif était de 17% et elle ne présentait pas de difficultés particulières en permettant d'analyser globalement la ligne de transfert. Toutefois, le jury remarque que la nécessité et le principe du système d'amenée du type 'pas de pèlerin' sont inconnus pour la plupart des candidats qui n'ont visiblement pas saisi la fonction de ce système. Quant à la décomposition SADT, elle n'a été traitée correctement que par un candidat sur deux. Le jury a pu remarquer à cet effet que les règles graphiques inhérentes à cet outil sont largement inconnues dans la plupart des compositions, ce qui est tout simplement inadmissible pour de futurs enseignants de S2i.

Le calcul de l'accélération maximale de la navette n'a été traité correctement que par la moitié des candidats. Le jury a pu constater la pauvreté de certaines réponses apportées

lors de l'expression du bilan des actions mécaniques extérieures appliquées à l'ensemble {navette+bobine}, notamment par un manque évident de rigueur dans l'écriture des torseurs où trop peu de candidats ont remarqué que le moteur était embarqué. Quant à la détermination de l'accélération, les calculs sont partiels, les hypothèses non justifiées et la majorité des résultats se bornent à retrouver tant bien que mal le 'classique'  $\gamma = \frac{fg}{2}$ .

La figure 1 représente la répartition des notes obtenues par les candidats exprimées sur 20. La moyenne se situe aux alentours de 8 avec un écart-type de l'ordre de 4.

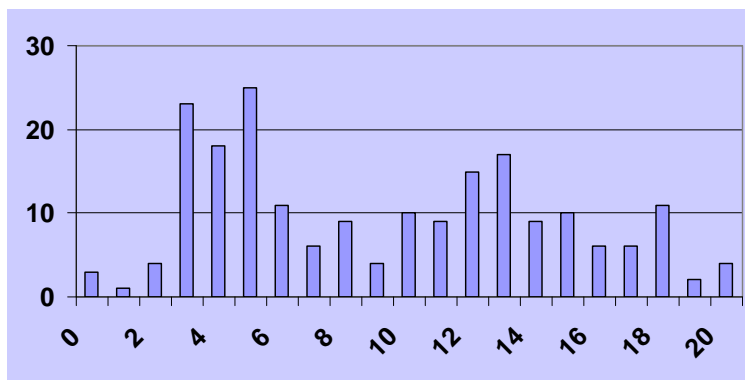


FIG. 1 – Répartition des notes / 20 (Partie A)

## Commentaires sur la partie B

La partie B s'attachait plus particulièrement au prédimensionnement de la puissance du moteur de transfert par la navette souterraine. Son poids relatif était de l'ordre de 35%. Elle a été abordée par près de 75% des candidats avec un succès très hétérogène comme le révèle l'histogramme de la figure 2. Si on relève la présence de quelques bonnes copies, beaucoup trop de candidats n'ont pas abordé cette partie avec assez de rigueur et se sont égarés dans des calculs souvent inutiles et faux. L'estimation de la puissance du moteur de la navette nécessitait la détermination de l'inertie équivalente ramenée suivant l'axe du moteur. Beaucoup de candidats ont négligé l'inertie de l'essieu moteur (devant quoi ?) sans en donner l'ordre de grandeur. Et seul un candidat a estimé la puissance perdue lors du contact rail/galet.

L'étude dynamique de la transmission en utilisant l'outil schéma-bloc s'est avérée extrêmement décevante. Malgré les éléments fournis (équation de conservation et ébauche du schéma-bloc), bien peu de candidats sont en mesure d'établir les différentes fonctions de transfert. Un fois établi, le modèle linéaire devait être analysé et une interprétation phénoménologique sur les diagrammes fréquentiels de Bode était demandée. Le jury rappelle que cette activité de modélisation est le préalable de tout traitement informatique de comportement et relève que :

- les différences entre grandeurs physiques et informationnelles sont inconnues,

- les hypothèses nécessaires à l'écriture des équations différentielles de comportement sont rarement exprimées et justifiées,
- l'homogénéité des relations établies est souvent mise en défaut,
- les notions de fonctions de transfert et de variables manipulées sont trop souvent confondues,
- l'interprétation physique des réponses fréquentielles sur les diagrammes de Bode ou de Black n'est pas acquise.

