

# Option

## Sciences Industrielles de l'Ingénieur

### Présentation du sujet

Le support de l'épreuve de S2I de la filière MP session 2017 est la station totale LEICA TCRA 1103, utilisée par le bureau d'études topographiques Aérotopo (groupe ATGT), intervenant sur toute l'île de France. Cette station totale permet de réaliser des relevés topographiques, rapidement et avec une grande précision : l'intérêt principal d'un tel système est que toutes ces mesures peuvent être réalisées par un seul géomètre expert, après calibrage initial.

L'objet de l'étude est la validation de la capacité de mesure en continu de l'espace par cet appareil, en se limitant au seul axe d'azimut (rotation autour de la direction verticale), la structure de l'axe d'élévation étant parfaitement identique.

### Analyse globale des résultats

Plusieurs candidats ont abordé quasiment toutes les questions de manière satisfaisante. Cependant, de nombreuses copies proposent des réponses se limitant à de simples affirmations sans explication ni justification.

### 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 unités des différentes grandeurs exprimées numériquement doivent être systématiquement indiquées.

Le jury souhaite que les réponses soient rédigées dans l'ordre quand bien même elles seraient abordées dans un ordre différent, que les réponses aux questions soient mises en évidence et que les développements amenant à ces réponses soient rédigés de manière lisible et compréhensible. Il est rappelé que, dans la structure de la description par l'utilisation du langage de modélisation SysML, il est indispensable de faire référence aux exigences par leur identifiant numéroté (id ...).

Trop de candidats trouvent des valeurs numériques sans se demander si elles sont cohérentes avec le comportement du système étudié, ce qui conduit certains à valider des valeurs totalement aberrantes vis-à-vis de la fonction du système.

**Q1** Cette question ne présente pas de problèmes particuliers et a d'ailleurs été très bien réussie par la majorité des candidats. Sur les quelques réponses erronées, il apparaît des erreurs sur le tracé des figures de calculs (pourtant reprises sur la figure 9 du sujet !), des projections non cohérentes et des résultats non homogènes à des coordonnées de point par l'oubli de la distance.

**Q2** La grande majorité des candidats a déterminé convenablement la relation littérale, même si certains ont pour cela développé des calculs conséquents là où l'utilisation du théorème de Thalès

ou des relations trigonométriques permettaient de répondre très rapidement. Plus surprenant, le jury a constaté qu'une très grande partie des candidats a été incapable de faire convenablement l'application numérique : ainsi, sur plusieurs copies, il est indiqué  $0,226 \times 100 = 2,26$  ou  $226$  !

**Q3** Cette question ne pose pas de problème de calcul, mais le jury est surpris de constater que de nombreux candidats maîtrisent mal la notation algébrique : en effet, trop de candidats ont travaillé en valeur absolue, alors que la figure 4 comme la valeur numérique fournie dans la question impliquent un dénivelé négatif.

**Q4** Le calcul d'incertitude a globalement été très mal réalisé, seuls quelques candidats étant capables de le mener à bien.

**Q5** La détermination de la transition air / verre est généralement correcte. Par contre, le tracé du trajet du faisceau dans le prisme, en particulier la réflexion sur les miroirs, manque parfois de cohérence. Les candidats ne disposant pas forcément de rapporteurs, le jury a été très tolérant sur les tracés : cependant, un faisceau de sortie non parallèle au faisceau incident, point indiqué dans le texte, a été pénalisé.

Certains candidats expriment l'angle de sortie du rayon avec trois chiffres significatifs après une détermination graphique nécessairement approximative : la précision affichée doit rester cohérente avec le moyen d'obtention de la valeur.

**Q6** Cette question a été faiblement réussie alors même qu'elle ne pose pas de problème particulier dès lors que le candidat prend le temps d'en comprendre l'objectif. L'affirmation d'une formule par le simple fait qu'elle soit homogène est insuffisant, de même que la proposition de plusieurs valeurs par le candidat, espérant probablement que le jury fera le tri, ce qui n'est évidemment pas le cas. Le jury précise qu'il n'y a pas lieu de linéariser la tangente si on dispose d'une calculatrice : ce point a été fait par quelques candidats.

