

# Option

## Sciences Industrielles de l'Ingénieur

### Présentation du sujet

Le support de l'épreuve de S2I de la filière MP session 2022 porte sur la conception d'un dispositif expérimental susceptible de reproduire le phénomène de « coup du lapin ».

L'étude proposée avait pour objectif de définir et de valider les différentes étapes de conception de ce système. Les étapes principales étant : un pré-dimensionnement, l'élaboration d'un modèle numérique évolutif et la réalisation d'un prototype.

### Analyse globale des résultats

Le sujet est conforme dans sa taille puisque la plupart des candidats ont abordé toutes les questions.

Les candidats préparés à une approche globale d'un problème ont produit des copies remarquables et ont su s'approprier les nombreuses informations fournies dans le texte. Par sa structure progressive, la démarche proposée a permis à la grande majorité des candidats de s'impliquer dans la résolution du problème proposé et à certains de résumer la démarche de conception, traitée dans le sujet, en faisant preuve d'initiative. À l'opposé, les candidats qui ont parcouru le sujet à la recherche de points faciles ont échoué, car il était indispensable de s'approprier la problématique de l'étude pour pouvoir progresser.

### Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Comme chaque année, le jury tient à rappeler, avec la plus grande insistance, que les réponses fournies ne peuvent se limiter à de simples affirmations. Les réponses sans argumentation ne sont pas prises en compte, quand bien même elles seraient correctes. Par la suite, ce rapport précise les attendus du jury sur cet aspect.

Dans la rédaction d'une réponse, la démarche retenue doit apparaître de façon explicite et ordonnée. Les hypothèses simplificatrices doivent être clairement indiquées et justifiées. Les points clés du développement doivent être mis en évidence. Les réponses littérales doivent apparaître sous une forme simplifiée et être exprimées en fonction des paramètres explicitement précisés dans la question quand c'est le cas et en fonction uniquement des paramètres du texte dans le cas contraire. Les applications numériques doivent être posées. Les unités des différentes grandeurs exprimées numériquement doivent être systématiquement indiquées en se limitant aux unités de base et aux unités dérivées du Système International. Toute réponse sans unité ou avec des unités erronées est traitée comme fausse.

Trop de candidats trouvent des valeurs numériques sans se demander si elles sont cohérentes avec le système étudié, additionnent, voire comparent deux grandeurs d'unités différentes, ce qui conduit certains à valider des valeurs totalement aberrantes vis-à-vis de la fonction du système.

Le jury souhaite que les réponses soient rédigées dans l'ordre quand bien même elles seraient abordées dans un ordre différent, que les numéros des questions soient indiqués, que les réponses aux questions

soient mises en évidence, que les développements amenant à ces réponses soient rédigés de manière lisible et compréhensible et que la formulation des réponses respecte les consignes indiquées dans le texte.

## Partie II

Cette partie a pour objectif de vérifier la capacité des candidats à s'appropriier une problématique de pré-dimensionnement d'éléments technologiques, en employant des modèles simples issus de la dynamique des solides. Les résultats obtenus permettent de conclure au regard des performances définies dans le diagramme des exigences.

Les douze questions de cette partie ne présentent pas de problèmes particuliers et ont d'ailleurs été très bien réussies par la majorité des candidats. Toutefois, le jury constate un manque de rigueur mathématique et un manque de bon sens physique.

Le jury insiste sur l'importance du vocabulaire. Il y a, par exemple, régulièrement une confusion entre le principe fondamental de la dynamique et le théorème de la résultante dynamique.

La question 3 porte sur un calcul de distance parcourue à partir d'une loi de vitesse imposée. Ce calcul classique a été réussi de manière mitigée.

Un grand nombre de candidats ne justifie pas correctement la nullité du moment dynamique au centre de gravité dans le cas du mouvement de translation.

La question 12, impliquant une représentation spatiale du système n'a été que rarement réussie par les candidats. Ces derniers se contentant de comparer la valeur de la longueur de guidage de la question précédente à la valeur imposée par le cahier des charges, sans prendre en compte la longueur totale du système et la longueur de la plateforme. Pour ce type d'étude, il est conseillé de poser la problématique en faisant un simple schéma dans les deux positions extrêmes.