Cependant, malgré l'extrême pauvreté de certaines compositions, le jury a remarqué la présence de quelques excellentes copies, démontrant la rigueur et la qualité du raisonnement scientifique de leurs auteurs.

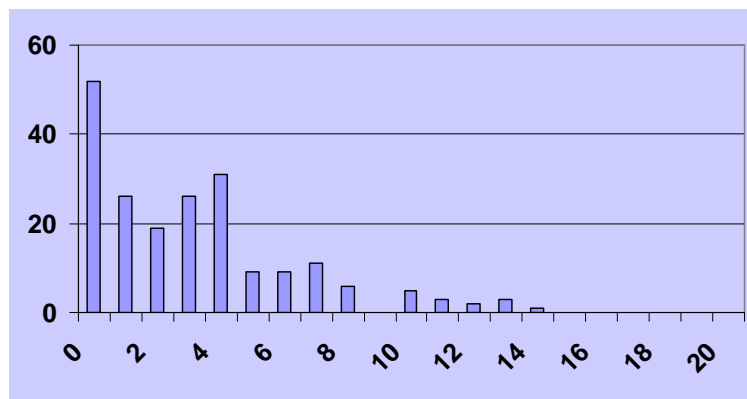


FIG. 2 – Répartition des notes / 20 (Partie B)

## Commentaires sur la partie C

La partie C était consacrée à la détermination et la validation des performances de la commande en déplacement de la navette. Elle possédait un poids relatif comparable à celui de la partie B et comme le montre la figure 3, elle n'a été abordée que par 60% des candidats. Dans un premier temps, ce dernier était amené à commenter le choix et le fonctionnement du moteur synchrone autopiloté. Le jury ne peut que déplorer le manque de culture technologique des candidats dans ce domaine. Sans entrer dans des considérations trop pointues sur les modes de pilotages possibles, bien peu d'entre eux ont une idée de la commande en fréquence de ce type de moteur pourtant extrêmement courant dans les applications industrielles actuelles.

Il en est de même de la notion de premier ordre généralisé dont on précisait qu'il modélisait le comportement dynamique du variateur. L'identification de la fonction de transfert à partir des réponses temporelles n'a été que très peu abordée alors qu'il s'agit d'une composante essentielle dans le processus de modélisation. La suite de cette partie s'attachait à déterminer les performances de la chaîne d'asservissement en déplacement

de la navette et de valider ces quantités en rapport avec celles définies par le cahier des charges. Elle ne présentait pas de difficultés majeures et reposait en grande partie sur des interprétations des réponses fréquentielles. Comme le démontre la figure 3, bien peu de candidats se sont aventurés si loin. Toutefois, le jury déplore que les notions de critères de qualité des systèmes asservis (stabilité, précision et temps de réponse) sont trop souvent inconnues pour la majorité des candidats.

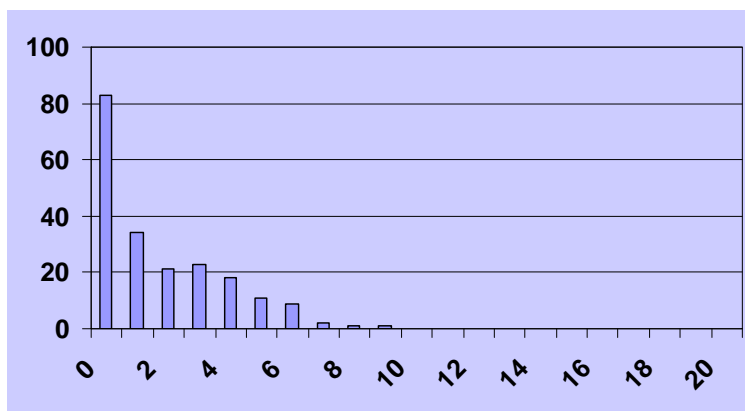


FIG. 3 – Répartition des notes / 20 (Partie C)

## Commentaires sur la partie D

Comme trop souvent, la dernière partie n'a été que très peu abordée par les candidats qui se montrent extrêmement linéaires dans leurs compositions. La partie D possédait cependant un poids comparable à celui de la partie A. Il faut rappeler une fois de plus que les quatre parties sont indépendantes et que rien n'oblige les candidats à composer dans l'ordre de numérotation proposé par le sujet. L'histogramme des notes (cf. Fig. 4) révèle la faiblesse des résultats pour cette partie pourtant largement abordable. Dans un premier temps, il s'agissait de définir le temps de cycle nominal de transfert de la ligne à partir des durées fournies des différentes opérations (approvisionnement, transfert, chargement/déchargement de la navette). Le cahier des charges définissait une cadence minimale et le candidat était amené à réagir et à optimiser le temps de cycle en établissant, par exemple, un chronogramme, le choix de l'outil de description étant laissé libre.