**Q7** Cette question a été assez largement abordée et tout aussi réussie, le jury ayant accepté toutes les formulations, même si la figure C du document réponse indique clairement une valeur angulaire en radians et non en degrés ou en tours.

**Q8** Le calcul des valeurs de la vitesse et de la résolution angulaires est réalisé, partiellement ou complètement, dans un grand nombre de copies mais la comparaison aux valeurs de référence est rarement faite.

**Q9** Cette question, pourtant posée sous cette même forme dans un très grand nombre de sujets et surtout très régulièrement dans ce concours, est très mal réussie. Quelques rares candidats confondent encore graphe des liaisons et schéma cinématique mais le jury constate également que la quasi totalité des candidats n'a pas réussi à indiquer clairement les efforts qui s'exercent entre les pièces (couple et pertes dans le cadre de ce sujet), point pourtant fondamental du cours de mécanique en classes préparatoires.

**Q10** Il s'agit de nouveau d'une question très classique des sujets mais il apparaît trop d'erreurs. Sur un nombre non négligeable de copies, le bâti (0) est isolé, point qui n'avait pas été constaté en aussi grand nombre les années précédentes. La seule pièce (1) est parfois isolée, ce qui n'est pas cohérent car les actions mécaniques transmises par la liaison pivot entre (1) et (2) apparaîtront nécessairement, ce qui n'est pas souhaitable. La justification de la stratégie d'étude par la volonté de ne pas faire apparaître les inconnues de liaison est rarement explicitée correctement.

**Q11** Dans ce type de calcul, un inventaire des actions mécaniques extérieures à l'ensemble isolé doit être clairement réalisé, préalablement à toute démarche : cela peut se faire de manière explicite (liste) ou de manière implicite au niveau de l'équation en indiquant les différents moments, sans

oublier bien entendu ceux qui sont nuls (ici, poids et actions mécaniques transmissibles dans la pivot).

La projection sur un axe de la dérivée du moment cinétique n'est généralement pas égale à la dérivée de la projection de ce moment cinétique : de nombreuses confusions entre les deux expressions ont été faites.

Par ailleurs, pour multiplier une matrice par un vecteur, les deux doivent être exprimés dans la même base : le jury constate que cela est parfois réalisé sans aucune rigueur, ce qui est étonnant de la part de candidats de la filière MP.

Comme chaque année, le jury constate une grande diversité des intitulés des théorèmes : outre le classique « théorème du moment cinétique » (expression tolérée, le terme complémentaire étant ici nul), il est apparu de nombreux autres intitulés, montrant un grand manque de maîtrise par certains candidats.

**Q12** Hors quelques étourderies, la simplification des équations en régime découplé est généralement bien réalisée. Par contre, la détermination des inerties équivalentes est rarement abordée et quasiment jamais réussie, montrant la maîtrise insuffisante de cette grandeur fondamentale de la mécanique par la quasi totalité des candidats.

**Q13** Cette question a été généralement très bien traitée, montrant que le modèle linéarisé de la machine à courant continu est dorénavant bien maîtrisé par la quasi totalité des candidats de la filière MP. Quelques erreurs sont cependant à déplorer sur l'intégrateur, oublié ou incohérent dans de trop nombreuses copies.

**Q14** Cette question a été très mal abordée et il apparaît trop souvent des affirmations sans justification : pour que l'explication soit validée, il doit à la fois apparaître une référence aux courbes et une écriture des équations en régime permanent.

Le calcul du couple résistant n'a été que très peu abordé, souvent d'une manière incohérente (problème de signe, non respect de l'homogénéité, etc.).