## Partie III

L'objectif de cette partie est de modéliser l'asservissement en accélération du système afin de définir la structure de commande de l'actionneur qui respectera le cahier des charges.

Pour argumenter les réponses aux questions 15 et 33, il fallait comparer les marges de stabilité aux valeurs du cahier des charges, ce qui n'a pas été fait de manière systématique. De plus, le relevé de la marge de phase a souvent été erroné.

À la question 16, l'arbitrage entre les deux valeurs possibles du facteur d'amortissement n'est très souvent pas justifié. Il fallait évoquer la présence d'une résonance.

À la question 25, la présentation des avantages et inconvénients d'une correction proportionnelle est trop souvent un simple rappel du cours et n'est pas contextualisée. En complément des notions du cours, il fallait s'appuyer sur les résultats obtenus précédemment, en III.B.1 et III.B.2, pour invalider le choix de ce type de correction, dans le contexte du problème étudié. Pour la deuxième partie de la question, le choix d'une correction Proportionnelle Intégrale n'a souvent pas été argumenté, mais présenté comme une alternative à la correction proportionnelle sans rappel aux avantages que peut apporter cette correction.

Le réglage du correcteur PI, dont la démarche était traduite sous forme d'un algorithme codé en Python, a été difficilement retranscrit par les candidats. La question 27 portant sur la définition de la marge de phase n'a été que très peu réussie. Le jury regrette le manque de recul mathématique sur les réponses apportées aux questions 28 et 29. Il y a trop souvent confusion entre l'argument d'un complexe et l'arc-tangente d'un nombre.

À la question 35, deux réponses possibles ont été acceptées pour la validation de l'exigence : une sur la précision totale à l'aide du correcteur PI et une basée sur l'exploitation de la courbe fournie et une comparaison de la valeur observée par rapport à celle du cahier des charges. Le jury rappelle que pour valider

une performance précisée dans le cahier des charges ou le diagramme des exigences, il faut nécessairement rappeler le niveau du critère de cette performance, indiquer la valeur atteinte, l'éventuel écart et enfin conclure : tout oubli d'un de ces points montre un manque de rigueur et de maîtrise de la démarche.

#### **Partie IV**

Cette dernière partie traite de la réalisation d'un prototype expérimental.

Le jury regrette le manque de recul sur les hypothèses nécessaires à certains calculs comme le calcul de la vitesse à la question 37. Dans cette question, il fallait évoquer le non glissement et l'inextensibilité de la courroie. Il y a trop souvent une confusion entre la notion de glissement et la notion de frottement. Par exemple, le mouvement de roulement sans glissement relatif entre deux solides en contact est facilité par la présence de frottement de glissement.

À la question 40, la différenciation entre puissances extérieures et intérieures a rarement été explicitée. Notamment l'action de pesanteur qui n'est souvent pas classée comme une action extérieure. De plus, le jury tient à rappeler que la nullité de certaines puissances doit être justifiée. Ce n'est pas parce qu'elles sont nulles qu'elles ne doivent pas apparaître dans l'inventaire. On citera par exemple, dans le contexte de cette étude, la puissance des actions de liaisons entre solides internes au système étudié. Ce manque de rigueur dans l'inventaire des puissances des actions intérieures et extérieures a conduit un grand nombre de candidats à donner une expression erronée de l'équation obtenue par l'application du théorème de l'énergie cinétique.

Pour répondre à la question 48, il fallait retracer le parcours effectué et positionner la démarche de conception sur le logigramme donné. Très peu de candidats ont abordé cette question de manière pertinente. Toutefois, quelques candidats ont pris des initiatives de présentation permettant de rendre compte de la séquentialité de la démarche, ce qui a été apprécié par le jury.

#### **Conclusion**

La préparation de cette épreuve de sciences industrielles de l'ingénieur ne s'improvise pas. Elle est destinée à valider des compétences transverses en s'appuyant sur des réalisations industrielles complexes qu'il faut appréhender dans leur globalité. Elle est transverse entre les champs disciplinaires enseignés en S.I.I. mais aussi avec les autres disciplines de la filière. Cette préparation doit donc s'articuler autour de l'analyse et de la mise en œuvre de démarches de résolution rigoureuses s'appuyant sur des supports réels contextualisés.