Dans un deuxième temps, le sujet orientait le candidat vers la gestion séquentielle des conditions de sécurité lors de l'accès d'un agent de maintenance dans la galerie de transfert. Le jury remarque que le formalisme général et les règles d'évolution du Grafcet sont globalement acquis mais, par manque de temps et d'investissement, les réponses apportées sont partielles.

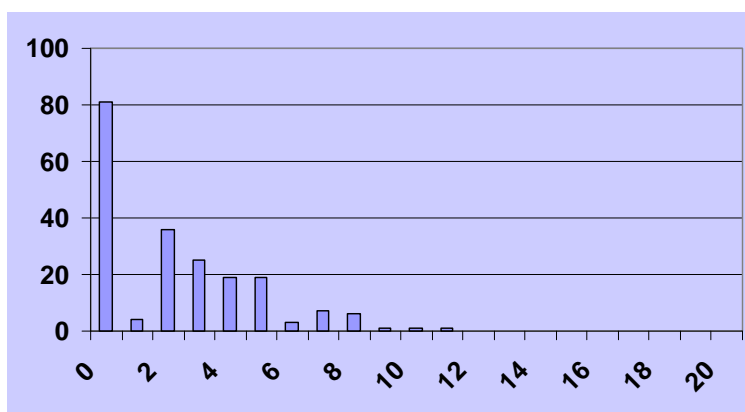


FIG. 4 – Répartition des notes / 20 (Partie D)

## Résultats globaux

L'histogramme (cf. Fig. 5) montre des résultats d'ensemble (après une renormalisation tenant compte de la longueur du sujet). La moyenne de l'épreuve est de 7.25 pour un écart type de 3.9.

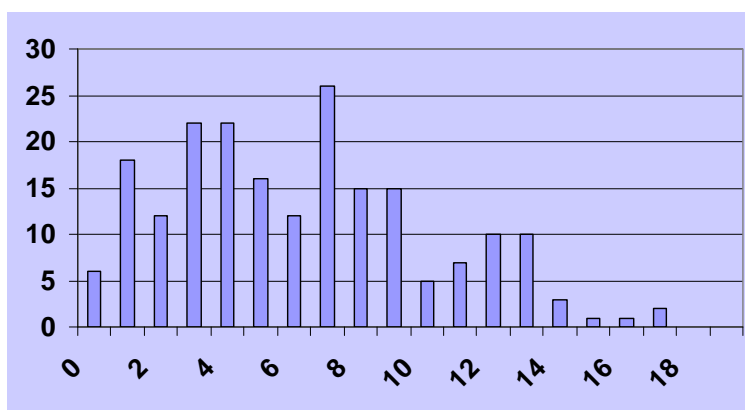


FIG. 5 – Répartition globale des notes / 20

## Conseils aux futurs candidats

Le jury conseille aux candidats :

- de lire l'ensemble du sujet posé et d'en comprendre le sens général avant de se lancer dans la recherche des réponses,
- de répartir leurs efforts sur les différentes parties du sujet, le barème appliqué tenant toujours compte de la capacité des candidats à aborder l'ensemble des domaines qui lui sont proposés.

- de faire preuve de plus de rigueur dans les réponses :
  - structurer et étayer davantage les réponses en justifiant systématiquement les hypothèses,
  - soigner la rédaction.
- d'être plus attentifs à la cohérence (homogénéité, ordre de grandeur,...) des résultats de calculs, ceux-ci pouvant révéler des erreurs dans la démarche,
- à défaut de répondre aux questions, de ne pas se lancer dans des développements théoriques qui ne rapportent aucun point,
- de mieux maîtriser certains concepts de base de l'Automatique comme :
  - l'interprétation-identification des résultats de simulation numérique,
  - détermination-validation des critères de qualité des systèmes asservis.