**Q15** De trop nombreux candidats ont triché pour obtenir la forme proposée, alors même qu'ils n'avaient pas pris la bonne forme pour le couple résistant, supposé constant, et donc omis le  $1/p$ . L'obtention de l'expression temporelle, à partir des transformées inverses fournies, a été généralement parfaitement réalisée, seules quelques erreurs d'étourderie sont à déplorer.

**Q16** La détermination d'une constante de temps sur une évolution assimilée à un premier ordre est souvent trop approximative : si plusieurs méthodes sont acceptables, l'utilisation du temps de réponse à 5% est la pire, surtout sur une courbe réelle, nécessairement bruitée. Par ailleurs, de trop nombreux candidats ignorent totalement l'unité d'un moment d'inertie.

**Q17** Cette question, associée aux cours sur la numération en combinatoire comme en informatique, a été très mal réussie. De nombreux candidats ne savent pas que le codage sur  $n$  bits implique des nombres compris entre 0 et  $2^n - 1$ , le «  $-1$  » étant souvent oublié. Pour l'application numérique, quelques candidats n'ont pas trouvé la valeur de la tension  $U_0$ , pourtant fournie sur la page en vis-à-vis au niveau des caractéristiques du moteur.

**Q18** La réponse étant fournie, le jury a été très strict sur la justification : si la majorité des candidats a justifié ou démontré la forme d'une manière rigoureuse, quelques-uns ont apporté des réponses incohérentes.

**Q19** Le calcul, très classique dans sa forme, a souvent été abordé mais une trop grande partie des candidats fait des erreurs au niveau de la gestion des éléments hors de la boucle d'asservissement.

Quelques candidats ne connaissent pas les conditions de stabilité d'un système du deuxième ordre par le signe des coefficients du polynôme au dénominateur.

**Q20** Les candidats finissent très rarement le calcul : le jury rappelle que ce n'est pas aux correcteurs de mettre le résultat obtenu sous une forme littérale lisible et, dans le cas présent, la mise sous dénominateur commun est un minimum, la simple recopie de la formule de départ, proposée dans le texte, étant insuffisante.

**Q21** Cette question a été très mal abordée, à la fois par un manque de maîtrise du théorème de la valeur finale (oubli du  $p$ , pas de réduction au même dénominateur, etc.) mais également par un manque de lecture de l'objectif : le résultat est ainsi non conforme pour la quasi totalité des candidats ayant abordé la question !

**Q22** Les réponses à cette question sont souvent non cohérentes avec les attendus : en effet, la marge de phase de  $45^\circ$  devait être obtenue à la pulsation  $2 \times 10^4 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ , ce qui ne pouvait être réalisé par une simple correction proportionnelle, la phase étant inchangée. Une grande rigueur dans les explications était attendue et de nombreux candidats ont juste affirmé la réponse, sans même chercher à la justifier.

**Q23** Cette question, élémentaire dans sa forme car tout est fourni, a été très bien réussie par la grande majorité des candidats l'ayant abordée.

**Q24** Quelques rares candidats ont confondu les deux courbes et ont donc répondu d'une manière erronée. Pour les candidats n'ayant pas fait cette confusion, la réponse fournie est généralement satisfaisante, même si les explications et justifications sont parfois des plus limitées, quand elles ne sont pas totalement absentes.

**Q25** La date à laquelle l'écart est maximal devait être donnée : une affirmation comme « l'écart est conforme » ne suffit pas, il faut la justifier numériquement. La référence aux grandeurs attendues, et fournies dans le cahier des charges, est indispensable.

**Q26** Cette question a été rarement mais fort convenablement abordée, avec un respect très apprécié du nombre maximal de mots. Cependant, la référence à la figure sur les écarts ou au cahier des charges (exigences du client) est souvent incomplète quand elle n'est pas totalement absente.

## Conclusion

La préparation de cette épreuve de sciences industrielles de l'ingénieur ne s'improvise pas. Elle est destinée à valider d'autres compétences que celles évaluées par les autres disciplines en s'appuyant sur des réalisations industrielles complexes qu'il faut appréhender dans leur globalité. 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.